

**KARLA IGNÊS CORVINO SILVA**

CrITÉrios informacionais para elaboração de cont eudo instrucional para a web com base nos princípios de aprendizagem multimídia

Disserta o de Mestrado  
Março de 2017



KARLA IGNÊS CORVINO SILVA

CRITÉRIOS INFORMACIONAIS PARA ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO  
INSTRUCIONAL PARA A WEB COM BASE NOS PRINCÍPIOS DE APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro / Escola de Comunicação, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ciência da Informação.

Orientador: Jorge Calmon de Almeida Biolchini

Rio de Janeiro

2017

Catálogo da Publicação na Fonte

S586c Silva, Karla Ignês Corvino

Critérios informacionais para elaboração de conteúdo instrucional para a web com base nos princípios de aprendizagem multimídia / Karla Ignês Corvino Silva. – Rio de Janeiro, 2017.  
130 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Comunicação, Rio de Janeiro, 2017.

Orientador: Jorge Calmon de Almeida Biolchini.

1. Ciência da Informação (Dissertação). 2. Aprendizado Multimídia 3. Aprendizagem eletrônica 4. Desenho Instrucional 5. Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. I. Biolchini, Jorge Calmon de Almeida (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. IV. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação V. Título.

CDU 02(043)

KARLA IGNÊS CORVINO SILVA

CRITÉRIOS INFORMACIONAIS PARA ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO  
INSTRUCIONAL PARA A WEB COM BASE NOS PRINCÍPIOS DE APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, convênio entre o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia e a Universidade Federal do Rio de Janeiro / Escola de Comunicação, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Ciência da Informação.

Aprovada em: 06 de março de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Jorge Calmon de Almeida Biolchini (Orientador)  
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

---

Profª Drª Rosali Fernandez de Souza  
PPGCI/IBICT – ECO/UFRJ

---

Drª Patrícia Rocha Bello Bertin  
EMBRAPA

Dedico este trabalho ao meu saudoso pai Edison Silva Marques (*in memoriam*) a quem tudo devo nesta vida, e aos meus queridos filhos Guilherme e Vanessa Corvino, meus amores eternos e razão do meu viver.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por derramar sobre mim mais uma bênção.

Ao professor Dr. Jorge Biolchini, pela orientação e confiança.

Aos professores da banca examinadora, pela compreensão e leitura atenta desta obra.

À professora Dr<sup>a</sup> Maria José de Oliveira, pelo direcionamento recebido, principalmente antes da qualificação, quando tudo ainda era nebuloso, e à amiga e conselheira Dr<sup>a</sup> Patrícia Bertin, pela revisão e observações oportunas que enriqueceram o trabalho final.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela oportunidade de aperfeiçoamento profissional proporcionada, e em especial aos colegas de trabalho que me apoiaram neste objetivo.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação (PPGCI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), pela competência e dedicação aos alunos, e pela oportunidade de amadurecimento intelectual.

À coordenação, à secretaria e a toda a equipe do PPGCI/UFRJ/IBICT, que me proporcionaram as condições necessárias para que eu alcançasse essa vitória.

À querida amiga Irene Maranhão, pelo apoio maternal e acolhida nesta Cidade Maravilhosa.

Ao meu filho Guilherme, pela companhia, e à minha filha Vanessa, por compreender minha distância, e por aceitarem minha dedicação aos estudos nesses dois anos de mestrado.

Aos meus amigos e amigas de Brasília, pelo carinho e pelas boas energias emanadas no decorrer do meu curso de mestrado no Rio de Janeiro.

Às amigas de sempre, Cláudia e Luciana, que considero irmãs, e à sua família, que me considera como mais uma filha, por me proporcionarem momentos de descontração durante essa dura jornada.

Aos meus parentes e familiares, dentre eles meus primos e tios, do Rio de Janeiro e de Vitória, e à minha querida irmã Klenise, pelo amor incondicional e orgulho por mais uma vitória acadêmica.

E por fim, não menos importante, aos novos amigos que conquistaram meu coração, Leyde, Priscila, Larriza, Andrea, Thayron, Bruna, Patrícia, Tatiana, Gustavo, Jobson e todos com os quais convivi esses dois anos. Agradeço pelo apoio, pela amizade e por todos os momentos de reflexão e diversão, que ficarão registrados na minha memória para sempre!

O principal objetivo da educação é criar indivíduos capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que as outras gerações fizeram (PIAGET, 1970, p. 53).

## RESUMO

A tecnologia permite elaborar conteúdos instrucionais em diferentes suportes e formatos com o uso de áudios, textos, vídeos e animações, os quais influenciam distintamente na maneira como o ser humano interage com a informação e aprende. A compreensão dessas influências é importante para adaptar a tecnologia multimídia para melhorar a aprendizagem humana. A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer apresenta princípios básicos para a elaboração de material instrucional multimídia visando a facilitar a aprendizagem, com base em como as pessoas aprendem. Estudos empíricos nas áreas de psicologia, educação, tecnologia e outras, têm buscado validar os princípios da teoria e testar suas implicações no processo de aprendizagem. O objetivo desta pesquisa é identificar critérios informacionais, com base na análise sistemática de estudos empíricos sobre a consistência dos princípios preconizados pela Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, que possam ser utilizados na elaboração e na adaptação de material instrucional multimídia na web, de modo a maximizar a aprendizagem e a transferência cognitiva de conhecimento técnico especializado. A partir desses achados, material instrucional multimídia do programa Dia de Campo na TV é analisado e adaptações são sugeridas, para facilitar o processo de transferência de tecnologia e de conhecimento por meio da web. Por fim, uma lista de recomendações para subsidiar a criação de novos conteúdos instrucionais é oferecida, a fim de ampliar a efetividade do uso de recursos multimídia na promoção da aprendizagem e na difusão coletiva de conhecimento especializado.

**Palavras-Chave:** Ciência da Informação. Aprendizado Multimídia. Aprendizagem Eletrônica. Desenho Instrucional. Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.

## ABSTRACT

Technology allows the development of instructional content in different supports and formats, including audio, text, video and animations, which affect the ways humans interact with information and learn. It is important to understand these influences in order to adapt multimedia technology to enhance human learning. Richard Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) presents principles to which multimedia instructional material should conform to facilitate learning, built upon an understanding of how people learn. Empirical studies in the areas of psychology, education, technology and others have sought to validate these principles and test their implications in the learning process. The aim of this research is to identify informational criteria, based upon a systematic review of the literature about the consistency of principles advocated by CTML, to be used in the creation and adaptation of multimedia instructional material on the Internet, in order to maximize learning experience and specialized knowledge cognitive transfer. From these findings, the multimedia instructional material of Field Day on TV program is analyzed and adaptations are suggested to improve the knowledge and technology transfer process through the web. Finally, a list of recommendations to support the creation of new instructional contents is organized to increase the effectiveness of the use of multimedia resources to enhance learning experience and specialized knowledge diffusion.

**Keywords:** Information Science. Multimedia Learning. E-learning. Instructional Design. Cognitive Theory of Multimedia Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais autores e números de publicações resultantes da busca pelo termo “ <i>multimedia learning</i> ”	26
Figura 2 – Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer	41
Figura 3 – Teoria do agente social para agentes pedagógicos animados	72
Figura 4 – Níveis de design para agentes pedagógicos. Modelo PALD ( <i>Pedagogical agents – levels of design</i> )	73
Figura 5 – Esquema representativo da melhor opção para redundância do texto (narrado e escrito)	80
Figura 6 – Página do programa “Compostagem orgânica vegetal”	88
Figura 7 – Exemplo de imagem decorativa – acordo do Brasil na COP-21	90
Figura 8 – Exemplo de imagem decorativa – esforços dos setores da economia	90
Figura 9 – Exemplo de imagem relacional – compromisso assumido pelos países na COP-21	90
Figura 10 – Exemplo de imagem representacional – seca	90
Figura 11 – Página do programa “Uso de cisternas na produção animal”	93
Figura 12 – Esquema comparativo do consumo de água entre leitões e porcas em amamentação	96
Figura 13 – Esquema com os passos recomendados para uso da água da chuva	96
Figura 14 – Componentes do sistema de filtração da água da chuva para dessedentação animal	97
Figura 15 – Desenho esquemático de instalação do sistema de coleta da água da chuva	97
Figura 16 – Página do programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças”	101
Figura 17 – Página do programa “Produção de mudas de mogno africano”	104

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de artigos selecionados por ano de publicação	59
Gráfico 2 – Quantidade de artigos selecionados por periódico	60
Gráfico 3 – Quantidade de experimentos analisados por princípio	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Termos utilizados na Revisão Sistemática de Literatura	31
Quadro 2 – Indicadores de uso/aplicação dos princípios da CTML	34-35
Quadro 3 – Abordagens para gerenciar os desafios de carga mental	46
Quadro 4 – Artigos analisados na revisão sistemática de literatura	60-63
Quadro 5 – Tipos de teste aplicado nos estudos para avaliação da aprendizagem	77
Quadro 6 – Resumo dos achados relativos aos princípios da CTML, com recomendações	81-83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consistência dos princípios da CTML com base nos testes realizados pelos experimentos	78-79
Tabela 2 – Resumo da análise do programa “Compostagem orgânica vegetal”	92
Tabela 3 – Resumo da análise do programa “Uso de cisternas na produção animal”	99
Tabela 4 – Resumo da análise do programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças”	102
Tabela 5 – Resumo da análise do programa “Produção de mudas de mogno africano”	105-106
Tabela 6 – Resumo da análise dos programas DCTV segundo os princípios da CTML	106-107

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADDIE	<i>Analyse, Design, Develop, Implement and Evaluate</i>
APA	Agente Pedagógico Animado
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CI	Ciência da Informação
CMS	<i>Content Management System</i>
CTML	<i>Cognitive Theory of Multimedia Learning</i> (Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia)
DCTV	Dia de Campo na TV
EAD	Educação a Distância
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERIC	<i>Education Resources Information Center</i>
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
PALD	<i>Pedagogical agents – levels of design</i>
PICO	População, Intervenção, Comparação e desfecho ou resultado
PPGCI	Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação
Relatório GEM	Relatório de Monitoramento Global da Educação
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
TCC	Teoria da Carga Cognitiva
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i> (Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	16
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	CONTEXTO DE APLICAÇÃO PRÁTICA	19
<b>1.2.1</b>	<b>Embrapa</b>	20
<b>1.2.2</b>	<b>Programa Dia de Campo na TV</b>	21
1.3	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA	23
1.4	OBJETIVOS	23
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	24
1.5	ESCOPO E DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	24
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	26
2.1	METODOLOGIA PARA A REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	28
<b>2.1.1</b>	<b>Amostragem da literatura para a revisão sistemática</b>	28
<b>2.1.2</b>	<b>Caracterização da amostra</b>	29
<b>2.1.3</b>	<b>Definição dos eixos conceituais da RSL</b>	29
<b>2.1.4</b>	<b>Expressões de busca utilizadas nas fontes de pesquisa</b>	30
<b>2.1.5</b>	<b>Critérios de exclusão</b>	32
<b>2.1.6</b>	<b>Metodologia para a sistematização dos resultados da RSL</b>	32
2.2	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DCTV	33
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	37
3.1	APRENDIZAGEM ASSISTIDA PELAS NOVAS TECNOLOGIAS	38
3.2	CONOTAÇÃO DO TERMO "MULTIMÍDIA"	39
3.3	A TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (CTML)	41
3.4	PRINCÍPIOS PARA A APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA	44
<b>3.4.1</b>	<b>Princípios para reduzir o processamento de material irrelevante</b>	46
3.4.1.1	Princípio da Coerência	49
3.4.1.2	Princípio da Sinalização	49
3.4.1.3	Princípio da Redundância	49
3.4.1.4	Princípio da Contiguidade Espacial	50

3.4.1.5	Princípio da Contiguidade Temporal	51
<b>3.4.2</b>	<b>Princípios para gerenciar o processamento de material essencial</b>	<b>51</b>
3.4.2.1	Princípio da Segmentação	52
3.4.2.2	Princípio do Treinamento Prévio	52
3.4.2.3	Princípio da Modalidade	53
<b>3.4.3</b>	<b>Princípios para favorecer o processo gerador de conhecimento</b>	<b>54</b>
3.4.3.1	Princípio Multimídia	55
3.4.3.2	Princípio da Personalização do Texto	57
3.4.3.3	Princípio da Personalização da Voz	57
3.4.3.4	Princípio da Personalização da Imagem	57
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS A PARTIR DA RSL</b>	<b>59</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS	59
4.2	EFEITO MODALIDADE	65
4.3	EFEITO DA ATENÇÃO DIVIDIDA	67
4.4	EFEITO MULTIMÍDIA	67
4.5	EFEITO DA AUDIÇÃO RECENTE	68
4.6	EFEITO DOS DETALHES SEDUTORES	69
4.7	EFEITO REVERSO DA EXPERIÊNCIA	71
4.8	EFEITO DA PERSONALIZAÇÃO	71
4.9	OUTRAS ESTRATÉGIAS PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM	74
4.10	TESTES DE APRENDIZAGEM	74
4.11	VERIFICAÇÃO DA CONSISTÊNCIA DOS PRINCÍPIOS DA CTML	78
4.12	RESUMO DOS PRINCÍPIOS E EFEITOS IDENTIFICADOS NA RSL	81
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS PROGRAMAS DCTV À LUZ DOS PRINCÍPIOS DA CTML</b>	<b>85</b>
5.1	ANÁLISE DO PROGRAMA “COMPOSTAGEM ORGÂNICA VEGETAL”	87
5.2	ANÁLISE DO PROGRAMA “USO DE CISTERNAS NA PRODUÇÃO ANIMAL”	93
5.3	ANÁLISE DO PROGRAMA “AQUAPONIA: PRODUÇÃO INTEGRADA DE PEIXES E HORTALIÇAS”	99

5.4	ANÁLISE DO PROGRAMA “PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO”	103
5.5	RESUMO DA ANÁLISE DOS PROGRAMAS DCTV	106
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	108
6.1	SUGESTÕES PARA ADAPTAÇÃO DOS PROGRAMAS ANALISADOS	108
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA CRIAÇÃO DE CONTEÚDOS INSTRUCCIONAIS	109
6.3	OBSERVAÇÕES GERAIS	111
6.4	PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO FUTURO	113
6.5	CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS	114
	<b>REFERÊNCIAS</b>	117
	<b>GLOSSÁRIO</b>	124
	<b>APÊNDICE – LISTA DOS ARTIGOS ANALISADOS NA RSL</b>	127

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) inaugurou novas oportunidades não apenas para difundir e disseminar informações por meio da Internet, mas também para facilitar e promover a aprendizagem com o uso de recursos multimídia. Rapidamente, a Internet tornou-se uma das principais fontes de pesquisa por notícias e informações sobre os mais variados temas, permitindo que o indivíduo possa produzir e ampliar seu estoque de conhecimento. O alcance da web facilita a difusão do conhecimento produzido pelas organizações e possibilita a utilização de material *online* para levar conhecimento até seus públicos de interesse.

A Ciência da Informação (CI) se ocupa do estudo da representação, codificação e uso racional da informação (CAPURRO, 1992). Para Capurro e Hjørland (2007), informação compreende aquilo que é informativo para uma determinada pessoa, e o que é informativo depende das necessidades interpretativas e habilidades do indivíduo (ou de membros de uma mesma comunidade).

Segundo Capurro (1992), o processo de conhecimento consiste de uma assimilação de coisas por meio de suas representações na mente/cérebro do sujeito cognoscente e, de acordo com o paradigma representacional apresentado pelo autor, seres humanos são conhecedores ou observadores de uma realidade exterior, logo, são processadores biológicos de informação. Uma vez que o conhecimento parte da vivência de situações informacionais que propiciam aprendizado, a Internet é uma facilitadora nesse processo, devendo ser entendida como um dos principais sistemas de suporte informacional contemporâneo (JORENTE, 2012).

Sendo assim, a utilização de recursos multimídia para a criação de conteúdos instrucionais para a web consiste em uma alternativa ao uso tradicional de material impresso como apoio ao processo de construção do conhecimento. Conteúdos informacionais em diferentes formatos ou modos de apresentação, com o uso não apenas de textos e imagens estáticas como nos livros didáticos, mas também de áudios, vídeos e animações, podem facilitar o processo de assimilação e de representação do conhecimento na mente humana. Mas como tudo isso realmente influencia na maneira como o ser humano aprende? A grande questão não é como utilizar os recursos tecnológicos emergentes para criar uma instrução multimídia, mas sim como adaptar a tecnologia multimídia para melhorar a aprendizagem humana.

Pensando nisso, no final do século passado, Richard Mayer, psicólogo americano e

professor na Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, Estados Unidos, buscou sistematizar princípios básicos para a elaboração de material multimídia que facilitasse a aprendizagem, com base em como as pessoas aprendem. A partir de pesquisas empíricas e fundamentação nos pressupostos do duplo canal (PAIVIO, 1990; BADDELEY; HITCH, 1974), da capacidade limitada (CHANDLER; SWELLER, 1991; BADDELEY, 1992) e da aprendizagem ativa (WITTROCK, 2010), em 2001 Mayer propôs a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning – CTML*). Desde então, diversos experimentos têm sido realizados pelo autor e parceiros (FIORELLA; MAYER, 2016; HARKAMP; MAYER; SUHRE, 2007; JOHNSON; MAYER, 2012; MAUTONE; MAYER, 2001; MAYER; DaPRA, 2012; MAYER; DELEEUW; AYRES, 2007; MAYER; DOW; MAYER, 2003; MAYER; HEISER; LONN, 2001; MAYER; JOHNSON; 2008; MAYER; SOBKO; MAUTONE, 2003; MORENO; MAYER, 2002; MAYER et al., 2004, 2008) a fim de validar os princípios da CTML e testar suas implicações no processo de aprendizagem.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é identificar critérios informacionais, a partir de uma análise sistemática de estudos empíricos publicados a partir de 2001, quando foi publicada a teoria de Mayer, para verificar a consistência dos princípios preconizados pela CTML, que possam ser utilizados na elaboração e na adaptação de material instrucional multimídia, de modo a maximizar a aprendizagem e a transferência de conhecimento técnico especializado na web. Na vertente empírica desse trabalho, o material instrucional multimídia contido nas páginas online do programa Dia de Campo na TV (DCTV) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) é avaliado à luz dos princípios da CTML. A partir do cruzamento desses achados, um conjunto de sugestões para adaptar o material instrucional do DCTV é elaborado e uma lista de recomendações para a criação de novos conteúdos instrucionais a serem desenvolvidos para o programa é ofertada, a fim de facilitar o processo de transferência de conhecimento técnico-científico por meio da web.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Na era da tecnologia, a informação tem se constituído o bem intangível mais precioso para a humanidade. Um dos maiores objetivos das novas TICs é fazer com que a informação chegue, cada vez mais rápido, a uma parcela cada vez maior de habitantes do planeta. Sabemos que isso é possível, mas não é suficiente para que a população se beneficie da informação que recebe. Segundo Barreto (1994), disponibilizar e permitir o acesso à

informação não implica seu uso efetivo para que possa produzir conhecimento.

Um dos desafios abarcados pela Ciência da Informação é o de aumentar a eficiência dos vários componentes de uma mensagem em transmitir o conhecimento desejado ao receptor. É necessário que a informação possa ser apreendida e transformada em conhecimento para o benefício da sociedade como um todo. Conforme enfatiza Barreto (1994, p. 1), “a informação, quando adequadamente assimilada, produz conhecimento, modifica o estoque mental de informações do indivíduo e traz benefícios ao seu desenvolvimento e ao desenvolvimento da sociedade em que ele vive”.

Assim, as tecnologias passam a ter um papel social na construção do conhecimento, tornando-se um poderoso instrumento educacional, conforme observa Pinheiro (2013, p. 27, grifo nosso):

As tecnologias não são máquinas apenas – ganharam um novo papel, humanizador, com as preocupações de interação homem-máquina e a socialização do conhecimento, e passaram a ser um poderoso instrumento político, *educacional* e social, voltado à formação da cidadania, além da inclusão digital e informacional e a informação para usuários portadores de deficiências.

Tomando emprestadas as ideias de Durkheim discutidas no início do século XX, conforme bem analisa Filloux (2010), a educação também tem seu papel social. A noção de “consciência coletiva” é central nas grandes linhas do modelo durkheimiano e “corresponde à necessidade para toda sociedade de assegurar as bases de suas condições de existência e de sua perenidade” (FILLOUX, 2010, p. 16). Lucena (2010, p. 295) coaduna com a análise do pensamento durkheimiano ao afirmar que “Durkheim entende a educação como uma poderosa ferramenta para a construção gradativa de uma moral coletiva”.

O Relatório de Monitoramento Global da Educação (Relatório GEM) de 2016, editado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), atribui à educação a responsabilidade de fomentar os tipos certos de comportamentos, habilidades e atitudes que levarão ao crescimento sustentável e inclusivo do planeta. Ou seja, a educação é a essência para o desenvolvimento sustentável, o que conduz à reflexão sobre o objetivo da aprendizagem ao longo da vida. Nesse sentido, o relatório afirma que “a educação tem um poder maior do que qualquer outra coisa para nutrir cidadãos empoderados, reflexivos, engajados e hábeis, que sejam capazes de traçar o caminho para um planeta mais seguro, ecológico e justo para todos” (UNESCO, 2016, p. 6).

A educação, num sentido mais amplo, representa tudo aquilo que pode ser feito para desenvolver o ser humano. Em sentido estrito, representa a instrução e o desenvolvimento de

competências e habilidades do indivíduo (VIANNA, 2006).

Entende-se, portanto, o termo ‘educação’ como sendo mais amplo e abrangente que o termo ‘instrução’, pois considera também o desenvolvimento de competências e habilidades, não estando restrito ao ambiente escolar. Sendo assim, o termo instrucional, quando aplicado para designar o material destinado a dar instruções de qualquer tipo, será utilizado neste trabalho preferencialmente ao termo educativo. Instrucional é o que é relativo à instrução, ao ensino. Neste estudo, adquire um significado mais objetivo ao referir-se a uma explicação ou esclarecimento dado para uso específico. Material instrucional designa, por conseguinte, um conjunto de instruções e explanações para o esclarecimento de um processo, uma tecnologia ou o passo a passo para a realização de algum procedimento específico.

Sendo assim, faz-se necessário identificar critérios informacionais que possam subsidiar a criação de conteúdos instrucionais para a Internet que facilitem o processo de aprendizagem, visando à conscientização coletiva da necessidade de preservação dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável, o que justifica a necessidade de realização deste estudo para tornar efetiva a transferência cognitiva do conhecimento técnico especializado na web.

## 1.2 CONTEXTO DE APLICAÇÃO PRÁTICA

O aumento da produção de alimentos e a exploração sustentável de recursos naturais são condições indispensáveis para a sobrevivência das futuras gerações. O conhecimento acerca da forma mais adequada de utilizar recursos naturais para produzir alimentos torna-se cada vez mais importante para a preservação do planeta em que habitamos.

Acredita-se que o insumo para a melhoria e a sustentabilidade da produção agropecuária seja a informação tecnológica, que é produzida pela pesquisa científica, aplicada no meio rural. Ela permite garantir o aumento da produção com a maximização e a preservação dos recursos já disponíveis, reduzindo custos e por vezes ainda o investimento necessário para esse aumento de produção.

Da mesma forma que a televisão e os meios de comunicação em geral são responsáveis pela conscientização coletiva em relação à sustentabilidade do planeta, também a Internet ocupa esse papel, aliada ao trabalho da família e da educação formal. Ter acesso à informação tecnológica e apropriar-se dos resultados produzidos pela pesquisa agropecuária por meio da Internet, portanto, amplia as possibilidades de compreensão das questões

relacionadas à preservação ambiental, bem como permite aumentar o interesse da população rural em permanecer no campo para garantir a produção de alimentos e minimizar os problemas do êxodo rural para as grandes cidades.

A tarefa de disponibilizar conhecimentos técnicos especializados para a preservação do meio ambiente por meio da web pode, e deve, explorar as possibilidades que as novas TICs proporcionam em prol da construção dessa “consciência coletiva”, tomando aqui emprestado o termo cunhado por Durkheim. É nesse ponto que recomendações de design instrucional se tornam cruciais para a utilização adequada de recursos multimídia, visando a promover a aprendizagem e a facilitar a aquisição de conhecimento por meio da disponibilização de conteúdos na Internet.

### 1.2.1 Embrapa

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) é uma empresa pública, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Criada em 1973, tem como missão viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira. Possui atualmente 46 unidades descentralizadas em todas as regiões do Brasil e conta com mais de 9 mil empregados.

A Embrapa tem sido reconhecida mundialmente como instituição de referência em pesquisa voltada à agricultura tropical. Em seus mais de 40 anos de existência, gerou resultados que revolucionaram a agricultura no Brasil, e tem contribuído para a melhoria da vida no campo visando à sustentabilidade da atividade agropecuária e à preservação do meio ambiente. Um de seus objetivos estratégicos é desenvolver, adaptar e disseminar conhecimentos e tecnologias em busca da sustentabilidade dos sistemas produtivos, e para tanto, possui como diretriz “ampliar as ações de capacitação e formação de multiplicadores em programas de assistência técnica e extensão rural, visando à transferência de tecnologia, ao intercâmbio e à construção de conhecimentos” (EMBRAPA, 2015, p. 16).

Os resultados gerados pela pesquisa da Embrapa e parceiros levaram à criação de soluções tecnológicas, produtos, processos e serviços, os quais são disponibilizados e transferidos à população por meio de cursos, treinamentos, dias de campo, programas de rádio e de televisão, publicações impressas e eletrônicas, periódicos científicos entre outros. Muitas dessas soluções tecnológicas podem ser livremente acessadas *online*, no portal da Empresa<sup>1</sup>,

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

cujo conteúdo é atualizado diariamente com informações úteis para o público técnico e científico, extensionistas, produtores rurais e o público infanto-juvenil.

Adicionalmente à contribuição que faz para o avanço do conhecimento científico, o presente trabalho contribui, do ponto de vista prático, para a atuação da Embrapa Informação Tecnológica, Unidade da Embrapa cuja missão é “propor, coordenar e executar soluções para a gestão e a difusão de informações”<sup>2</sup> (EMBRAPA, 2017, online). Isto se dará por meio das recomendações, baseadas em experimentos publicados na literatura acerca da aplicação dos princípios da CTML, para a criação de páginas web com conteúdo instrucional que facilite o processo de aprendizagem a partir de material multimídia já produzido pela Empresa – como textos, imagens, vídeos e áudios – assim contribuindo para a aquisição efetiva de conhecimento e a construção de significado por seus públicos-alvo.

### **1.2.2 Programa Dia de Campo na TV**

O Dia de Campo na TV (DCTV) é um programa televisivo, produzido pela Embrapa, que estreou em 1998 com o objetivo de divulgar as tecnologias desenvolvidas pela Empresa e parceiros para diversos públicos, entre eles produtores rurais, profissionais de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), professores, estudantes e empresários. Veiculado semanalmente em canais abertos de televisão, também é convertido em formato para a web, publicado no Youtube, e disponibilizado no portal da Embrapa, junto com o comunicado de imprensa (*press release*), em formato textual, para divulgação do programa nos meios de comunicação ([www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv](http://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv)). O nome do programa foi inspirado em uma prática usada como estratégia de capacitação realizada por pesquisadores e técnicos nos campos experimentais dos centros de pesquisa da Empresa, conhecida como ‘dia de campo’, em que a tecnologia é mostrada em suas diferentes etapas e na forma de passo a passo<sup>3</sup>.

Com o potencial de alcance da web, a Embrapa busca utilizar seu portal como mais um meio de fazer o conhecimento gerado pela Empresa chegar ao homem do campo, não apenas disponibilizando informações, mas criando conteúdos instrucionais adaptados para promover a aprendizagem. Desse modo, oportunidades valiosas surgem a partir da demanda de adaptar o conteúdo produzido pelo DCTV para acesso online, em especial por parte do

---

<sup>2</sup> Página da Embrapa Informação Tecnológica na Internet. Disponível em: <https://www.embrapa.br/informacao-tecnologica/missao-visao-valores>. Acesso em: 15 fev. 2017.

<sup>3</sup> Histórico do programa Dia de Campo na TV disponibilizado no portal da Embrapa. Disponível em: [www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/historico](http://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/historico). Acesso em: 15 fev. 2017.

público técnico-extensionista – que é agente multiplicador de conhecimento no campo.

Além disso, não apenas a sociedade brasileira, mas também a sociedade global está atenta às questões que envolvem o aumento da produção de alimentos, com foco na preservação e na sustentabilidade do planeta. Assim, por tratarem-se de informações geradas pela pesquisa agropecuária, cujo foco principal é a produção de alimentos de forma sustentável, o impacto socioeconômico potencial, a partir da disseminação e efetiva apreensão do conhecimento disseminado pelo DCTV, é de grande relevância.

A maioria dos programas DCTV, no entanto, não foram pensados e produzidos de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem, mas objetivavam a divulgação dos resultados das pesquisas realizadas pela Embrapa e parceiros. Importa ressaltar que, ao se propor a analisar o conteúdo instrucional multimídia do DCTV, esse trabalho não pretende reformatar o programa para torná-lo um produto de Educação a Distância (EAD), mas restringe-se a destacar segmentos que demonstrem como realizar um procedimento, como utilizar uma tecnologia – uma sequência de instruções como um passo a passo, por exemplo – e sugerir ajustes segundo os preceitos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. A intenção, dessa forma, é potencializar o processo de aprendizagem por meio dos conteúdos instrucionais multimídia já existentes. Tais recomendações podem vir a ser aplicadas também na produção de novos programas.

Os vídeos do programa possuem destaque na primeira página do portal da Embrapa e, embora informativos e destinados à divulgação dos resultados da pesquisa na área agrícola e pecuária para o homem do campo, alguns apresentam técnicas e soluções práticas que podem ser aplicadas também no meio urbano, tais como o aproveitamento da água da chuva e a produção integrada de peixes e hortaliças. Todo esse conteúdo multimídia pode se tornar um importante aliado na conscientização acerca da preservação do meio ambiente e da sustentabilidade da produção de alimentos. Além disso, cria a oportunidade de aproveitamento desse material para a oferta de cursos a distância.

Os resultados desse estudo poderão ser úteis também para a produção e a adequação de novos conteúdos instrucionais multimídia a serem disponibilizados nas páginas *online* do portal da Embrapa, estimulando e facilitando a aprendizagem do público interessado em aplicar tecnologias e processos resultantes da pesquisa agropecuária. Traz, portanto, a possibilidade de aumentar a efetividade das páginas do portal em transmitir à sociedade o conhecimento acerca da aplicação dos resultados da pesquisa realizada pela Empresa e

parceiros, e potencializa o processo de transferência de conhecimento técnico especializado por meio da utilização de recursos multimídia na web.

### 1.3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA

Com a crescente demanda pela adequação de conteúdos da Embrapa para publicação *online*, surgiu a necessidade de conhecer com maior profundidade e definir critérios informacionais para o desenvolvimento de páginas web com a diversidade de material produzido pela Empresa, em diferentes modos de apresentação, e de forma que os elementos de caráter instrucional pudessem ser mais facilmente apreendidos pelo seu público-alvo, facilitando o processo de construção do conhecimento. Assim, a partir da necessidade concreta de criar e adaptar material instrucional multimídia para disponibilizar nas páginas web do programa Dia de Campo na TV, com vistas a facilitar a transferência do conhecimento técnico produzido pela Embrapa e parceiros, surgiram as seguintes questões de pesquisa:

- (1) Que critérios informacionais são adequados e essenciais para o desenvolvimento de material instrucional multimídia que facilite a aprendizagem?
- (2) Materiais instrucionais multimídia produzidos pelo programa Dia de Campo na TV e disponibilizados no portal da Embrapa aplicam os princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia?
- (3) Como esses princípios podem ser utilizados para aprimorar materiais instrucionais produzidos pela Empresa para disponibilização na web?

Este estudo, portanto, pretende buscar na literatura os resultados de experimentos publicados acerca da efetividade dos princípios da CTML, considerando seus doze princípios. A partir desses achados, sugerir recomendações para adaptar material instrucional da Embrapa para facilitar o processo de aprendizagem na web.

### 1.4 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral identificar critérios informacionais, a partir da análise sistemática de estudos empíricos sobre a consistência dos princípios preconizados pela Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, que possam ser utilizados na elaboração e na adaptação de material instrucional multimídia na web, de modo a

maximizar a aprendizagem e a transferência cognitiva de conhecimento técnico especializado.

Para atender a esse objetivo geral, foram definidos quatro objetivos específicos conforme apresentado a seguir.

#### **1.4.1 Objetivos Específicos**

- a) Verificar a consistência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, a partir de uma análise sistemática dos experimentos publicados na literatura;
- b) Avaliar o material instrucional multimídia contido nas páginas do programa Dia de Campo na TV, produzido pela Embrapa, à luz dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia;
- c) Analisar comparativamente e propor sugestões para adaptação do conteúdo instrucional multimídia do DCTV, de modo a facilitar o processo de construção do conhecimento por parte dos públicos-alvo da Empresa;
- d) Organizar uma lista de recomendações que favoreçam o processo de aprendizagem para subsidiar a criação de novos conteúdos instrucionais.

#### **1.5 ESCOPO E DELIMITAÇÕES DA PESQUISA**

Este estudo concentra-se no tema aprendizagem multimídia e busca fundamentar-se na Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer e nos princípios preconizados por ela. Está intimamente relacionado aos aspectos de ensino-aprendizagem, mas não pretende se aprofundar nos estudos de aprendizagem da Psicologia, da Pedagogia, nas ciências do comportamento e do ensino, nem discutir as diversas correntes de pensamento das Teorias de Aprendizagem, como a teoria de estímulo-resposta e o próprio cognitivismo. Contribuições específicas de estudiosos como Piaget, Gardner, Vygotsky, entre outros pensadores, bem como estudos da percepção da Gestalt, os quais se ocupam em explicar como ocorre o processo de formação do ser humano, desde o seu nascimento até a vida adulta, são questões que estão, de uma ou de outra forma, relacionadas às práticas escolares e à vida social do indivíduo, o que foge ao escopo pretendido deste trabalho.

A vertente educacional deste estudo busca socializar o conhecimento por meio da Internet. Conseqüentemente, não envolve o ciclo completo de desenvolvimento de um

produto específico para EAD, cujo modelo se relaciona às etapas de análise do problema, design, desenvolvimento, implementação e avaliação, conhecido como Modelo ADDIE – *Analyse, Design, Develop, Implement and Evaluate*. Tal estudo, desenvolvido por designers instrucionais, analisa todo o processo de concepção de um material instrucional a ser utilizado no ambiente educacional, não necessariamente na web. Envolve não apenas o desenvolvimento de estratégias de apresentação de conteúdos, considerando os objetivos da aprendizagem e o perfil do aluno, mas também o planejamento da aula, o desenvolvimento de exercícios para fixação e de testes para medir a aprendizagem, o treinamento de facilitadores e a realização do treinamento em si; prevê momentos de interação entre professor e aluno e outros eventos, além da avaliação de todo o processo de treinamento para retroalimentar o ciclo de desenvolvimento do projeto de treinamento. O Modelo ADDIE, mais abrangente que o desenvolvimento do material instrucional propriamente dito, engloba a questão da aprendizagem multimídia em seu ciclo, podendo beneficiar-se deste estudo na fase de concepção do material instrucional a ser produzido com o uso de recursos multimídia.

Aspectos relativos às adaptações para a utilização de material multimídia por portadores de necessidades especiais serão considerados de forma generalizada, pois pressupõe-se a aderência do material instrucional multimídia aos preceitos de acessibilidade<sup>4</sup>, sempre que possível. De outro modo, seriam necessários dados e experimentos específicos para avaliação da aprendizagem e para validação dos princípios da CTML com público característico.

Este estudo, portanto, pretende analisar a consistência dos princípios da teoria de Mayer, com base na literatura disponível sobre o tema, e prover um resultado específico para compreender as particularidades do processo de aprendizagem com a utilização de recursos multimídia, segundo a CTML. Tal análise servirá para um melhor aproveitamento de material instrucional multimídia disponibilizado em páginas web do programa da Embrapa – Dia de Campo na TV –, e poderá ser aplicado também a outros produtos da Empresa, visando a favorecer o processo de transferência cognitiva de conhecimento conforme o público-alvo.

---

<sup>4</sup> Para mais informações, consultar as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG, do inglês *Web Content Accessibility Guidelines*) 2.0. Disponível em: <[www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/](http://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa conduzida nessa dissertação é de natureza quanti-qualitativa, bibliográfica, baseada na literatura e feita de maneira sistemática. Em paralelo, foi desenvolvido um estudo analítico de conteúdos multimídia do programa DCTV.

Inicialmente, com a intenção de identificar os autores que tratam da temática sobre aprendizagem multimídia, foi realizada a busca geral por assunto no Portal de Periódicos da Capes<sup>5</sup>, pelo termo “*multimedia learning*”, que retornou como resultado 4.097<sup>6</sup> itens. O primeiro autor que aparece com o maior número de publicações é Richard E. Mayer, somando-se todas as grafias em que ocorre o seu nome – Mayer, Richard E. (104); Mayer, Re (73); Mayer, Richard (53); Mayer, R.E. (44) –, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Principais autores e números de publicações resultantes da busca pelo termo “*multimedia learning*”

Incluir	Excluir	Autor
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mayer, Richard E. (104)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mayer, Re (73)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mayer, Richard (53)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Anonymous (51)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mayer, R.E. (44)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Scheiter, Katharina (39)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plass, Jan L. (28)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Leutner, Detlev (25)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Moreno, Roxana (25)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gerjets, Peter (22)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Brünken, Roland (18)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schnotz, Wolfgang (17)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plass, Jan (17)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schüler, Anne (13)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Park, Babette (11)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eitel, Alexander (11)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fiorella, Logan (9)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cheon, Jongpil (8)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rummer, Ralf (7)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Leopold, Claudia (6)

**Fonte:** Portal de Periódicos da Capes.

Disponível em:

<<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>.

Acesso em: 18 jan. 2017.

<sup>5</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), fundação do Ministério da Educação (MEC) da República Federativa do Brasil para expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação e promoção da cooperação científica internacional, cujo Portal de Periódicos oferece acesso a textos completos disponíveis em mais de 37 mil publicações periódicas, internacionais e nacionais, e a diversas bases de dados que reúnem desde referências e resumos de trabalhos acadêmicos e científicos até normas técnicas, patentes, teses e dissertações dentre outros tipos de materiais, cobrindo todas as áreas do conhecimento. Fonte: Portal de Periódicos Capes. Disponível em: <[www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br/)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

<sup>6</sup> Posição em 18 de janeiro de 2017.

Também aparecem, na lista dos primeiros vinte autores com maior número de publicações sobre o tema, parceiros de Mayer e outros autores que fundamentam seus experimentos na Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning – CTML*) de Richard Mayer, tais como: Katharina Scheiter, Jan L. Plass, Detlev Leutner e Roxana Moreno, entre outros.

Esse resultado reforçou a importância de Richard Mayer e da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia proposta pelo autor e parceiros. Assim, esta pesquisa considera ser a teoria de Mayer uma das principais fontes de estudo e de pesquisas sobre os princípios a serem aplicados na elaboração de material multimídia visando à melhoria no processo de aprendizagem e, por conseguinte, foi adotada como base desta pesquisa para avaliação dos programas Dia de Campo na TV da Embrapa.

A partir desse achado inicial, para alcançar os objetivos propostos nessa dissertação, foi conduzida a revisão sistemática de literatura (RSL) com foco quanti-qualitativo para verificar a consistência dos princípios da CTML, fundamentada nos resultados dos experimentos realizados pelos estudos primários contidos nas bases de dados *Scopus (Elsevier)*<sup>7</sup> e *Web of Science*. A busca nessas duas bases de dados foi realizada por meio do Portal de Periódicos da Capes, que oferece acesso a textos completos das publicações.

Cooper e Hedges (1994) apresentam a definição de revisão de literatura a partir do Manual do ERIC<sup>8</sup> (*Education Resources Information Center – Centro de Informação em Recursos Educacionais*) como a “análise e síntese de informação, focada em achados e não apenas em citações bibliográficas, resumizando a essência da literatura e tirando conclusões a partir dela” (ERIC 1982, p. 85 apud COOPER; HEDGES, 1994, p. 4, tradução nossa), e ressaltam que todas as definições têm em comum a noção de que são estudos secundários, baseados em publicações contendo informações primárias. A síntese ou integração de pesquisa, portanto, envolve a tentativa de descobrir as consistências e considerar a variabilidade em estudos aparentemente similares (COOPER; HEDGES, 1994).

Segundo Glasziou et al. (2001), o propósito da revisão sistemática de literatura é avaliar e interpretar as evidências das pesquisas disponíveis para uma questão em particular,

---

<sup>7</sup> Maior fonte referencial de literatura técnica e científica revisada por pares. Scopus permite uma visão ampla de tudo que está sendo publicado cientificamente sobre um tema, permitindo que sua equipe de pesquisadores tenha uma quantidade de informações suficientes para basear seus projetos, desde a pesquisa básica, aplicada e até mesmo a inovação tecnológica. Disponível em: <<http://www.americalatina.elsevier.com/corporate/scopus.php>>. Acesso em 14 mar. 2017.

<sup>8</sup> O Manual de Processamento do ERIC define regras e diretrizes para aquisição, seleção e processamento técnico de documentos e artigos de periódicos pelos vários componentes da rede ERIC.

onde é feita uma tentativa de identificar todas as pesquisas primárias relevantes. Os estudos selecionados são sistematicamente sintetizados, por vezes quantitativamente sintetizados. Envolve a cuidadosa e sistemática coleta, medição e síntese de dados. Difere, portanto, da revisão de literatura convencional, onde os trabalhos prévios são descritos mas não são sistematicamente identificados, avaliados pela qualidade e sintetizados. Os autores apresentam o método de RSL composto por cinco etapas: busca de estudos; apreciação e seleção de estudos; sumarização e síntese dos estudos relevantes; e determinação da aplicabilidade dos resultados (GLASZIOU et al., 2001).

Assim, após a RSL, os resultados apurados foram aplicados na análise de material instrucional contido em páginas do programa Dia de Campo na TV, disponíveis online no portal da Embrapa, conforme os objetivos propostos.

## 2.1 METODOLOGIA PARA A REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Após identificar a CTML como sendo uma das teorias mais difundidas e pesquisadas pelos estudiosos sobre o tema ‘aprendizagem multimídia’, foi conduzida a revisão sistemática de literatura para verificar a consistência de seus princípios, com base nos resultados considerados significativos pelos estudos primários, e para buscar evidências de como, quando e para quem os princípios da teoria funcionam.

### 2.1.1 Amostragem da literatura para a revisão sistemática

O universo considerado para a revisão sistemática da literatura foram os estudos contidos nas bases de dados *Scopus (Elsevier)* e *Web of Science – Coleção Principal (Thomson Reuters Scientific)*, que realizaram experimentos e testes de aprendizagem a partir de material instrucional multimídia, evidenciando os resultados da aplicação dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia em grupos de estudos diversos, recuperados por meio de busca específica.

Foram considerados somente artigos publicados a partir de 2001 – quando foi publicada a CTML – e que possuem resumo (*abstract*) com informações completas sobre os experimentos realizados e sobre os resultados obtidos, ou cujo texto completo pode ser recuperado.

### 2.1.2 Caracterização da amostra

Foram buscados estudos empíricos que fazem referência à Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia a partir da união dos termos *cognitive theory* e *multimedia learning* a pelo menos um dos doze princípios da teoria de Mayer, quais sejam: coerência (*coherence*), sinalização (*signaling*), redundância (*redundancy*), contiguidade espacial e temporal (*spacial contiguity* e *temporal contiguity*), segmentação (*segmenting*), treinamento prévio (*pre-training*), modalidade (*modality*), multimídia (*multimedia*) e personalização do texto, da voz e da imagem (*personalization, voice* e *image*).

Dentro deste universo, foram selecionados artigos que avaliaram a aprendizagem por meio de testes de retenção, de transferência, de memorização, de compreensão ou de desempenho (*performance*).

Não fizeram parte deste trabalho estudos de caso, revisões ou meta-análises, pesquisas com realidade aumentada (*augmented reality*) e com jogos, estudos de aprendizagem de língua estrangeira e de vocabulário, e estudos com diagramas de caso de uso (*use case diagram*), comuns no desenvolvimento de sistemas computacionais, por se tratarem de temas específicos com objetivos distintos da validação dos princípios da CTML em si.

Para cada artigo considerado, foram analisados se os resultados dos experimentos realizados foram ou não consistentes com os princípios da CTML, conforme o tipo de teste utilizado. O princípio foi considerado consistente quando o experimento realizado pelo estudo primário obteve resultado estatisticamente significativo no desempenho dos alunos em testes de aprendizagem.

### 2.1.3 Definição dos eixos conceituais da RSL

Como estratégia para elaboração da questão de pesquisa em busca de estudos para a RSL, foram utilizados os eixos conceituais relacionados no anagrama PICO – População, Intervenção, Comparação e desfecho ou resultado (do inglês *Outcome*), muito utilizado na área médica. Citado por Glasziou et al (2001), o método PICO é uma estratégia para desdobramento da questão em seus elementos fundamentais a serem contemplados na busca.

A população é o primeiro elemento e se refere ao recorte dos sujeitos investigados. Nessa pesquisa, este eixo conceitual abrange os estudos relacionados ao tema aprendizagem multimídia (*multimedia learning*) e à teoria de Mayer (*cognitive theory*) e seus princípios, a

saber: coerência (*coherence*), sinalização (*signaling*), redundância (*redundancy*), contiguidade especial e temporal (*spacial contiguity* e *temporal contiguity*), segmentação (*segmenting*), treinamento prévio (*pre-training*), modalidade (*modality*), multimídia (*multimedia*) e personalização do texto, da voz e da imagem (*personalization, voice e image*).

A intervenção representa que tipo de ação interposta pelo estudo se deseja analisar. Assim, foram considerados aqueles que tenham realizado experimentos, validações e implicações dos princípios da CTML, cujo objetivo seja aprofundar as pesquisas, validar ou refutar os princípios de design instrucional preconizados pela Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer.

A comparação é um elemento opcional, aplicável para pesquisas que visem a comparar a causa de uma intervenção, e não foi adotado por não ser o objetivo desse trabalho.

O desfecho ou resultados são os tipos de impactos que serão considerados para a intervenção definida na população selecionada. Nessa pesquisa, este eixo conceitual considera os métodos de avaliação ou testes para medir o nível ou grau de aprendizagem de alunos ou grupos de estudo e de controle, aos quais foram aplicados os princípios de design instrucional da CTML. Dentre os tipos de testes realizados para avaliar a aprendizagem obtida pelos aprendizes, os mais comuns são os testes de retenção (memorização) e de transferência. Além desses, foram identificados também testes de correspondência, de compreensão e de desempenho.

#### **2.1.4 Expressões de busca utilizadas nas fontes de pesquisa**

A partir da união dos três eixos conceituais da RSL (população, intervenção e resultados), foi gerada uma relação de termos para busca nas bases de dados.

O Quadro 1 apresenta a lista de termos utilizados nas buscas da revisão sistemática, por eixo conceitual. O idioma utilizado na busca foi apenas o inglês<sup>9</sup>, por ser o idioma obrigatório para descrição do resumo (*abstract*) dos trabalhos depositados nos periódicos editados em outra língua, por ser o idioma mais utilizado pela comunidade científica e por abranger a maior parte dos trabalhos indexados nas bases de dados consideradas nesse trabalho. Assim, estudos em outros idiomas, inclusive o português, foram abarcados pela busca inicial.

---

<sup>9</sup> Como esperado, as simulações com os termos em inglês retornaram estudos em espanhol, francês e alemão, enquanto as simulações com os termos em português retornaram registros já encontrados na pesquisa a partir do termo em inglês. Por isso, a busca por termos em outros idiomas que não o inglês foi abandonada.

Quadro 1 – Termos utilizados na Revisão Sistemática de Literatura

Eixo conceitual 1: População		Eixo conceitual 2: Intervenção	Eixo conceitual 3: Resultados
<b>Teoria de aprendizagem multimídia</b>	<b>Princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia</b>	<b>Estudos empíricos</b>	<b>Testes de avaliação e aprendizagem</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “<i>cognitive theory</i>”</li> <li>• “<i>multimedia learning</i>”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>coherence</i></li> <li>• <i>signaling</i></li> <li>• <i>redundancy</i></li> <li>• “<i>spatial contiguity</i>”</li> <li>• “<i>temporal contiguity</i>”</li> <li>• <i>segmenting</i></li> <li>• <i>pre-training</i></li> <li>• <i>modality</i></li> <li>• <i>multimedia</i></li> <li>• <i>personalization</i></li> <li>• <i>voice</i></li> <li>• <i>image</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>experiment</i></li> <li>• <i>validation</i></li> <li>• <i>implication</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>recall</i></li> <li>• <i>retention</i></li> <li>• <i>transfer</i></li> <li>• <i>comprehension</i></li> <li>• <i>performance</i></li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Também foram definidos os termos que deveriam ser excluídos da busca, por refletirem interesses alheios aos objetivos desta pesquisa. Foram eles:

- *meta-analysis, review*;
- “*augmented reality*”;
- *game*;
- “*foreign language*”;
- *vocabulary*; e
- “*use case diagram*”.

A seguir são apresentadas as expressões de busca utilizadas em cada uma das bases consultadas:

**Scopus:** ( TITLE-ABS-KEY ( "cognitive theory" OR "multimedia learning" ) AND TITLE-ABS-KEY ( ( coherence OR signaling OR redundancy OR "spatial contiguity" OR "temporal contiguity" OR segmenting OR pre-training OR modality OR multimedia OR personalization OR voice OR image ) AND ( principle OR effect ) ) AND ABS ( experiment OR validation OR implication ) AND ABS ( recall OR retention OR transfer OR comprehension OR performance ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( meta-analysis OR review OR "augmented reality" OR game OR "foreign language" OR vocabulary OR "use case diagram" ) ) AND DOCTYPE ( ar ) AND PUBYEAR > 2000

*Web of Science: TOPIC: ("cognitive theory" OR "multimedia learning") AND TOPIC: ((coherence OR signaling OR redundancy OR "spatial contiguity" OR "temporal contiguity" OR segmenting OR pre-training OR modality OR multimedia OR personalization OR voice OR image ) AND ( principle OR effect )) AND TOPIC: (experiment or validation or implication) AND TOPIC: (recall OR retention OR transfer OR comprehension OR performance) NOT TOPIC: (meta-analysis OR review OR "augmented reality" OR game OR "foreign language" OR vocabulary OR "use case diagram")*

*Timespan: 2001-2017.*

Após realizar a busca em cada uma das bases de dados, foram apurados os seguintes resultados: 61 artigos na base *Scopus* e 66 na *Web of Science* (posição em 15 de fevereiro de 2017). Desses 127 artigos, 51 foram repetidos (aparecem nas duas bases), restando 76 para leitura do resumo (*abstract*) e aplicação dos critérios de exclusão a seguir.

### **2.1.5 Critérios de exclusão**

Conforme definido na metodologia, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão:

- a) sem texto completo disponível na base e sem resumo ou com resumo incompleto → 1 artigo;
- b) não pertinente ao tema → 10 artigos;
- c) não realiza experimento com princípios da CTML → 18 artigos.

Após eliminados os artigos segundo os critérios de exclusão acima, restaram **47** (quarenta e sete) estudos para verificação da consistência dos princípios da CTML, segundo o resultado apurado pela autoria dos estudos primários. A referência completa dos artigos considerados encontra-se no apêndice desta obra.

### **2.1.6 Metodologia para a sistematização dos resultados da RSL**

Para a sistematização dos achados, foi utilizada uma planilha identificando, em cada linha, o artigo e o princípio testado. Artigos que testaram mais de um princípio ocuparam mais

de uma linha. Nas colunas foram colocados os resultados obtidos pelos estudos para cada tipo de teste de aprendizado realizado (retenção, transferência e outros). Concluída a avaliação dos artigos considerados na RSL, foi feita a consolidação dos achados para identificar o grau de consistência de cada princípio da CTML, segundo a literatura pesquisada.

Definiu-se que o princípio testado pelo experimento seria considerado consistente se o desempenho dos alunos nos testes de aprendizagem com a aplicação do princípio fosse estatisticamente superior ao resultado sem a aplicação do princípio. Alternativamente, considerou-se não-consistente quando o desempenho dos alunos nos testes de aprendizagem era o mesmo, ou seja, quando não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de estudo (com e sem a aplicação do princípio) ou o resultado com a aplicação do princípio foi pior.

Na revisão sistemática de literatura, foi possível identificar conceitos, teorias, efeitos e estratégias sobre a aprendizagem multimídia, os quais foram evidenciados pelos pesquisadores dos estudos revisados. Esses achados foram relatados com os resultados desta pesquisa em relação à consistência dos princípios.

Por fim, foi criado um quadro resumo com a relação dos doze princípios da CTML e uma breve descrição de cada um deles, associada aos efeitos decorrentes, bem como as recomendações e observações apuradas nos estudos analisados na RSL (dados qualitativos). A partir deste quadro, foi possível evidenciar como, quando e para quem cada princípio da CTML funcionou, a fim de subsidiar as recomendações para o desenvolvimento de material instrucional multimídia.

Na etapa final dessa pesquisa, os achados da RSL deram suporte às recomendações e justificativas para a aplicação ou não de determinado princípio nos programas DCTV, segundo o perfil do público-alvo e os objetivos instrucionais que se deseja atingir.

## 2.2 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS DCTV

Com foco no público técnico extensionista, foi selecionada uma amostra das páginas web do programa DCTV e buscados materiais instrucionais com características multimídia, ou seja, conteúdos que buscassem ensinar um processo ou tecnologia desenvolvido pela Empresa e parceiros, e que contivessem pelo menos dois modos distintos de apresentação da informação – texto, imagem, áudio, vídeo, animação etc. – para avaliação à luz dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer (2009).

Para seleção da amostra, foram identificados quatro programas veiculados nos últimos três anos, com foco em temas que tragam instruções sobre um processo, produto ou tecnologia e que sejam relevantes para os dias atuais. São eles: (1) compostagem orgânica vegetal, uma tecnologia para produção de adubos orgânicos que evita problemas ambientais; (2) uso de cisternas para a captação de água da chuva; (3) aquaponia, que apresenta o sistema de produção de peixes e vegetais com baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico gerado; e (4) produção de mudas de mogno africano, alternativa ao mogno nativo da floresta amazônica, que teve seu corte proibido devido à exploração predatória. Acredita-se que essa amostra seja suficiente para exemplificar a aplicação dos princípios da teoria e promover o interesse no aperfeiçoamento de material multimídia produzido pela Embrapa e parceiros para fortalecer o processo de transferência de tecnologia.

Cada programa foi analisado segundo o nível de adoção dos princípios da CTML. Para cada um dos doze princípios da teoria foi atribuído um indicador de 0 a 3 pontos, conforme o grau de uso/aplicação das recomendações da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, explicitado no Quadro 2. A pontuação final da avaliação de cada programa foi calculada numa regra de 3 simples, cuja contagem máxima de 36 pontos (3 x 12 princípios) equivale a 100%.

Quadro 2 – Indicadores de uso/aplicação dos princípios da CTML

<b>Indicador Princípio</b>	<b>0 (não usa)</b>	<b>1 ponto (usa pouco)</b>	<b>2 pontos (usa muito)</b>	<b>3 pontos (usa plenamente)</b>
<b>Coerência</b>	Possui três ou mais tipos de detalhes sedutores: texto, imagem e som.	Possui dois tipos de detalhes sedutores.	Possui pelo menos um tipo de detalhe sedutor: ou texto ou imagem ou som.	Não possui detalhes sedutores.
<b>Sinalização</b>	Não usa.	Usa pelo menos um tipo de sinalização.	Usa dois tipos de sinalização.	Usa plenamente: imagem sinalizada, texto sinalizado, título significativo e outros.
<b>Redundância</b>	Possui três ou mais elementos redundantes (texto, imagem e áudio redundantes).	Possui dois elementos redundantes.	Possui pelo menos um elemento redundante.	Não possui texto nem imagem nem som redundante.
<b>Contiguidade espacial</b>	Nenhuma ocorrência de imagem e texto está próxima (no mesmo espaço de visualização).	Apenas algumas ocorrências de imagem e texto estão próximas.	Grande parte das ocorrências de imagem e texto estão próximas.	Todas as ocorrências de imagem e texto estão próximas.

<b>Indicador Princípio</b>	<b>0 (não usa)</b>	<b>1 ponto (usa pouco)</b>	<b>2 pontos (usa muito)</b>	<b>3 pontos (usa plenamente)</b>
<b>Contiguidade temporal</b>	Não usa nenhuma ocorrência de imagem e narrativa de forma simultânea.	Apenas algumas ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.	Grande parte das ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.	Todas as ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.
<b>Segmentação</b>	A sequência é automática, onde o aluno não controla o ritmo da apresentação.	Apenas alguns conteúdos são apresentados em segmentos onde o próprio aluno controla o ritmo.	Grande parte do conteúdo é apresentado em segmentos onde o próprio aluno controla o ritmo.	Todo o conteúdo é apresentado em segmentos onde o próprio aluno controla o ritmo.
<b>Treinamento prévio</b>	Os termos e características chave dos componentes da matéria não são esclarecidos previamente.	Apenas alguns termos e características chave dos componentes da matéria são esclarecidos previamente.	A maioria dos termos e características chave dos componentes da matéria são esclarecidos previamente.	Todos os termos e características chave dos componentes da matéria são esclarecidos previamente.
<b>Modalidade</b>	Não são explorados os dois canais: auditivo e visual.	Em apenas algumas partes do material são explorados os dois canais.	Em grande parte do material são explorados os dois canais.	Em todo o material são explorados os dois canais.
<b>Multimídia</b>	Usa apenas uma mídia: ou texto ou imagem.	Usa as duas mídias em algumas situações.	Usa as duas mídias em grande parte do material.	Explora bem as duas mídias (texto impresso e falado; imagem estática e dinâmica).
<b>Personalização do texto</b>	Usa linguagem formal com muitos termos técnicos.	Usa linguagem formal com poucos termos técnicos ou linguagem informal com muitos termos técnicos.	Usa linguagem informal com poucos termos técnicos.	Usa linguagem informal acessível, sem termos técnicos ou explicando-os sempre.
<b>Voz</b>	Usa apenas voz computadorizada.	Usa voz humana algumas vezes. Na maior parte usa voz computadorizada.	Usa voz humana na maioria das vezes. Raramente usa voz computadorizada.	Usa sempre voz humana com características do público-alvo (sotaque por exemplo).
<b>Imagem</b>	Não possui agente pedagógico.	Possui agente pedagógico sem animação (estático).	Possui agente pedagógico animado.	Possui agente animado com caracterização do público-alvo.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Concluída a avaliação da consistência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e a análise dos programas à luz da teoria, por meio do sistema de

pontos apresentados no Quadro 2, foram elaboradas observações e sugestões de ajuste para que os conteúdos instrucionais apresentados no programa sejam mais facilmente apreendidos no ambiente *online*. Além disso, recomendações para a criação de novos conteúdos instrucionais multimídia para disponibilização em páginas web do Dia de Campo na TV foram elaboradas, levando-se em consideração a consistência dos princípios da CTML apurada na revisão sistemática. Essa lista de recomendações também poderá ser utilizada como um norteador na criação de novos materiais instrucionais multimídia para outros produtos, como por exemplo as páginas do programa de rádio Prosa Rural<sup>10</sup>, dos Sistemas de Produção<sup>11</sup> e outros que visem favorecer o processo de aprendizagem na web conforme as especificidades do público que se deseja atingir.

---

<sup>10</sup> Para mais informações, consultar o site do programa no portal da Embrapa. Disponível em: <[www.embrapa.br/prosa-rural](http://www.embrapa.br/prosa-rural)>. Acesso em: 17 fev. 2017.

<sup>11</sup> Para mais informações, consultar o site do programa no portal da Embrapa. Disponível em: <[www.embrapa.br/sistemasdeproducao](http://www.embrapa.br/sistemasdeproducao)>. Acesso em: 17 fev. 2017.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No período pós-Segunda Guerra, o grande volume e o valor da informação gerada pelas pesquisas científicas direcionadas ao esforço dos últimos anos de guerra começaram a ser apontados por Vannevar Bush (1945), ao publicar *As We May Think*, destacando “o problema da informação em ciência e tecnologia e possíveis entraves que haveriam para organizar e repassar à sociedade as informações mantidas secretas durante a guerra” (BARRETO, 2002, p. 69). A Ciência da Informação (CI), nesse tempo, voltava-se para o desenvolvimento da gestão da informação, em que o principal problema a ser resolvido era o de “ordenar, organizar e controlar uma explosão de informação, para o qual o instrumental e as teorias da época não tinham uma solução preparada” (BARRETO, 2002, p. 71).

Embora as questões de gestão de estoques de informação continuassem atuais, uma década depois do surgimento dos principais autores e atores do cognitivismo ou da Ciência da Cognição, nos anos 60 – interessados em compreender o “comportamento assimilado por conhecimento em seres humanos, máquinas e na interação dos dois” (BARRETO, 2002, p. 72) – o cognitivismo chegou à CI, para enfatizar a relação da informação com o conhecimento:

Se antes havia uma razão prática e uma premissa técnica e produtivista para a administração e o controle dos estoques [de informação], agora a reflexão, o ensino e a pesquisa passaram a considerar as condições da melhor forma de passagem da informação para a realidade dos receptores; a promessa do conhecimento teria que considerar o indivíduo, seu bem-estar e suas competências para assenhorear-se da informação (BARRETO, 2002, p. 72).

Ainda segundo Barreto (2002), tem-se agora o tempo do conhecimento interativo, em que o conhecimento assumiu novo *status* após a Internet, que trouxe modificações relacionadas ao tempo e ao espaço, quando “os espaços de informação agregaram em um mesmo ambiente de comunicação os estoques de itens de informação, as memórias, os meios de transferência e a realidade de convívio dos receptores de informação” (BARRETO, 2002, p. 73).

Partindo-se da premissa de que conhecimento só existe na mente humana, conforme preconizado por estudiosos da CI – o conhecimento, fora desse contexto, é visto como informação, e não se transfere ou compartilha com facilidade ou espontaneidade (ALVARENGA NETO; BARBOSA; PEREIRA, 2007), o processo de ensino-aprendizagem torna-se tarefa não trivial.

### 3.1 APRENDIZAGEM ASSISTIDA PELAS NOVAS TECNOLOGIAS

Recorrendo ao dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, a palavra aprendizagem nos remete ao mesmo que aprendizado, que é o ato, processo ou efeito de aprender (HOUAISS; VILLAR, 2001). Na etimologia francesa, *apprentissage* (1395) refere-se à ação de aprender um ofício ou profissão. Novamente amparado naquele dicionário para uma melhor compreensão do significado de aprender, do latim *apprendo* (< *apprehendo* < *adprehendo* < *adpraehendo*), obtém-se: 1. adquirir conhecimento (de), a partir de estudo, instruir-se; 2. adquirir habilidade prática (em); 3. vir a ter melhor compreensão (de algo), esp. pela intuição, sensibilidade, vivência, exemplo.

A aprendizagem, portanto, é um processo de aquisição de conhecimento. Contudo, podemos considerar que a aprendizagem não é simplesmente um ato de acrescentar informação à memória (processo de memorização), onde o aprendiz tem um papel de receptor passivo de informações. Mais que isso, é um processo de construção do conhecimento, onde o aluno torna-se um personagem ativo no processo de significação (do inglês *active sense maker*) (CLARK; MAYER, 2011).

No século passado, a invenção do cinema, do rádio e da televisão criou grandes expectativas para a melhoria do sistema educacional ao redor do mundo. Acreditava-se que essas tecnologias pudessem revolucionar o ensino e até mesmo substituir os livros didáticos e a lousa. Mais recentemente, com a invenção do computador pessoal, também surgiram promessas em relação a um maior potencial educacional com as tecnologias *online*. O advento dessas novas tecnologias causou uma corrida para a implementação de soluções de ponta nas escolas, gerando uma grande expectativa no processo de aprendizagem, em parte não atendida.

Para Mayer (2009), o resultado desapontador do uso de recursos audiovisuais no processo de aprendizagem deve-se à abordagem centrada na tecnologia – os esforços de implementação estavam baseados no que a tecnologia poderia oferecer e não em como promover a aquisição do conhecimento. Ou seja, em vez de adaptar a tecnologia para servir às necessidades de aprendizagem humana, os seres humanos foram forçados a se adaptar às demandas das tecnologias emergentes. O foco maior era “dar acesso às novas tecnologias em vez de auxiliar as pessoas a aprenderem com a ajuda da tecnologia” (MAYER, 2009, p. 12, tradução nossa).

### 3.2 CONOTAÇÃO DO TERMO "MULTIMÍDIA"

O termo multimídia tem sido amplamente utilizado na literatura, normalmente associado ao uso do computador. Uma instrução multimídia, no entanto, pode significar coisas diferentes para pessoas diferentes. Comumente, aplica-se o termo multimídia para qualquer combinação de texto, imagem, animação, som e vídeo. Mas para Grimes e Potel (1991), colocar duas ou mais mídias fisicamente juntas não significa ter um ambiente multimídia se elas não estiverem integradas.

Estar sentado numa sala de aula, ouvir o instrutor fazer uma explanação oral e assistir, simultaneamente, à exposição do conteúdo em slides, com textos e imagens acerca do assunto que está sendo explicitado, já caracteriza o aspecto multimídia da mensagem com o uso de som (voz do instrutor), de texto (falado e escrito) e de imagem (apresentada em slides). O simples fato de assistir a um vídeo pode ser chamado de uma experiência multimídia, porque tanto imagens como sons estão presentes.

Segundo Mayer (2009), o termo multimídia, quando usado como substantivo, pode se referir à tecnologia utilizada para apresentar material tanto em formato visual quanto em formato verbal. Como adjetivo, o termo pode ser usado nas expressões **aprendizagem multimídia**, **mensagem multimídia** e **instrução multimídia**, por exemplo.

Aprendizagem multimídia ocorre quando o aluno usa informação presente em dois ou mais formatos para construir o conhecimento (MAYER; SIMS, 1994). Em outro trabalho, Mayer e Moreno (2003) definem aprendizagem multimídia como o aprendizado por meio de textos e imagens. Textos podem ser escritos (impressos numa tela de computador, por exemplo) ou falados (uma narrativa, por exemplo), enquanto imagens podem ser estáticas (fotos, ilustrações, gráficos, mapas etc.) ou dinâmicas (animações, vídeos etc.).

Analogamente, uma mensagem multimídia ou apresentação multimídia refere-se a uma mensagem ou apresentação que envolve textos e imagens; e instrução multimídia (ou mensagem instrucional multimídia ou apresentação instrucional multimídia) designa uma apresentação envolvendo textos e imagens com a intenção de promover a aprendizagem (MAYER; MORENO, 2003).

Mayer (2009) ressalta que uma apresentação instrucional multimídia costuma ser vista de três maneiras: (1) baseada no dispositivo utilizado para fornecer o conteúdo instrucional (*delivery media*); (2) baseada nos modos de apresentação ou formatos representacionais, utilizados para apresentar o conteúdo instrucional (*presentation modes*); (3) ou baseada nas

modalidades sensitivas que o aluno usa para receber a mensagem instrucional (*sensory modalities*). O autor aponta que a visão do termo multimídia baseada no dispositivo (ou equipamento) de entrega é a mais comum, mas ele a repudia em sua teoria. Essa visão considera toda mensagem transmitida por mais de um dispositivo como uma apresentação multimídia. Sendo assim, uma aula com a voz do professor transmitida pelo microfone/autofalante com a apresentação simultânea de slides pelo computador/datashow, mesmo que os slides contenham apenas texto, seria considerada uma apresentação multimídia nessa visão, pois utiliza mais de um dispositivo. Igualmente, slides contendo apenas texto sendo reproduzidos simultaneamente por áudio também são considerados material multimídia nessa abordagem. Por outro lado, um livro contendo texto impresso e imagens, mesmo que as imagens sejam informativas e esclarecedoras dentro do contexto e texto e imagem estejam integrados, não seria considerado material multimídia, por exemplo, pois neste caso a mensagem é transmitida somente por um dispositivo, o livro. Na opinião de Mayer (2009), essa visão focada no dispositivo, e não no aluno, desconsidera um aspecto muito importante na concepção de sua teoria, que é o modo como as pessoas aprendem.

Na segunda visão do termo multimídia destacada por Mayer (2009), o foco está no modo como a mensagem é representada, como, por exemplo, o uso de texto e imagens. Assim, até mesmo um livro impresso com texto e imagens pode ser considerado um material multimídia. Essa visão é consistente com a abordagem centrada no aluno, pois admite a capacidade do aluno em usar mais de um sistema de codificação para representar o conhecimento na mente, como as representações verbal e imagética.

Na terceira visão, também consistente com a abordagem centrada no aluno, o termo multimídia significa envolver dois ou mais sistemas sensoriais humanos, ou seja, em vez de focar no dispositivo ou no código usado para representar a informação, a visão baseada nas modalidades sensitivas foca nos sentidos que o aluno utiliza para perceber a informação, como a visão e a audição (MAYER, 2009). Essa perspectiva também aparece na definição de Grimes e Potel (1991), que relaciona o termo multimídia ao aspecto multissensorial. Em sentido estrito, essa visão aplica-se mais ao termo multimodal, o qual se refere à ideia de que o aluno usa mais de uma modalidade sensitiva para construir o conhecimento (MAYER; SIMS, 1994).

Assim, a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning – CTML*), de Richard Mayer, foi concebida com base na forma como as pessoas aprendem, e considera a segunda e a terceira visões do termo multimídia, ou seja, o

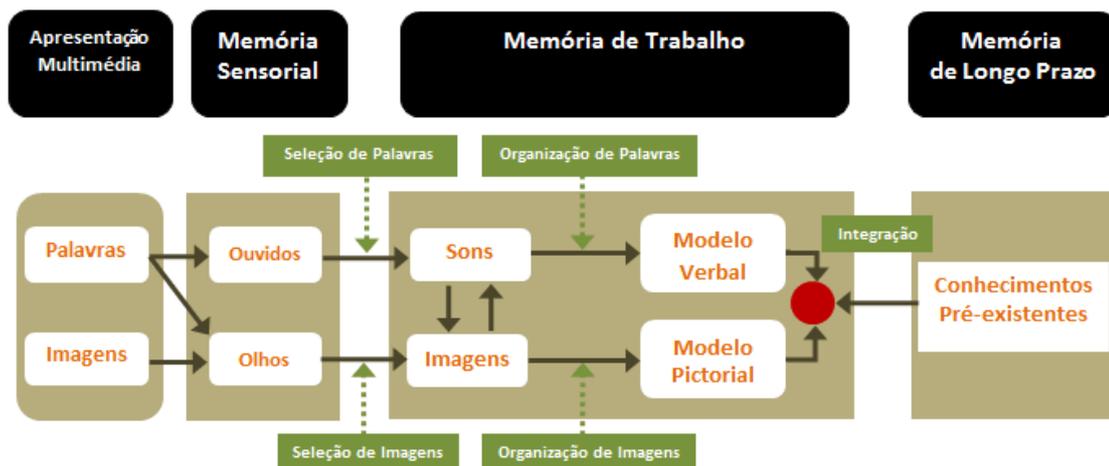
modo como a mensagem é representada (verbal e imagético) e as modalidades sensitivas do aluno (visual e auditiva).

### 3.3 A TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (CTML)

Partindo da hipótese de que “as pessoas aprendem melhor com textos e imagens do que com texto isoladamente” (MAYER, 2009, p. 59, tradução nossa), a *CTML*, de Richard Mayer, baseia-se em estudos que visavam explicar os fenômenos associados à aprendizagem por meio de textos e imagens, e aponta princípios de design instrucional, baseados em experimentos, que facilitam o processo de aprendizagem.

A Figura 2 ilustra o modelo da CTML, conforme proposta por Richard Mayer.

Figura 2 – Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer



Fonte: Mayer (2009, p. 61, tradução Eduardo Soeiro<sup>12</sup>).

Baseado em pesquisas na área de ciências cognitivas, três pressupostos básicos foram adotados para a concepção da teoria de Mayer sobre como ocorre a aprendizagem multimídia: o pressuposto do *duplo canal*, que define que o ser humano possui canais separados para processar material verbal e visual; da *capacidade limitada*, que entende que a capacidade disponível para processamento nos canais verbal e visual do ser humano é limitada; e da *aprendizagem ativa*, que estabelece que aprender requer um processamento cognitivo considerável nos canais verbal e visual do aluno (MAYER; MORENO, 2003).

O pressuposto do duplo canal foi concebido a partir da Teoria da Dupla Codificação

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://www.eduardosoeiro.info/tic-edu/entry/teoria-cognitiva-da-aprendizagem-multimedia>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

(*Dual Coding Theory*) de Allan Paivio (1990) e do modelo de memória de trabalho (*working memory*) de Baddeley e Hitch (1974).

A Teoria da Dupla Codificação (PAIVIO, 1990) preconiza que a cognição humana envolve a atividade de dois subsistemas distintos: um sistema verbal (ou textual), especializado em lidar diretamente com a linguagem; e um sistema não-verbal (pictórico ou imagético), especializado em lidar com objetos e eventos não linguísticos. Esses dois sistemas são compostos por unidades representacionais internas que são ativadas quando a pessoa reconhece, manipula ou simplesmente pensa em palavras ou coisas. Essas representações estão conectadas aos sistemas de entrada de sensações e de saída de respostas, bem como entre si, de maneira a funcionar independentemente ou cooperativamente para mediar o comportamento verbal e não verbal do indivíduo (PAIVIO, 2006). Daí surge a noção de *memória sensorial* apresentada no modelo de Mayer (2009), relacionada à habilidade muito breve de reter informações que chegam por meio dos nossos sentidos. Na teoria de Mayer, a memória sensorial ficaria, então, dividida entre os sentidos da visão e da audição. A visão lidaria com o processamento de imagens (texto escrito e representações imagéticas) e a audição lidaria com o processamento de sons (texto narrado, músicas e efeitos sonoros).

Associado a esse sistema de duplo processamento da memória de trabalho está o que Mayer e Moreno (1998) chamam de “efeito da atenção dividida” (*split-attention effect*). Os autores evidenciam que o aprendiz faz a conexão mental entre palavras e imagens mais facilmente se a informação textual for apresentada em forma de narrativa, captada pelo sentido da audição, sem concorrer com a informação imagética captada pelo sentido da visão. De outro modo, se o texto estiver impresso, a atenção será dividida entre a informação textual e a informação imagética, ambas captadas pela visão.

A memória de trabalho é acionada logo após a percepção ocorrida pela memória sensorial, onde, depois de selecionada a informação julgada importante, ocorre o trabalho central da aprendizagem multimídia (MAYER, 2009). O modelo de memória de trabalho foi baseado nos estudos de Baddeley e Hitch (1974), e se refere a um sistema cerebral que provê armazenamento temporário e manipulação da informação necessária para tarefas cognitivas complexas, tais como a compreensão da linguagem, a aprendizagem e o raciocínio. A ideia de memória de trabalho foi originada no início dos anos 1970 por Baddeley e Hitch (1974), em substituição à definição de memória de curto prazo, uma vez que a memória de trabalho requer não só o armazenamento de curto prazo, mas também o processamento da informação simultaneamente.

Para Baddeley (1992), a memória de trabalho se subdivide em uma unidade executiva central e em dois subsistemas: um visuoespacial e outro fonológico. Assim, na teoria de Mayer, a memória de trabalho estaria dividida entre as representações imagéticas e as representações verbais, havendo mentalmente a organização de textos e imagens captados a partir da memória sensorial, bem como a integração com conhecimento prévio armazenado na memória de longo prazo do indivíduo.

O pressuposto de que a mente humana possui uma capacidade limitada de processamento origina-se da Teoria da Carga Cognitiva (TCC) de Chandler e Sweller (1991) e de Sweller (1988, 1994). A TCC sugere que os aprendizes possuam uma capacidade de memória de trabalho limitada quando se deparam com novas informações. Ademais, estudos de Baddeley (1992, 2010) apontam para uma capacidade limitada de processamento da informação pelo cérebro; ou seja, a quantidade de informação que as pessoas conseguem processar por vez, em cada canal, é limitada.

Além do pressuposto do duplo canal e da capacidade limitada, Mayer também parte da premissa de que o processamento é ativo na mente humana com base na Teoria de Aprendizagem Produtiva (*Generative Learning Theory*) de Wittrock (2010), que decorre da participação ativa do aprendiz no processo de aprendizagem, em oposição à ideia de ensino somente como transferência de informação, onde o aluno atua de forma passiva. Na teoria de Mayer, a participação ativa é realizada mentalmente pelo aprendiz por meio de três processos: a seleção de material relevante, a organização do material selecionado e a integração do material selecionado e organizado com o conhecimento preexistente. Ou seja, para que haja o entendimento, é preciso que a pessoa realize a conexão entre a informação recebida por meio de textos e imagens e acrescente o conhecimento prévio, o que Mayer (2009) chama de processo de significação (do inglês *sense-making*).

Segundo Clark e Mayer (2011), as pessoas estão mais propensas a entender um conteúdo quando elas se engajam com a aprendizagem ativa. Para isso, ao ler ou assistir a parte principal de uma determinada lição ou conteúdo instrucional, elas precisam organizar mentalmente o material em uma representação cognitiva coerente e integrar mentalmente o material com o seu conhecimento preexistente. Para os autores, apresentações multimídia podem encorajar os alunos a se engajar na aprendizagem ativa representando mentalmente o material em textos e imagens, e fazendo conexões entre a representação imagética e a verbal. No entanto, a imagem deve estar inserida no contexto, referenciando e complementando o que está sendo apresentado no texto. Apresentar um conteúdo instrucional somente com texto

torna a aprendizagem fraca, especialmente para aqueles com menos experiência, dificultando a conexão das palavras com conhecimentos preexistentes (MAYER, 2009).

Conforme foi explicitado na seção 3.1, a aprendizagem não está relacionada apenas à aquisição do conhecimento, pois não se deve considerar a mente humana como um recipiente vazio que necessita ser preenchido, mas também à construção do conhecimento, momento em que o aprendiz produz uma representação mental coerente a partir do material instrucional recebido, algo que produza significação para o indivíduo. Assim, segundo Mayer (2009), a abordagem do design instrucional multimídia deve estar centrada no aluno, em como a mente humana trabalha, auxiliando a cognição humana. Para o autor, o entendimento ocorre quando o aluno consegue criar conexões entre textos e imagens que façam sentido, ou seja, que produzam significação. Costa, Correa e Nascimento (2003) entendem que as escolhas dos professores e dos alunos ao longo da construção de significados podem incluir ou excluir formas de produzir e de comunicar o conhecimento, sendo fundamental trabalhar a hipótese de que os indivíduos são construtores de significados e não apenas usuários daqueles que existem convencionalmente.

Clark e Mayer (2011) mostram que não é o meio pelo qual a informação é entregue ao aluno que causa aprendizagem, mas sim os métodos instrucionais utilizados em busca da construção do conhecimento. Isso não significa que as mídias sejam equivalentes. Cada uma tem suas compensações. Livros, por exemplo, são baratos, portáteis, e o leitor pode manter o seu ritmo de leitura, mas possui limitações tanto na apresentação de imagens como de texto.

Assim, para tornar a aprendizagem mais efetiva, Mayer (2009) propõe alguns princípios a serem aplicados no design de material instrucional multimídia com base em estudos sobre como ocorre o processo de aprendizagem na mente humana.

### 3.4 PRINCÍPIOS PARA A APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

Conforme apresentado no tópico anterior, a CTML de Richard Mayer baseia-se em três pressupostos básicos: a do duplo canal, a da capacidade limitada e a da aprendizagem ativa. Considerando esses três pressupostos básicos, o autor realizou estudos para examinar a eficácia de diferentes métodos instrucionais que favoreçam a aprendizagem com o uso de recursos multimídia.

Mayer (2009) explica que um método instrucional é uma maneira de apresentar uma aula, como por exemplo, apresentar um texto escrito *versus* o texto falado junto com uma

animação, sem alterar seu conteúdo. Métodos diferentes, portanto, não significam conteúdos diferentes. Similarmente, métodos diferentes não significam dispositivos diferentes. Por exemplo, apresentar o texto escrito numa tela do computador *versus* o texto escrito numa folha de papel não significa utilizar métodos instrucionais diferentes. A citação abaixo esclarece:

Um método instrucional é uma forma de apresentar uma lição, como por exemplo usar texto falado vs. texto impresso junto com uma animação. Um método instrucional não altera o conteúdo da lição – o conteúdo coberto é o mesmo. Em suma, o que é apresentado permanece o mesmo sob ambos os métodos instrucionais. Da mesma forma, um método instrucional não altera o meio da lição (por exemplo, se a lição é apresentada na tela de um computador ou em papel). Em suma, o dispositivo utilizado para apresentar o material permanece o mesmo sob ambos os métodos (MAYER, 2009, p. 51-52, tradução nossa)<sup>13</sup>.

Com base em pesquisas realizadas por Mayer (2009), foi testada a eficácia de doze métodos instrucionais em lições multimídia, que variam na maneira como a aula é apresentada, mas onde o conteúdo e o dispositivo permaneceram os mesmos. Esses doze métodos instrucionais foram traduzidos em princípios básicos para a elaboração de material instrucional multimídia.

Os doze princípios de design instrucional podem ser agrupados para atender a três objetivos básicos da CTML: (a) não sobrecarregar a capacidade cognitiva do aluno com material estranho ou irrelevante, (b) dar destaque ao conteúdo essencial e (c) facilitar a associação de textos e imagens para favorecer o processo gerador de conhecimento.

Mayer (2009) define como material estranho ou irrelevante (do inglês *extraneous material*) qualquer informação contida no material educativo que não seja necessária para atingir o objetivo instrucional. Assim, para não sobrecarregar a capacidade cognitiva do aluno é necessário reduzir o processamento de material considerado irrelevante.

O Quadro 3 apresenta as abordagens para gerenciar os desafios da carga mental nos materiais instrucionais, segundo a visão de Clark e Mayer (2011).

---

<sup>13</sup> Texto original: “An instructional method is a way of presenting a lesson, such as using spoken versus printed text along with an animation. An instructional method does not change the content of the lesson – the covered material is the same. In short, what is presented stays the same under both instructional methods. Similarly, an instructional method does not change the medium of the lesson (e.g., whether the lesson is presented on a computer screen or on paper). In short, the device used to present the material stays the same under both instructional methods” (MAYER, 2009, p. 51-52).

Quadro 3 – Abordagens para gerenciar os desafios de carga mental

<b>Desafio</b>	<b>Descrição</b>	<b>Solução</b>	<b>Exemplos</b>
Muito processamento irrelevante	A carga mental causada por processos irrelevantes e essenciais excede a capacidade mental.	Usar métodos instrucionais que diminuam o processamento irrelevante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilize áudio para descrever visualizações complexas.</li> <li>• Elabore textos e narrações de áudio enxutos.</li> </ul>
Muito processamento essencial	O conteúdo é tão complexo que excede a capacidade mental.	Use técnicas para reduzir a complexidade do conteúdo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmente o conteúdo em partes menores.</li> <li>• Utilize treinamento prévio para apresentar conceitos e fatos separadamente.</li> </ul>
Processamento produtivo insuficiente	O aluno não se envolve no processamento suficiente para resultar em aprendizagem.	Incorpore técnicas que promovam o envolvimento psicológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicione atividades práticas.</li> <li>• Adicione elementos visuais relevantes.</li> </ul>

Fonte: Clark e Mayer (2011, p. 38, tradução nossa).

Assim, com base nessa abordagem, as próximas seções apresentam os cinco princípios da CTML para reduzir o processamento de material irrelevante: coerência, sinalização, redundância, contiguidade espacial e contiguidade temporal; os três princípios para gerenciar o processamento de material essencial: segmentação, treinamento prévio e modalidade; e os dois princípios para favorecer o processo gerador de conhecimento: multimídia e personalização, sendo este último dividido em personalização do texto, da voz e da imagem, conforme proposto por Mayer (2009).

### 3.4.1 Princípios para reduzir o processamento de material irrelevante

Segundo os estudos de Clark e Mayer (2011), adicionar material interessante mas desnecessário pode prejudicar a aprendizagem. A primeira recomendação dos autores para tornar a aprendizagem mais efetiva é “evite lições com áudio irrelevante” (CLARK; MAYER, 2011, p. 152). Efeitos visuais e de áudio, muitas vezes, aumentam o orçamento na produção do material instrucional e podem, inclusive, atrasar o cronograma. Para os autores, música de fundo ou música ambiente, por exemplo, sobrecarregam a memória de trabalho do indivíduo que busca se concentrar no conteúdo, principalmente quando a carga cognitiva é pesada, ou seja, quando o material não é familiar ou quando o ritmo de andamento da lição não está nas mãos do aluno, como num vídeo, por exemplo. Os autores justificam essa recomendação com base nos fundamentos da CTML de como as pessoas aprendem.

Bishop e Cates (2001) sugerem que sons possam ser usados para apoiar na aquisição

do conteúdo, no processamento e na sua retenção, bem como para facilitar a seleção, a análise e a síntese do conteúdo. Mas sobre o uso de sons, Clark e Mayer (2011) destacam um estudo mais recente de Bishop, Amankwatia e Cates (2008) que apresenta a frequência de uso de cada tipo de som – narração, música e efeitos sonoros – em uma amostra de softwares instrucionais. Os resultados apontam que, na maioria dos casos, foi utilizado áudio como narrativa de texto, apesar de ressaltarem o aumento do uso de efeitos sonoros a partir dos anos 90, especialmente por desenvolvedores de jogos computadorizados. No entanto, o estudo não aponta resultados conclusivos sobre o efeito dos sons na aprendizagem, pois a pesquisa não envolveu alunos. Os autores destacam também a aparente falta de interesse dos designers em saber como o uso de sons pode melhorar a aprendizagem.

Como o experimento não envolveu alunos, não podemos confirmar a eficácia das estratégias de implementação de uso de som com relação a quanto e quais tipos de suporte de áudio melhoram a aprendizagem dos alunos. [...] parece que os designers de material instrucional computadorizado não estão pensando em como incorporar sons de forma mais sistemática para melhorar a aprendizagem (BISHOP; AMANKWATIA; CATES, 2008, p. 479, tradução nossa)<sup>14</sup>.

Existe a ideia de que sons e música (efeitos especiais) ajudam a manter a atenção do aluno, principalmente jovens acostumados com youtube, videogames etc. Então, quem faz curso *online* procura acrescentar sons e músicas para manter a atenção do aluno e fazer com que ele se interesse pelo material. No entanto, segundo Clark e Mayer (2011), adicionar sons e música não torna o conteúdo mais interessante. Quando é preciso fazer uma coisa ficar interessante, a coisa em si precisa ficar interessante, afirmam os autores. A ideia contra adicionar sons/música está baseada na CTML ao assumir que a capacidade da memória de trabalho é limitada. Som ambiente pode sobrecarregar e perturbar o sistema cognitivo. Narrativa e som competem pelos recursos cognitivos limitados do canal auditivo (CLARK; MAYER, 2011). Ainda assim, os autores ressaltam a necessidade de realizar mais pesquisas para determinar se sons podem contribuir para a aprendizagem.

A segunda recomendação é “evite imagens irrelevantes” (CLARK; MAYER, 2011, p. 159). Também baseado na CTML, os autores sugerem que adicionar imagens irrelevantes pode interferir no processo de produção de significação, pois as pessoas possuem uma capacidade limitada para processar o conteúdo recebido. A recomendação de não acrescentar imagens e vídeos irrelevantes ao conteúdo instrucional não significa que imagens

---

<sup>14</sup> Texto original: “Because the examination did not involve learners, we cannot confirm the effectiveness of the sound-use implementation strategies with regard to how much and what kinds of audio support improve student learning. [...] it appears designers of computerized instruction may not be thinking about how sound might be incorporated more systematically to enhance learning.” (BISHOP; AMANKWATIA; CATES, 2008, p. 479).

interessantes sejam sempre prejudiciais à aprendizagem. São prejudiciais apenas quando podem interferir na tentativa do aluno em produzir significação. Imagens podem distrair e perturbar o processo de aprendizagem, principalmente aquelas utilizadas apenas para decorar a página.

Além de sons e imagens irrelevantes, também é preciso considerar a capacidade limitada de processamento da mente e evitar textos longos em tela quando se deseja atingir o objetivo da aprendizagem, ou seja, evitar histórias e detalhes interessantes mas não essenciais ao objetivo instrucional. O conteúdo central de uma lição deve ser apresentado de forma resumida, com o mínimo de texto e imagens necessários para ajudar o aluno a entender os pontos principais.

De acordo com a teoria de Mayer (2009), o aluno ativa o processo de significação a partir da seleção de informação relevante, organizando-a em uma representação mental coerente e fazendo a associação com um conhecimento preexistente. Logo, um resumo claro e conciso pode favorecer esse processo.

De acordo com a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, os alunos procuram ativamente o processo de significação (*make sense*) a partir do material apresentado, selecionando informações relevantes, organizando-as em uma representação coerente e vinculando-as a outros conhecimentos. O resumo facilita imensamente esses processos porque as palavras-chave estão nas legendas, são apresentadas em ordem, e são apresentadas próximas às ilustrações correspondentes. Assim, os processos cognitivos envolvidos na significação podem ser facilitados por um resumo claro e conciso (MAYER, 2009, p. 103, tradução nossa)<sup>15</sup>.

Normalmente, a justificativa para acrescentar conteúdo irrelevante é despertar interesse nos alunos, chamar a atenção do aluno para a lição. Mas isso está associado à ideia de que aprendizagem refere-se à transferência de conhecimento e não à construção do conhecimento, como preconiza a CTML. Portanto, acrescentar conteúdo irrelevante interfere no processo de construção do conhecimento. Estudos apresentados por Clark e Mayer (2011) evidenciam que material irrelevante pode desviar a atenção do aluno do conteúdo essencial, perturbar a habilidade do aprendiz de construir o conhecimento e fazer com que ele pense que o texto trata de assunto diverso ao real objetivo da lição.

Dentre os princípios para reduzir o processamento de material irrelevante estão o da coerência, da sinalização, da redundância e da contiguidade espacial e temporal.

<sup>15</sup> Texto original: “According to the cognitive theory of multimedia learning, learners seek to actively make sense out of the presented material by selecting relevant information, organizing it into a coherent representation and linking it with other knowledge. The summary greatly facilitates these processes because the key words are in the captions, they are presented in order, and they are presented near the corresponding illustrations. Thus, the cognitive processes involved in sense-making can be facilitated by a clear and concise summary.” (MAYER, 2009, p. 103).

#### 3.4.1.1 Princípio da Coerência

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando não existe material irrelevante (método conciso) do que quando ele está presente (método elaborado) (MAYER, 2009). Segundo o autor, aprende-se mais quando não há necessidade de processar sons e textos irrelevantes na memória de trabalho verbal e/ou imagens irrelevantes na memória de trabalho visual.

Adicionar sons irrelevantes, como música de fundo, numa animação com narrativa, sobrecarrega a memória de trabalho auditiva, o que pode reduzir a quantidade de material narrado do qual o estudante irá se lembrar. A sobrecarga auditiva ocorre quando acrescenta-se material auditivo que não contribui para tornar a lição mais inteligível (MORENO; MAYER, 2000).

#### 3.4.1.2 Princípio da Sinalização

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando o material essencial está destacado (método sinalizado) (MAYER, 2009). Sinalização inclui usar cabeçalhos, negrito, itálico, sublinhado, letras maiúsculas, letras grandes, cores, espaço em branco, travessão e outras técnicas para chamar a atenção do aluno para partes específicas da tela.

Segundo Johnson e Mayer (2012), rótulos em diagramas podem servir como sinais, onde as palavras do texto são reimpressas no diagrama com um ponteiro identificando o elemento correspondente. Os sinais auxiliam o aprendizado multimídia porque estimulam a atenção para elementos de informação muito específicos, auxiliando assim na seleção de informações relevantes a partir de texto e imagens e, mais importante, sua integração em uma representação mental coerente (JOHNSON; MAYER, 2012).

#### 3.4.1.3 Princípio da Redundância

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando há apenas narração e imagem (método não redundante, com estímulo auditivo e visual) do que quando há narração, imagem e texto em tela (método redundante) (MAYER, 2009).

O efeito redundância (*redundancy effect*) refere-se ao efeito negativo de material repetido que, em vez de facilitar, prejudica a aprendizagem. A redundância ocorre quando a

informação é apresentada de duas ou mais maneiras, mas apenas uma é necessária para o entendimento total (GREER; CRUTCHFIELD; WOODS, 2013).

Mayer (2009) recomenda aplicar o texto redundante em tela (narrado e escrito) quando há necessidade de consultá-lo posteriormente – para resolver um exercício, por exemplo – e quando o aluno tem pouca experiência no assunto. Neste caso, o ritmo deve ser controlado pelo aluno e não automático. Para pessoas com maior grau de experiência no assunto, por exemplo, a redundância pode se tornar enfadonha, além de não favorecer a aprendizagem.

Há controvérsias em relação a esse princípio. Clark e Mayer (2011) apontam que existe uma crença de que algumas pessoas possuem um estilo de aprendizagem visual e outras, auditivo. Portanto, parece que o texto deve ser sempre apresentado nos dois formatos para que o aluno escolha. Essa ideia coincide com o raciocínio do senso comum de que o ensino deve ser flexível o suficiente para suportar os diferentes estilos de aprendizagem. Acomodar diferentes estilos de aprendizagem mostra-se atraente para os desenvolvedores de material para ensino a distância, que são alimentados pela abordagem de “modelo único” (“*one-size-fits-all*”), e para os clientes que intuitivamente acreditam que existam aprendizes visuais e aprendizes auditivos. Além disso, os autores relatam a Teoria de Aquisição da Informação (*Information Acquisition Theory*) que defende que três maneiras de repassar a mesma informação é melhor do que duas e que, portanto, alunos aprendem mais profundamente em apresentações multimídia quando é incluído o texto escrito de forma redundante do que quando o texto redundante é excluído.

No entanto, a maior crítica de Clark e Mayer (2011) à Teoria de Aquisição da Informação é de que são feitas suposições não comprovadas sobre como as pessoas aprendem, pois assume-se que a pessoa aprenda adicionando informação à memória, como se a mente fosse um vasilhame vazio que necessite ser preenchido com informações recebidas.

Ainda assim, em novo experimento de Mayer e Johnson (2008), foi constatado que, quando o texto redundante é curto e contém apenas termos-chave da narrativa – e não a narrativa completa –, mesmo que ligeiramente discrepante, não prejudica a aprendizagem. Neste caso, serve para orientar a atenção do aluno sem iniciar a sobrecarga com o processamento de material irrelevante (*extraneous processing*).

#### 3.4.1.4 Princípio da Contiguidade Espacial

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando a imagem e o texto

correspondente estão próximos (método integrado) do que quando não estão (método separado) (MAYER, 2009).

Então, numa página web por exemplo, o texto deve ser arranjado para ficar contíguo à imagem, sem que haja necessidade de rolar a tela. Quando o conteúdo em tela for texto impresso com animação (ou vídeo), a recomendação de Clark e Mayer (2011) é apresentar primeiro o texto e dar a opção para o aluno acionar o movimento após a leitura. Outra recomendação dos autores é evitar legendas pouco significativas como, por exemplo, numerar as partes da imagem e colocar as legendas na parte inferior, aplicando-as, sempre que possível, de forma distribuída dentro da própria imagem, evitando perda no processo cognitivo.

#### 3.4.1.5 Princípio da Contiguidade Temporal

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando a imagem e o áudio são apresentados ao mesmo tempo (método simultâneo) do que quando um é apresentado depois do outro (método sucessivo) (MAYER, 2009). O autor justifica que a apresentação simultânea da narrativa com a imagem causa menos sobrecarga cognitiva pois utiliza os dois sentidos, auditivo e visual, facilitando a conexão mental entre o texto (narrado) e a imagem correspondente.

Este princípio está relacionado com o princípio da modalidade, onde o autor sugere que, quando houver informação verbal e imagética, é melhor apresentar o texto em formato de narrativa para não sobrecarregar o canal visual. Ou seja, a união dos dois princípios preconiza que, ao apresentar um conteúdo multimídia (texto e imagem), deve-se apresentar o conteúdo textual em formato de narrativa, simultaneamente com a imagem (ou animação).

#### **3.4.2 Princípios para gerenciar o processamento de material essencial**

Mayer (2009) define como material essencial a informação principal necessária para atingir o objetivo instrucional. Dentre os princípios recomendados pelo autor para gerenciar o processamento de material essencial estão o da segmentação, do treinamento prévio e da modalidade.

### 3.4.2.1 Princípio da Segmentação

Este princípio estabelece que as pessoas aprendem melhor quando o conteúdo multimídia é apresentado em segmentos onde o próprio aluno passa para a próxima etapa (método segmentado), do que quando a apresentação é seguida automaticamente (método contínuo) (MAYER, 2009).

Se o aluno é iniciante, ele precisa de tempo para consolidar o que acabou de ser apresentado. Portanto, quando o aluno recebe uma aula sem pausas, contendo vários conceitos inter-relacionados, o sistema cognitivo fica sobrecarregado, pois é necessário muito processamento considerado relevante. Nesse caso, o aluno "não terá capacidade cognitiva suficiente para se engajar no processamento considerado essencial para compreender o material" (CLARK; MAYER, 2011, p. 210), ou seja, ele não estará apto a selecionar, organizar e integrar mentalmente o texto num modelo verbal e a imagem num modelo pictórico, segundo a CTML.

O princípio da segmentação assemelha-se a uma apresentação modular, onde o conteúdo completo é apresentado numa sequência de partes menores significativas. Segundo Mayer (2009), o impacto maior deste princípio se dá quando o material é complexo, quando a apresentação é passada rapidamente (como um áudio ou um vídeo, por exemplo, em que o aprendiz não determina o ritmo da apresentação do conteúdo) e quando o aluno não tem experiência com o conteúdo apresentado no material.

Além do tempo, o tamanho do texto também deve ser segmentado, permitindo que o aluno assimile o conteúdo por partes. Estudo realizado por Schüler, Scheiter e Gerjets (2013) aponta que, quanto mais novato for o aprendiz, menor deve ser a extensão do texto contido em cada segmento.

### 3.4.2.2 Princípio do Treinamento Prévio

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando recebem um treinamento prévio sobre os termos e as características chave dos componentes da aula do que quando não o recebem (MAYER, 2009). Segundo o autor, quando a aula apresenta a explicação de passos de um processo num ritmo automático, como uma narração ou um vídeo, por exemplo, o aluno precisa construir um modelo mental de como o sistema funciona, bem como dos componentes que o compõe. O pré-treinamento pode ajudar nesse

processamento considerado essencial, distribuindo parte dessa demanda para um momento anterior à aula principal.

Este princípio é mais efetivo quando o material é complexo, o ritmo é automático e o aluno é pouco experiente.

#### 3.4.2.3 Princípio da Modalidade

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor com imagens e áudio (modo narrativo) do que com imagens e texto impresso (modo textual) (MAYER, 2009).

Segundo a CTML, há maior sobrecarga da memória de trabalho visual ao processar animação e texto impresso simultaneamente. O texto impresso compete com a animação por recursos de processamento da memória visual, o que resulta em menos oportunidade para construir o entendimento. O que não ocorre quando a imagem é apresentada com a narrativa, pois são utilizados dois canais para entrada de informação (auditivo e visual), minimizando a sobrecarga de informação em um único canal. Nesse caso, o aluno pode focar no visual (na imagem) enquanto ouve a explicação. Este princípio está associado ao “efeito da atenção dividida” (*split-attention effect*) evidenciado por Mayer e Moreno (1998).

Em certos casos, pode não ser prático implementar o princípio da modalidade, porque criar áudio pode envolver demandas técnicas que o ambiente de aprendizagem não possui (largura de banda, placa de som, fones de ouvido etc.) ou criar muito ruído no ambiente de aprendizagem. Além disso, pode elevar os custos de produção do material instrucional e dificultar a atualização do conteúdo de forma ágil (CLARK; MAYER, 2011).

Substituir o texto impresso por áudio não se aplica quando não há imagem ou outro estímulo visual. Também existem situações em que o texto deve permanecer disponível para consulta, especialmente quando o conteúdo é técnico, não familiar, não está no idioma nativo do aluno ou quando necessário para referências futuras, como, por exemplo, orientações para um exercício prático (CLARK; MAYER, 2011).

Também não são unânimes os efeitos do princípio da modalidade na aprendizagem multimídia. Estudos de Harskamp, Mayer e Suhre (2007) mostraram que o efeito modalidade foi maior em alunos do nível médio; de Seufert, Schutze e Brunken (2009), em alunos menos experientes. No entanto, ao reproduzir o experimento realizado inicialmente por Mayer e Moreno (1998) e replicado por Moreno (2006) sobre o efeito do princípio da modalidade na

aprendizagem multimídia, desta vez em um grupo de alunos com mais de 15 anos de experiência, Oberfoell (2015) mostrou que os resultados foram melhores para aqueles que receberam a apresentação com texto impresso do que para os que receberam o material com texto narrado.

No estudo de Schüler, Scheiter e Gerjets (2013), testado com textos longos (mais de 5 sentenças), o efeito modalidade não foi observado. Aparentemente, o efeito modalidade ocorre somente quando o texto é curto (1 a 2 sentenças por visualização). Também quando o ritmo da apresentação é controlado pelo próprio aprendiz, observa-se, inclusive, o efeito reverso da modalidade para textos longos; ou seja, os resultados foram melhores com o texto impresso em comparação com o texto narrado, pois o aluno pode visualizar a imagem e retornar ao texto quantas vezes forem necessárias, o que facilita a compreensão, afirmam os autores. Em estudos de compreensão de texto, a primazia do texto impresso é melhor observada quando o conteúdo é complexo, o tempo é controlado pelo aprendiz ou é lento, e para textos longos, concluem os autores.

### **3.4.3 Princípios para favorecer o processo gerador de conhecimento**

Eventualmente, o aluno pode subutilizar sua capacidade cognitiva, caso não seja estimulado a realizar o processo de significação, ou seja, caso ele não organize mentalmente o material recebido em uma estrutura coerente e integrada, e não consiga fazer associação com um conhecimento prévio. O interesse e a motivação do aluno pelo conteúdo instrucional é um dos aspectos diretamente relacionados ao processo gerador de conhecimento, pois a possibilidade de engajamento é maior quando o aluno compreende o conteúdo que está sendo apresentado.

A falta de motivação é um dos problemas comuns do design instrucional apontados por Mayer (2009). No entanto, o nível de conhecimento prévio do aluno influencia na forma como o conteúdo deve ser apresentado, com maior ou com menor profundidade, segmentado, com ou sem ilustração, personagens etc.

Para Clark e Mayer (2011), a ideia de ensinar não se relaciona simplesmente a repassar a informação, mas também a guiar o processo cognitivo do aluno durante a aprendizagem, permitindo e incentivando que o aluno processe a informação. Portanto, aprender relaciona-se ao processo ativo de significação (*active sense making*), e ensinar, à tentativa de promover o processamento cognitivo adequado no aluno.

O importante na aprendizagem ativa é o aluno construir representações imagéticas e verbais e conectá-las mentalmente. Lições multimídia facilitam o processamento ativo, pois contêm texto e imagens que trabalham em conjunto para explicar o conteúdo a ser aprendido (CLARK; MAYER, 2011).

Para favorecer o processo de significação, Mayer (2009) recomenda alguns princípios na elaboração de material instrucional. São eles o princípio multimídia, que se refere ao uso de texto e imagem de forma integrada visando a facilitar o entendimento, e a personalização, que aproxima o aluno do conteúdo, dando um ar mais pessoal ao texto, à voz (quando houver áudio) e à imagem de um personagem que se assemelhe ao aspecto do aprendiz.

#### 3.4.3.1 Princípio Multimídia

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor com imagens e texto (método multimídia) do que apenas com texto (método de mídia única) (MAYER, 2009).

Se para o processo gerador de conhecimento é importante construir representações imagéticas e verbais e conectá-las mentalmente, esta tarefa torna-se mais fácil com lições multimídia, quando texto e imagens trabalham em conjunto para explicar o conteúdo a ser aprendido.

No entanto, a recomendação de Clark e Mayer (2011) é de que sejam selecionadas imagens que apoiem a aprendizagem ao ilustrar um texto impresso ou narrado. Existem imagens que são meramente decorativas e que podem, inclusive, prejudicar a aprendizagem útil com informação irrelevante. Os autores categorizam seis funções que as imagens podem ter: (1) decorativa, não acrescenta nada ao texto; (2) representacional, apenas retrata um elemento do texto; (3) relacional, retrata uma relação quantitativa entre duas ou mais variáveis, como, por exemplo, um gráfico; (4) organizacional, descreve as relações entre os elementos, como, por exemplo, um diagrama com rótulos; (5) transformacional, descreve mudanças em um objeto ao longo do tempo, como, por exemplo, um vídeo ou um infográfico; e (6) interpretativa, que ilustra relações invisíveis, imperceptíveis aos olhos, como uma animação representando o deslocamento de ar. Imagens meramente decorativas ou representacionais devem ser evitadas, dando preferência a imagens que apoiem o processo de produção de significado (CLARK; MAYER, 2011).

Segundo Clark e Mayer (2011), faz todo sentido usar texto para treinamento. Por muitos anos, o texto foi o principal formato usado para educar – primeiramente falado, depois

escrito, e, hoje, gravado. O texto também é a maneira mais efetiva de produzir a aprendizagem eletrônica (*e-learning*), porque as palavras transmitem muita informação e são mais fáceis de produzir do que as imagens.

Aprendizes com menos experiência aprendem melhor com texto e imagens, pois necessitam de ajuda para relacionar as palavras com uma representação mental. Já para pessoas com mais conhecimento no assunto, dependendo do material instrucional, a aprendizagem pode ser igualmente boa, ou seja, pode praticamente não haver diferença na aprendizagem com texto e imagem em relação à aprendizagem somente com texto, pois *experts* são capazes de criar suas próprias imagens mentais (CLARK; MAYER, 2011). A isso os autores chamam de ‘efeito reverso da expertise’ (ver 4.5), isto é, a ideia de que apoios instrucionais que auxiliam alunos iniciantes podem não ajudar (e até incomodar) alunos com maior grau de conhecimento, pois estes podem ser capazes de aprender bem somente com texto ou somente com imagens. Portanto, a recomendação é estar sensível ao nível de conhecimento do aluno para prover suporte multimídia adequado.

Outro aspecto relacionado ao princípio multimídia diz respeito a quando usar imagens estáticas, animadas, texto escrito ou narração. Para Clark e Mayer (2011), o uso de uma sequência de ilustrações acompanhadas de um breve texto explicativo ajudam mais a manter a informação na memória do que um vídeo, por exemplo. Ilustrações com texto estimulariam o processamento ativo relevante, pois permite que os alunos processem a animação mentalmente (o aluno controla a ordem e o ritmo do processamento). Um vídeo, onde o texto é narrado e a transição de um passo para outro é automática, pode promover uma aprendizagem passiva, pois não obriga o aluno a fazer a animação/transição mentalmente. Além disso, o vídeo pode sobrecarregar a memória do aluno porque as imagens são tão ricas em detalhes e tão transitórias que precisam ser mantidas na memória. Já uma sequência de ilustrações com texto não impõe carga adicional cognitiva, pois ele pode rever a ilustração anterior quando necessário. Ilustrações com texto mostraram ser mais efetivos ou tão efetivos quanto animações e vídeos para tarefas que envolvem explicações de como um sistema complexo funciona. Apesar disso, existem situações em que uma animação ou vídeo é mais indicado, como a descrição de como realizar uma habilidade motora (um movimento, um exercício físico), ou tarefas que necessitam habilidade manual complicada, como, por exemplo, fazer dobradura, dar nós etc. (CLARK; MAYER, 2011).

#### 3.4.3.2 Princípio da Personalização do Texto

Este princípio afirma que as pessoas se engajam melhor na aprendizagem quando o texto (narrado ou escrito) é apresentado em linguagem de conversação informal (em primeira e/ou em segunda pessoa) do que quando é apresentado em linguagem formal (terceira pessoa) (MAYER, 2009).

A personalização traz a ideia de que a aprendizagem multimídia pode ser vista como uma conversa entre o instrutor e o aprendiz, mas às vezes, a personalização é exagerada. O desafio é evitar o excesso de conversa informal para não distrair o aluno. Também é preciso considerar a audiência. Nem sempre a personalização é uma boa ideia, pois pode distrair o leitor e atribuir um tom inapropriado para o treinamento.

Segundo Clark e Mayer (2011), uma mudança sutil no texto pode pôr em prática o princípio da personalização, como pelo uso da 1º e da 2º pessoas ou simplesmente um comentário amigável.

#### 3.4.3.3 Princípio da Personalização da Voz

Este princípio afirma que as pessoas se engajam melhor na aprendizagem quando a narração é feita com voz humana do que quando utilizado o simulador de voz computadorizado (MAYER, 2009).

No estudo de Mayer e DaPra (2012), o fato de utilizar voz humana, mesmo sem a presença do agente em tela, foi positivo. O estudo de Mayer, Sobko e Mautone (2003) testou também a influência da voz com sotaque estrangeiro e, no uso do material multimídia com sotaque padrão, os resultados, tanto do teste de retenção quanto do teste de transferência, foram superiores.

Clark e Mayer (2011) afirmam haver evidências de que a aprendizagem seja influenciada não apenas pelo que o agente diz, mas também pela maneira de dizer. Assim, é importante manter a polidez no texto, seja ele narrado ou escrito.

#### 3.4.3.4 Princípio da Personalização da Imagem

Este princípio afirma que as pessoas aprendem melhor quando há tutores ou agentes pedagógicos (personagens) caracterizados visualmente, que podem ser reais ou animados

(MAYER, 2009). Mayer, Sobko e Mautone (2003) acreditam que, quando o aprendiz interpreta a interação homem-computador como uma interação social, ele procura aprender com mais afinco, pois o ambiente de aprendizagem multimídia com o uso de um personagem encoraja o aluno a utilizar as mesmas regras de interação social de uma conversa homem-homem. No entanto, Mayer (2009) admite que as pessoas não necessariamente aprendem melhor quando a imagem do instrutor é adicionada ao conteúdo instrucional. Ainda assim, Clark e Mayer (2011) recomendam que a fala do personagem seja preferencialmente narrada em vez de ser escrita e que o personagem seja usado para dar dicas, exemplos, demonstrações e explicações, e não para entreter o aluno. O agente não necessariamente precisa ser humano, mas deve realizar gestos humanos para que o aprendiz se identifique com o personagem.

Estudos realizados por Craig et al. (2015) confirmam que acrescentar um agente virtual que realize gestos humanos melhora a retenção do conteúdo se o agente estiver apontando ou próximo ao foco principal do material instrucional. Tal achado é compatível com o princípio da contiguidade espacial, em que a imagem deve estar próxima (ou contígua) ao texto a que se refere, bem como com o princípio da sinalização, onde o conteúdo considerado essencial é apresentado de forma destacada.

Com base nesses conceitos, foram buscadas evidências na literatura acerca dos experimentos realizados para avaliar a consistência dos princípios de design instrucional da CTML e identificar critérios informacionais que subsidiem o desenvolvimento de material instrucional multimídia para facilitar a aprendizagem na web.

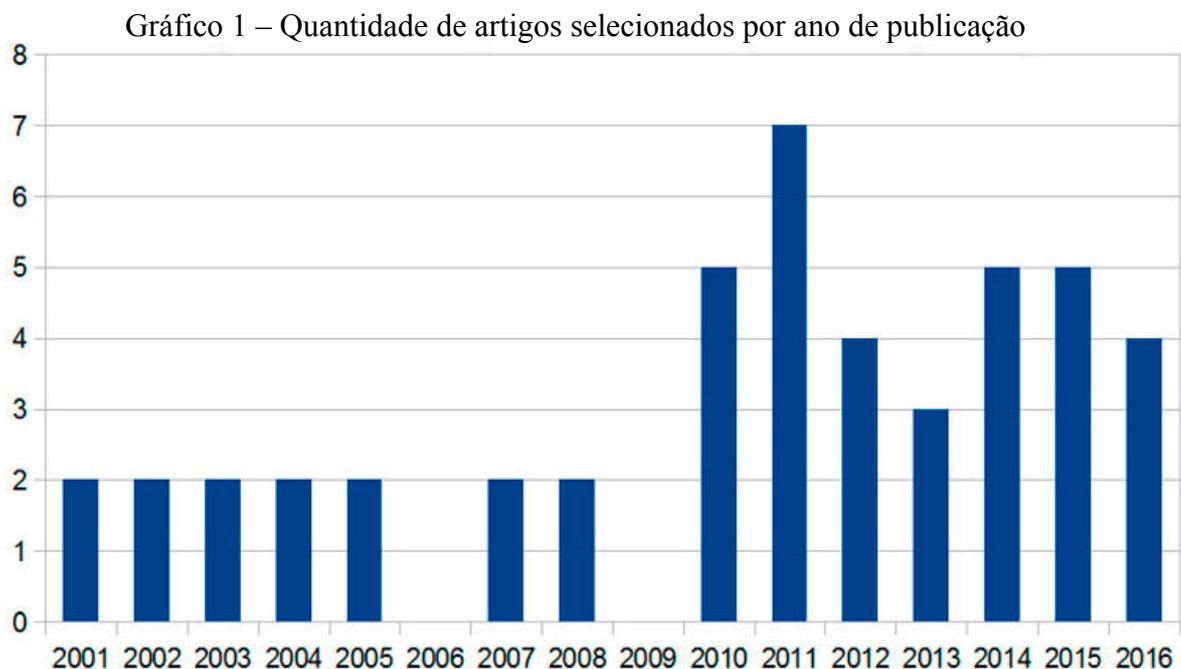
## 4 ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS A PARTIR DA RSL

Este capítulo apresenta os resultados quantitativos e qualitativos apurados na revisão sistemática de literatura sobre a consistência dos princípios da CTML e os principais efeitos e características decorrentes de sua aplicação no processo de aprendizagem multimídia.

Após realizada a busca nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e aplicados os critérios de exclusão, foram selecionados 47 artigos para análise da consistência dos princípios da CTML, conforme especificado na seção 2.1.5.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS

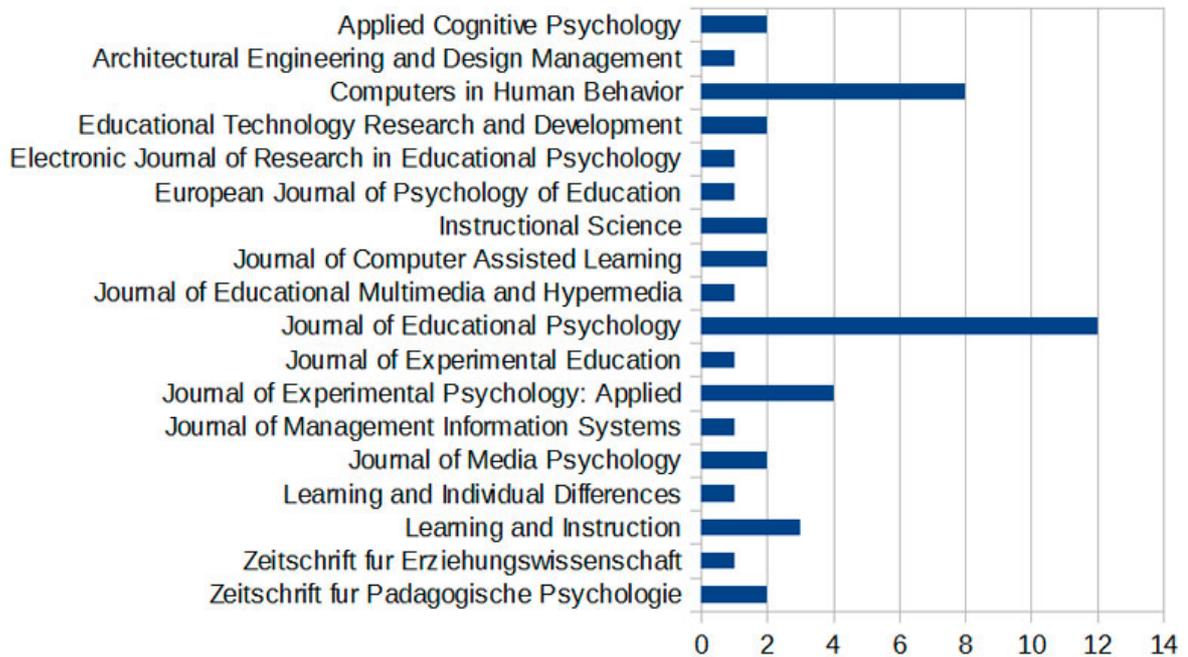
O Gráfico 1 apresenta a quantidade de artigos selecionados por ano de publicação. É provável que as pesquisas tenham se intensificado a partir de 2010, onde encontra-se a maior parte dos artigos analisados.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O Gráfico 2 apresenta, do total de artigos selecionados para análise, a quantidade de artigos publicados por periódico. O *Journal of Educational Psychology* destaca-se por ser a revista onde Richard Mayer, autor da CTML, mais publicou artigos sobre o tema.

Gráfico 2 – Quantidade de artigos selecionados por periódico



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Após concluída a análise, constatou-se que, nos artigos selecionados, foram realizados 66 experimentos para avaliar o efeito dos princípios de design instrucional da CTML, pois muitos estudos realizam mais de um experimento. Também ocorreram experimentos que avaliaram mais de um princípio. Cabe observar que, em alguns estudos, foram desconsiderados aqueles experimentos que não tiveram como objetivo analisar o resultado da aplicação de um dos princípios da CTML.

O Quadro 4 apresenta a lista dos autores e títulos dos artigos analisados na RSL e os respectivos princípios da CTML que foram examinados em cada um deles. A referência completa encontra-se no apêndice desta obra.

Quadro 4 – Artigos analisados na revisão sistemática de literatura

	<b>Autoria</b>	<b>Título</b>	<b>Princípio(s) testado(s)</b>
1.	Brünken, R.; Plass, J. L.; Leutner, D. (2004)	<i>Assessment of cognitive load in multimedia learning with dual-task methodology: Auditory load and modality effects</i>	Coerência, modalidade.
2.	Craig, S. D.; Gholson, B.; Driscoll, D. M. (2002)	<i>Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy</i>	Redundância, imagem.
3.	de Oliveira Neto, J. D.; Huang, W. D.; de Azevedo Melli, N.C. (2015)	<i>Online learning: Audio or text?</i>	Modalidade.

	<b>Autoria</b>	<b>Título</b>	<b>Princípio(s) testado(s)</b>
4.	Domagk, S. (2010)	<i>Do pedagogical agents facilitate learner motivation and learning outcomes?: The role of the appeal of agent's appearance and voice</i>	Imagem, voz.
5.	Fenesi, B.; Kramer, E.; Kim, J. A. (2016)	<i>Split-Attention and Coherence Principles in Multimedia Instruction Can Rescue Performance for Learners with Lower Working Memory Capacity</i>	Coerência, redundância.
6.	Fiorella, L.; Mayer, R. E. (2016)	<i>Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages</i>	Contiguidade temporal.
7.	Gemino, A.; Parker, D.; Kutzschan, A. O. (2005)	<i>Investigating coherence and multimedia effects of a technology-mediated collaborative environment</i>	Coerência, multimídia.
8.	Harskamp, E. G.; Mayer, R. E.; Suhre, C. (2007)	<i>Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms?</i>	Modalidade.
9.	Johnson, A. M.; Ozogult, G.; Reisslein, M. (2015)	<i>Supporting multimedia learning with visual signalling and animated pedagogical agent: Moderating effects of prior knowledge</i>	Sinalização, imagem.
10.	Johnson, C. I.; Mayer, R. E. (2012)	<i>An eye movement analysis of the spatial contiguity effect in multimedia learning</i>	Contiguidade espacial.
11.	Kartal, G. (2010)	<i>Does Language Matter in Multimedia Learning? Personalization Principle Revisited</i>	Personalização do texto.
12.	Leopold, C.; Doerner, M.; Leutner, D.; Dutke, S. (2014)	<i>Effects of strategy instructions on learning from text and pictures</i>	Multimídia.
13.	Mahdjoubi, L.; A-Rahman, M. A. (2012)	<i>Effects of multimedia characteristics on novice CAD learners practice performance</i>	Modalidade.
14.	Mammarella, N.; Fairfield, B.; Di Domenico, A. (2013)	<i>When spatial and temporal contiguities help the integration in working memory: "A multimedia learning" approach</i>	Contiguidade temporal, contiguidade espacial.
15.	Mautone, P. D.; Mayer, R. E. (2001)	<i>Signaling as a cognitive guide in multimedia learning</i>	Sinalização.
16.	Mayer, R. E.; DaPra, C. S. (2012)	<i>An embodiment effect in computer-based learning with animated pedagogical agents</i>	Imagem, voz.
17.	Mayer, R. E.; Deleeuw, K. E.; Ayres, P. (2007)	<i>Creating retroactive and proactive interference in multimedia learning</i>	Coerência.
18.	Mayer, R. E.; Dow, G. T.; Mayer, S. (2003)	<i>Multimedia Learning in an Interactive Self-Explaining Environment: What Works in the Design of Agent-Based Microworlds?</i>	Coerência, modalidade, imagem.
19.	Mayer, R. E.; Fennell, S.; Farmer, L.; Campbell, J. (2004)	<i>A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style</i>	Personalização do texto.
20.	Mayer, R. E.; Griffith, E.; Jurkowitz, I. T. N.; Rothman, D. (2008)	<i>Increased Interestingness of Extraneous Details in a Multimedia Science Presentation Leads to Decreased Learning</i>	Coerência.
21.	Mayer, R. E.; Heiser, J.; Lonn, S. (2001)	<i>Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding</i>	Coerência, redundância.

	<b>Autoria</b>	<b>Título</b>	<b>Princípio(s) testado(s)</b>
22.	Mayer, R. E.; Johnson, C. I. (2008)	<i>Revising the Redundancy Principle in Multimedia Learning</i>	Redundância.
23.	Mayer, R. E.; Sobko, K.; Mautone, P. D. (2003)	<i>Social cues in multimedia learning: Role of speaker's voice</i>	Voz.
24.	Mayrath, M. C.; Nihalani, P. K.; Torres, L. G.; Robinson, D. H. (2011)	<i>Varying Tutorial Modality and Interface Restriction to Maximize Transfer in a Complex Simulation Environment</i>	Modalidade, redundância.
25.	McCrudden, M, T.; Hushman, C. J.; Marley, S. C. (2014)	<i>Exploring the boundary conditions of the redundancy principle</i>	Redundância.
26.	Moreno, R.; Mayer, R. E. (2002)	<i>Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening</i>	Coerência, redundância, contiguidade temporal, multimídia.
27.	Moreno, R.; Valdez, A. (2005)	<i>Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environments: The role of student interactivity and feedback</i>	Multimídia.
28.	Oberfoell, A.; Correia, A. (2016)	<i>Understanding the role of the modality principle in multimedia learning environments</i>	Modalidade.
29.	Ozdemir, D.; Doolittle, P. (2015)	<i>Revisiting the seductive details effect in multimedia learning: Context-dependency of seductive details*</i>	Coerência.
30.	Park, B.; Moreno, R.; Seufert, T.; Brünken, R. (2011)	<i>Does cognitive load moderate the seductive details effect? A multimedia study</i>	Modalidade.
31.	Rey, G. D. (2010)	<i>Reading direction and signaling in a simple computer simulation</i>	Sinalização.
32.	Rey, G. D. (2014)	<i>Seductive details and attention distraction - An eye tracker experiment</i>	Coerência.
33.	Rey, G. D.; Diehl, S. (2010)	<i>Controlling presentation speed, labels, and tooltips in interactive animations</i>	Contiguidade temporal, segmentação.
34.	Rodicio, H. G. (2012)	<i>Learning from multimedia presentations: The effects of graphical realism and voice gender</i>	Coerência.
35.	Rummer, R.; Schweppe, J.; Fuerstenberg, A.; Scheiter, K.; Zindler, A. (2011)	<i>The Perceptual Basis of the Modality Effect in Multimedia Learning</i>	Contiguidade temporal, modalidade.
36.	Scheiter, K.; Eitel, A. (2015)	<i>Signals foster multimedia learning by supporting integration of highlighted text and diagram elements</i>	Sinalização.
37.	Scheiter, K.; Schüler, A.; Gerjets, P.; Stalbovs, K.; Schubert, C.; Huk, T.; Hesse, F. W. (2014)	<i>What is the role of domain and task-specific motivation alongside instructional design for learning with multimedia in the science classroom? (em alemão)</i>	Multimídia.
38.	Schmidt-Weigand, F. (2011)	<i>Does animation amplify the modality effect - Or is there any modality effect at all?*</i>	Modalidade.

	<b>Autoria</b>	<b>Título</b>	<b>Princípio(s) testado(s)</b>
39.	Schmidt-Weigand, F.; Kohnert, A.; Glowalla, U. (2010)	<i>A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning</i>	Modalidade.
40.	Schmidt-Weigand, F.; Scheiter, K. (2011)	<i>The role of spatial descriptions in learning from multimedia</i>	Multimídia.
41.	Schneider, S.; Nebel, S.; Pradel, S.; Rey, G. D. (2015)	<i>Introducing the familiarity mechanism: A unified explanatory approach for the personalization effect and the examination of youth slang in multimedia learning</i>	Personalização do texto.
42.	Schnotz, W.; Mengelkamp, C.; Baadte, C.; Hauck, G. (2014)	<i>Focus of attention and choice of text modality in multimedia learning</i>	Modalidade.
43.	Schüler, A.; Scheiter, K.; Gerjets, P. (2013)	<i>Is spoken text always better? Investigating the modality and redundancy effect with longer text presentation</i>	Modalidade, multimídia, redundância.
44.	Schweppe, J.; Rummer, R. (2016)	<i>Integrating written text and graphics as a desirable difficulty in long-term multimedia learning</i>	Modalidade.
45.	Spanjers, I. A. E.; Wouters, P.; Van Gog, T.; Van Merriënboer, J. J. G. (2011)	<i>An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples</i>	Segmentação.
46.	Tabbers, H. K.; van der Spoel, W. (2011)	<i>Where did the modality principle in multimedia learning go? A double replication failure that questions both theory and practical use*</i>	Modalidade.
47.	Yue, C. L.; Bjork, E. L.; Bjork, R. A. (2013)	<i>Reducing verbal redundancy in multimedia learning: An undesired desirable difficulty?</i>	Redundância.

\* Não foi possível recuperar o texto completo. A análise foi feita com base nos dados do resumo.

**Fonte:** Elaborado pela autora a partir dos resultados de buscas realizadas nas bases *Scopus* e *Web of Science*, em: 15 fev. 2017.

Dessa lista de artigos, há um total de 96 autores e coautores. Richard Mayer (*University of California, USA*) é o autor com maior atuação, assinando 13 artigos, oito deles como primeiro autor. Katharina Scheiter (*Knowledge Media Research Center, Tübingen, Germany*) e Günter Daniel Rey (*Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Germany*) participam da autoria de quatro artigos cada um. Roxana Moreno (*University of New Mexico, USA*) e Florian Schmidt-Weigand (*University of Kassel, Germany*) assinam três artigos cada.

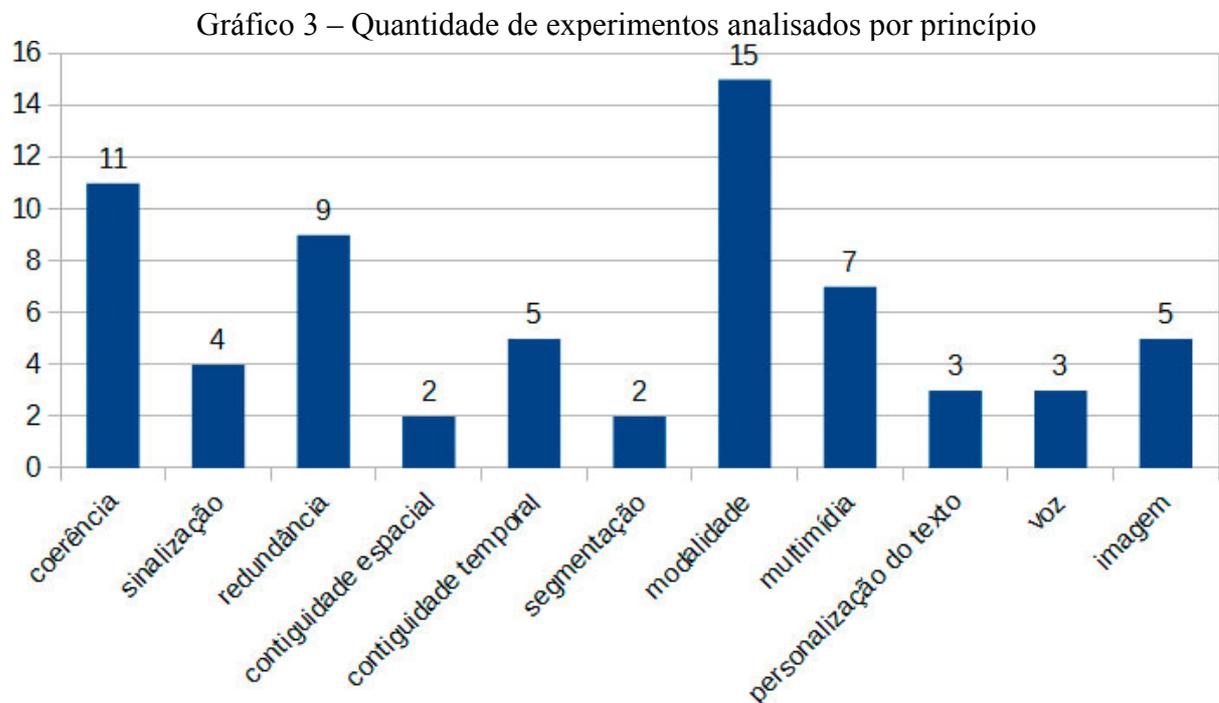
Há oito autores que participam da autoria de dois artigos cada um. São eles: Roland Brünken (*Georg August University Göttingen, Germany*), Cheryl I. Johnson (*U.S. Army Research Institute, USA*), Detlev Leutner (*University of Duisburg-Essen, Germany*), Patricia D. Mautone (*University of California, Santa Barbara, USA*), Ralf Rummer e Judith Schweppe (*University of Erfurt, Germany*), Anne Schüler e Peter Gerjets (*Knowledge Media Research Center, Tuebingen, Germany*). Os demais 83 autores participam da autoria de um único artigo.

Observa-se que a Alemanha é o país no qual a teoria de Richard Mayer mostrou-se mais influente.

Dentre os artigos selecionados na RSL, só não foi possível recuperar o texto completo dos seguintes: o de autoria de Ozdemir e Doolittle (2015), publicado no *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, e os de Tabbers e Van Der Spoel (2011) e de Schmidt-Weigand (2011), ambos publicados no periódico *Zeitschrift fur Padagogische Psychologie*. No entanto, foi possível incluí-los na análise com base nos dados contidos no resumo (*abstract*). Também o artigo de Scheiter et al. (2014), publicado em alemão no periódico *Zeitschrift fur Erziehungswissenschaft*, foi analisado a partir do resumo em inglês.

Quanto aos princípios testados pelos estudos, não foram encontrados experimentos que tenham avaliado o princípio do treinamento prévio. O Gráfico 3 contabiliza a quantidade de experimentos analisados, por princípio.

Os princípios mais testados foram o da modalidade (texto escrito *versus* texto narrado), da coerência (influência da presença de material irrelevante e detalhes sedutores), da redundância (texto escrito redundante com o texto narrado) e multimídia (uso de texto e imagem em comparação ao uso somente de texto ou somente de imagem).



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Para cada princípio da CTML é possível destacar o seu efeito no desempenho do aluno, decorrente da aplicação do princípio no material instrucional multimídia. A aceção

mais comum para o significado da palavra efeito é: aquilo que é produzido por uma causa; consequência, resultado de uma ação<sup>16</sup>.

Por exemplo, ‘efeito redundância’ foi utilizado por Kalyuga, Chandler e Sweller (1998 apud MAYER, 2009), para designar, em sentido amplo, qualquer situação multimídia em que a eliminação de material redundante resulta em melhor desempenho na aprendizagem. O efeito redundância ocorre quando os alunos que são apresentados com informações redundantes têm um desempenho pior nos resultados de aprendizagem do que os alunos que não são apresentados com informações redundantes (MAYER, 2009). Normalmente, refere-se ao uso de texto escrito redundante à narrativa.

Quanto ao ‘efeito multimídia’, ele retrata o benefício produzido na aprendizagem do aluno com a aplicação do princípio multimídia – as pessoas aprendem melhor com imagens e texto do que apenas com texto (MAYER, 2009).

Nas seções seguintes são apresentados os principais efeitos identificados pelos artigos analisados, com a aplicação dos princípios da CTML em material instrucional multimídia. Ao final, é apresentada a consistência apurada para cada princípio, bem como um resumo dos princípios e efeitos a serem observados na criação de conteúdo multimídia que facilite o processo de aprendizagem.

#### 4.2 EFEITO MODALIDADE

O efeito modalidade (*modality effect*) é observado quando o aluno apresenta desempenho superior com o uso de material multimídia contendo imagem com texto narrado comparado ao uso de imagem com texto escrito. Ou seja, é o resultado da aplicação do princípio da modalidade preconizado pela CTML. O princípio da modalidade foi o mais discutido e contestado dentre os artigos analisados neste estudo (ver Gráfico 3).

Mayer (2009) teoriza que, quando o material instrucional contém informação verbal e imagética, é mais indicado apresentar o texto em formato de narrativa para não sobrecarregar a memória visual, principalmente para alunos novatos. No entanto, estudo recente conclui que “o efeito modalidade não está mais afetando os alunos com pouca experiência, como foi há quase 20 anos”, possivelmente devido ao “alto nível de experiência dos participantes, não com conteúdo do estudo, mas sim com tecnologia, aprendizagem *online* e formatos multimídia que incluem narração”, possivelmente porque “a narrativa não seja mais

---

<sup>16</sup> Definição compilada pela autora com base no resultado de busca pela Internet.

impactante como costumava ser” (OBERFOELL; CORREIA, 2016, p. 613, tradução nossa).

Estudo de Mahdjoubi e A-Rahman (2012) aponta que trocar o texto impresso por áudio facilita a aprendizagem somente quando a imagem é animada. Para imagem estática, não há diferença estatisticamente significativa.

Há também o posicionamento de Rummer et al. (2011) sobre a causa do efeito modalidade. Os autores pressupõem que a vantagem da narrativa está restrita à informação mais recente (efeito da audição recente), ou seja, quando o texto é longo, o efeito modalidade não ocorre. Além disso, o benefício do texto narrado sobre o texto escrito só acontece se a narrativa for simultânea à animação (princípio da contiguidade temporal).

Schwepe e Rummer (2016, p. 135) acreditam que a combinação de imagens ou animações com texto impresso atua como uma “dificuldade desejável” que promove uma melhor aprendizagem e memorização a longo prazo, comparado à narrativa. Também Yue, Bjork e Bjork (2013) consideram que o texto impresso ligeiramente discrepante com a narrativa atua como uma dificuldade que promove a retenção e a transferência a longo prazo.

O estudo de Schüler, Scheiter e Gerjets (2013) evidencia que o texto impresso próximo à imagem, quando não há limitação do tempo para a aprendizagem do material, ou seja, quando o próprio aluno controla o ritmo da apresentação, obtém resultados melhores, semelhantes ao material narrado. Mas também não foi constatado o efeito reverso da modalidade, ou seja, substituir a narrativa pelo texto impresso, mesmo que o ritmo seja controlado pelo aluno, não melhora a aprendizagem.

O efeito reverso da modalidade ocorre quando o nível de aprendizagem dos alunos submetidos ao material instrucional contendo imagem e texto impresso é superior ao material com imagem e narrativa (OBERFOELL; CORREIA, 2016).

Portanto, como não há consenso quanto à efetividade do efeito positivo produzido com a aplicação do princípio da modalidade – uso de imagens e áudio em vez de imagem e texto impresso – na aprendizagem, é preciso avaliar os benefícios de substituir o texto impresso pela narrativa em páginas web. Considerando que a narrativa requer mais investimento para sua produção, é mais difícil para efetuar atualizações e requer um bom equipamento que possa reproduzir o áudio sem distorções, talvez manter o texto impresso em tela seja uma boa solução, principalmente quando o texto é longo. Também para pessoas com acesso à Internet em um espaço comunitário, com muito ruído ambiente, quando o aprendiz não dispõe de equipamento apropriado para audição individualizada, como fones de ouvido por exemplo, a narrativa é prejudicada. Sendo assim, ao optar por manter o texto impresso próximo à

imagem, é importante deixar que o aluno controle o seu próprio ritmo. É interessante observar, no entanto, que o texto não muito longo narrado simultaneamente a uma imagem dinâmica relacionada facilita a aprendizagem, principalmente de alunos novatos.

#### 4.3 EFEITO DA ATENÇÃO DIVIDIDA

Associado ao efeito modalidade discutido na seção anterior, o efeito da atenção dividida (*split-attention effect*) ocorre quando o aprendiz necessita dividir a atenção entre a compreensão da imagem e a leitura do texto, sobrecarregando, assim, o canal visual. É de se esperar que, nesse caso, o tempo necessário para a aprendizagem, ou seja, para a seleção, organização e integração da informação com o conhecimento prévio para elaboração de um esquema mental coerente, seja maior (MAYER, 2009).

Estudos (SCHMIDT-WEIGAND; KOHNERT; GLOWALLA, 2010; SCHNOTZ et al., 2014) revelam que, quando não há limitação no tempo para estudo do material multimídia, ou quando o ritmo de transição de um segmento a outro do material instrucional é mais lento, não há prejuízo na aprendizagem, minimizando, assim, o efeito da atenção dividida entre o texto impresso e a imagem.

Foi possível observar nos estudos que o efeito da atenção dividida prejudicial à aprendizagem é causado tanto pela necessidade de desviar o olhar da leitura para compreensão da imagem quanto para fazer a associação da informação textual com a informação imagética quando elas estão distantes – no caso do texto impresso – ou não são apresentadas simultaneamente – no caso da narrativa. Para minimizar este efeito em páginas web, é importante que a imagem e o texto estejam, sempre que possível, no campo de visão do aluno, sem a necessidade de rolar a tela.

#### 4.4 EFEITO MULTIMÍDIA

Intrínseco à CTML, o efeito multimídia (*multimedia effect*) representa o resultado positivo na aprendizagem do aluno com a adoção do princípio multimídia, ou seja, a melhoria na performance do aluno ao acrescentar imagens ao texto. Para Clark e Mayer (2011, p. 81), é “o ponto de partida para a discussão sobre os melhores métodos instrucionais para a aprendizagem eletrônica (*e-learning*), pois estabelece o potencial do material multimídia em beneficiar a aprendizagem humana”.

No entanto, para que o aluno possa se beneficiar do material multimídia, Clark e Mayer (2011) recomendam que seja utilizada uma imagem que ajude o aprendiz a entender o material, dando preferência a imagens que apoiem o processo de produção de significado.

Estudo realizado na Alemanha por Schmidt-Weigand e Scheiter (2011) revela que o efeito multimídia é menor quando o texto contém muita informação espacial, o que os autores designam “texto altamente espacial” (*high spatial text*). Assim, muitas imagens prejudicou a aprendizagem, pois o texto foi considerado mais complexo, mais difícil de aprender, e a carga cognitiva, maior. Por outro lado, os autores alertam para o problema causado pela possível diferença entre o texto escrito e o modelo mental criado pelo aluno quando não há imagem relacionada.

O estudo de Schüler, Scheiter e Gerjets (2013) não teve como objetivo central testar se a presença de imagem facilita a aprendizagem em relação ao texto não ilustrado, mas medir a dificuldade ou o esforço percebido pelo aluno para testar se o efeito multimídia poderia ser explicado por uma redução do esforço cognitivo necessário para o processamento da informação visuo-espacial. Ou seja, testar se a dificuldade percebida explica o efeito multimídia observado no desempenho do aluno. Os autores concluem que a maneira como a imagem (ou animação) representa a informação, de forma mais intuitiva e de fácil conexão, facilita a aprendizagem resultando no efeito multimídia.

Esses resultados fortalecem a ideia de que não basta inserir uma imagem para facilitar a aprendizagem do conteúdo textual. É necessário que a imagem seja elaborada de forma a promover a seleção, organização e conexão com o conhecimento prévio do aluno, de forma complementar ao texto, resultando numa aprendizagem significativa e profunda.

#### 4.5 EFEITO DA AUDIÇÃO RECENTE

Este efeito está associado ao princípio da modalidade, em que é recomendado apresentar o conteúdo textual como narrativa quando houver imagem associada. Dessa forma, são explorados os dois canais, auditivo e visual, sem sobrecarregar o canal visual, conforme preconiza a CTML de Mayer (2009).

No entanto, o efeito da audição recente (*auditory recency effect*) é observado quando a narrativa é longa, ou seja, o aluno se lembra apenas do conteúdo mais recente. Rummer et al. (2011, p. 161) justificam que a vantagem da narrativa sobre a informação visual é que “lembrar-se de sentenças apresentadas de modo auditivo é geralmente melhor do que lembrar-

se de frases apresentadas de modo visual (e lidas silenciosamente)”. Além disso, “a informação auditiva, a princípio, permanece mais tempo disponível do que a informação visual, até que ela seja sobreposta por uma nova informação” (RUMMER et al., 2011, p. 161). Assim sendo, a narrativa longa restringe essas vantagens devido à sobreposição. Portanto, o benefício da narrativa normalmente ocorre quando é apresentada uma única sentença para cada imagem, não sendo recomendado aplicar o princípio da modalidade quando o texto é longo (RUMMER et al., 2011), conforme foi discutido na seção 4.1.

Schüler, Scheiter e Gerjets (2013) também testaram o efeito da audição recente e identificaram que a melhoria na aprendizagem ocorreu devido à substituição da imagem estática pela animação, e não do texto impresso pelo texto narrado. Portanto, o desempenho dos aprendizes foi superior tanto com o texto impresso quanto com o texto narrado, desde que aplicado com a animação. A simples substituição do texto impresso pela narrativa, quando a imagem é estática, não apresenta efeito estatisticamente significativo. Inclusive, os autores complementam que este efeito ocorre mesmo quando não há imagem presente, apenas texto (SCHÜLER; SCHEITER; GERJET, 2013).

#### 4.6 EFEITO DOS DETALHES SEDUTORES

Mayer (2009) considera detalhes sedutores (*seductive details*) qualquer elemento textual ou imagético que não esteja relacionado diretamente ao objetivo principal do conteúdo multimídia e que, portanto, seja desnecessário ou irrelevante para o seu entendimento. O termo *seductive details* foi cunhado por Garner e colegas em 1992 (apud MAYER, 2009) para se referir a um material adicionado para “apimentar” uma passagem. Pode ser interessante, porém irrelevante. Harp e Mayer (1998) usaram os termos “ilustrações sedutoras” (*seductive illustrations*) e “texto sedutor” (*seductive text*) para distinguir quando o conteúdo sedutor é imagético ou textual.

No estudo de Gemino, Parker e Kutzschan (2006) foi realizada uma “calibragem” inicial, com pessoas que não participaram do experimento principal, a fim de classificar em mais interessante ou em menos interessante os detalhes sedutores, irrelevantes ao tema principal da aula multimídia. Assim, foi possível identificar a influência desse conteúdo considerado mais ou menos irrelevante na aprendizagem. Concluiu-se que, quanto mais interessante for o detalhe, pior o desempenho na compreensão do conteúdo principal da aula, ou seja, detalhes interessantes, quando irrelevantes, desviam a atenção do aluno do conteúdo

essencial.

Portanto, o efeito dos detalhes sedutores (*seductive details effect*) ocorre quando o material irrelevante ao foco principal do objetivo instrucional, adicionado ao material multimídia para torná-lo mais interessante, prejudica o desempenho do aluno. Esse material extra pode ser tanto uma informação textual (impressa ou narrada) como uma informação imagética (estática ou dinâmica).

Estudo recente de Fenesi, Kramer e Kim (2016) identificou que quanto mais baixa a capacidade de memória de trabalho dos alunos, mais importante que a imagem seja relevante. Aprendizes com alta capacidade de memória de trabalho não tiveram prejuízo com as imagens irrelevantes.

Também o estudo de Günter Daniel Rey (2014), que mediu a habilidade do aluno em controlar a atenção por meio de teste anti-sacádico<sup>17</sup>, aponta que, quanto mais baixa a atenção do aluno (mais erros no teste anti-sacádico), mais prejudiciais foram as passagens de texto sedutoras no teste de transferência. Os resultados revelaram ainda que os alunos que não receberam textos sedutores nem imagens sedutoras tiveram desempenho melhor no teste de transferência (mas não houve diferença significativa no teste de retenção).

No estudo de Ozdemir e Doolittle (2015), realizado com elementos textuais narrados, primeiro foi realizado um experimento para identificar se os detalhes sedutores eram dependentes ou não do contexto da aula. De um total de 28 sentenças, foram identificados seis detalhes sedutores dependentes do contexto e sete não dependentes. Num segundo experimento, foi investigado o efeito desses detalhes sedutores, dependentes e não dependentes do contexto, nos testes de memorização (*recall*) e de transferência. No entanto, os resultados não indicaram efeito significativo.

Também foi constatado por estudos relacionados ao princípio da coerência (MAYER, HEISER, LONN, 2001; MAYER, DELEEUW, AYRES, 2007) que conteúdos irrelevantes dispostos após o material essencial prejudicam menos o desempenho em testes de transferência do que quando aplicados antes ou durante a aula multimídia.

É interessante destacar, no entanto, que em páginas web, o padrão de leitura não é sequencial, e a navegação por ligações (*hiperlinks*) permite ao leitor acessar novos objetos. Assim, ao projetar um conteúdo instrucional multimídia para a web, sugere-se que o material em cada página seja conciso, permitindo o acesso aos detalhes considerados irrelevantes por meio dessas ligações, conforme o interesse do aprendiz.

---

<sup>17</sup> Teste para medir a habilidade do aluno em controlar a atenção. Ver mais detalhes no glossário desta obra, em **Teste de movimentos anti-sacádicos**.

#### 4.7 EFEITO REVERSO DA EXPERIÊNCIA

Este efeito refere-se a um pior desempenho de alunos experientes com a aplicação de determinados princípios da CTML em relação a alunos novatos, como por exemplo os princípios relacionados à personalização – do texto, da voz e da imagem.

Kalyuga (2005) afirma que a efetividade dos princípios de design para a aprendizagem multimídia depende do conhecimento prévio, ou experiência (*expertise*), do aluno. Princípios que funcionam como facilitadores no processo de aprendizagem para alunos novatos, não funcionam para alunos com mais experiência. A isso o autor chama de efeito reverso da experiência (*expertise reversal effect*).

Spanjers et al. (2011) associa o efeito reverso da experiência ao princípio da segmentação. Em seu experimento, animações segmentadas foram mais eficientes do que animações contínuas para alunos com baixo nível de conhecimento prévio, mas não para alunos com alto conhecimento.

Alguns dos princípios preconizados pela CTML têm maior efeito sobre o desempenho na aprendizagem de alunos novatos, como os princípios da sinalização, da segmentação e da personalização.

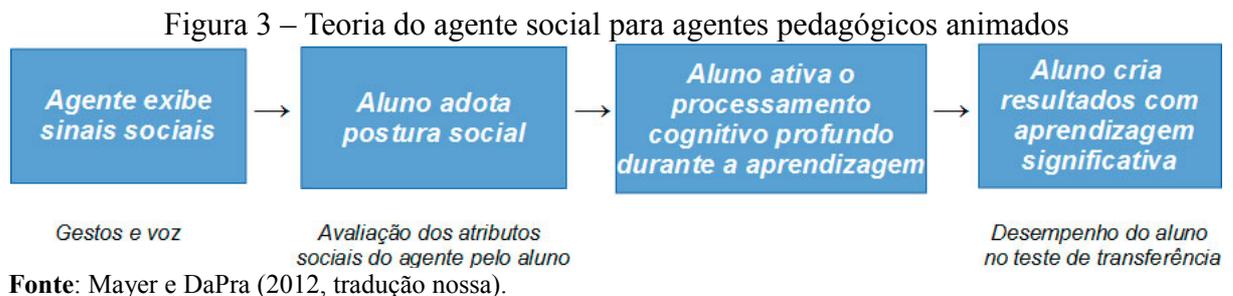
#### 4.8 EFEITO DA PERSONALIZAÇÃO

O efeito da personalização (*embodiment effect*) está associado ao uso de agentes pedagógicos no material multimídia. Mayer e DaPra (2012) constataram que o aprendiz apresenta um melhor resultado no teste de transferência (mas não no teste de retenção) quando o material multimídia contém agente pedagógico animado (APA), ou seja, um personagem com gestos, olhares, expressões faciais e movimentos humanos. No entanto, essa melhora só é observada quando o aluno é novato. Para alunos mais experientes, não foi observado um desempenho melhor.

O estudo de Craig, Gholson e Driscoll (2002) não identificou efeito significativo no desempenho dos alunos com a presença de agente pedagógico no material instrucional, nem mesmo ao inserir gestos ao personagem. Mas também não reconheceu o efeito da atenção dividida, em que o agente desvia a atenção do aluno do foco principal do conteúdo da aula. Os autores concluem que, possivelmente, foi devido ao pouco tempo de exposição do agente no teste realizado, e ressaltam a necessidade de mais estudos a respeito da influência de agentes

pedagógicos na aprendizagem humana.

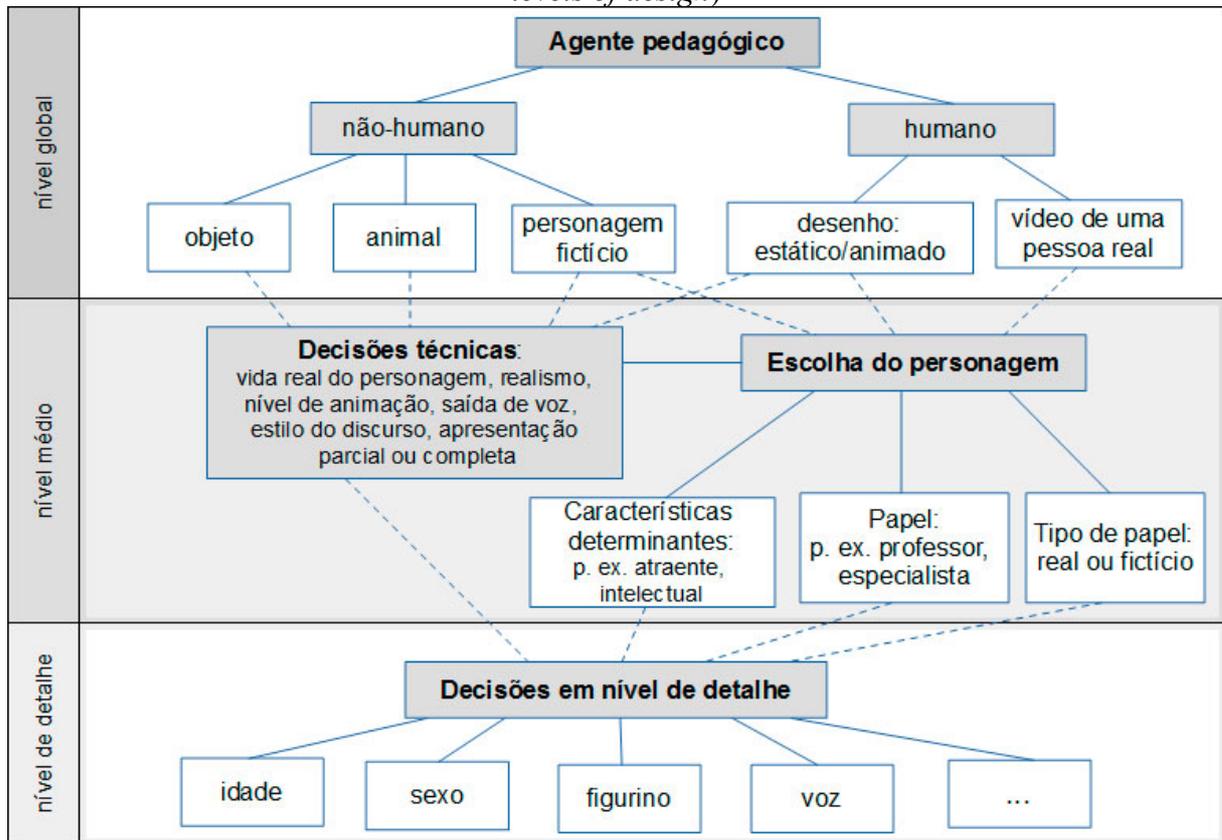
Este efeito decorre da aplicação da teoria do agente social (*social agency theory*) proposta por Mayer, Sobko e Mautone (2003). Segundo os autores, a presença de sinais sociais, ou pistas sociais (*social cues*), representados pelas características do agente pedagógico, como a imagem e a voz por exemplo, pode desencadear o esquema de conversação social. Assim, o aluno fica mais propenso a agir como se estivesse numa conversa com outra pessoa e procura compreender o que está sendo dito com mais afinco. Ou seja, os sinais sociais dos agentes pedagógicos podem favorecer o esquema de interação social e fazer com que o aluno processe ativamente o material de aprendizagem (MAYER; SOBKO; MAUTONE, 2003). A Figura 3 ilustra a influência do agente pedagógico no processo de aprendizagem segundo a teoria do agente social.



No entanto, não basta apenas a presença do agente pedagógico para haver um resultado positivo. Caso a imagem do personagem em tela não forneça ou forneça pouco conteúdo instrucional, e esteja competindo com uma animação que guie o processamento cognitivo do aluno, o agente pode se tornar um detalhe sedutor, ou seja, interessante mas irrelevante (MAYER; SOBKO; MAUTONE, 2003).

Também Domagk (2010) sugere que haja sinais sociais nos agentes, relativos à imagem (aparência) e à voz do personagem. Em seu experimento, o uso de agente pedagógico animado (APA) promoveu um melhor desempenho no teste de transferência, mas não foi encontrada diferença significativa no teste de retenção. O autor reporta outros estudos que realizaram experimentos com e sem a presença de APA com resultados controversos, e conclui que “o desempenho no teste de transferência pode não ser afetado pela presença, mas pela valência das pistas sociais” (DOMAGK, 2010, p. 90). A Figura 4 apresenta o modelo multinível proposto por Domagk (2008 apud DOMAGK, 2010) para a sistematização do uso de agentes pedagógicos no processo de aprendizagem com base em pesquisas de design para agentes, intitulado Modelo PALD (*Pedagogical agents – levels of design*).

Figura 4 – Níveis de design para agentes pedagógicos. Modelo PALD (*Pedagogical agents – levels of design*)



Fonte: Domagk (2010, p. 86, tradução nossa).

Na proposta de Domagk (2010), as decisões na escolha dos agentes pedagógicos a serem utilizados em um material instrucional podem ser categorizadas em diferentes níveis: global, médio e em nível de detalhe. No nível global, é definido se o agente será ou não humano. Se humano, pode ser o vídeo de uma pessoa real ou um personagem gerado por computador (desenho). Este último, pode ser visualizado com imagens estáticas ou dinâmicas (CLARK; MAYER, 2002 apud DOMAGK, 2010). Se não for humano, o agente pode ser representado por um objeto, um animal ou por um personagem fictício.

No nível médio há duas categorias: as decisões técnicas e a escolha do personagem. As decisões técnicas compreendem a vida real do personagem em termos de aparência, comportamento e expressões emocionais; o nível de animação (2D ou 3D); a saída de voz (texto impresso ou narrado); o estilo do discurso (formal ou conversacional); e se a apresentação será completa ou parcial (DOMAGK, 2010).

Para a escolha do personagem, Bendel (2003 apud DOMAGK, 2010) sugere três abordagens: características determinantes que possam ser atribuídas ao agente pedagógico,

como ser atraente ou que demonstre competência; busca por um papel específico, como por exemplo, um professor, um especialista ou com o mesmo papel do público a que se destina; e a aplicação de modelos de personagem, sejam eles reais, como professores ou celebridades, ou fictícios, como personagens de filmes ou romances.

Segundo Domagk (2010), as decisões tomadas nos níveis global e médio influenciam as definições no nível de detalhe, que inclui uma variedade de características, como sexo, idade, figurino, peso, altura, voz etc.

#### 4.9 OUTRAS ESTRATÉGIAS PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM

A partir da análise dos artigos da RSL foram evidenciadas outras estratégias para facilitar a aprendizagem. A interatividade, por exemplo, mostrou que as pessoas entendem melhor uma explicação multimídia quando elas podem controlar a ordem e o tempo da apresentação (MAYER; SOBKO; MAUTONE, 2003; MORENO; VALDEZ, 2005). Esta estratégia é um suporte adicional ao aspecto da capacidade limitada da CTML, isto é, a interatividade reduz a carga cognitiva permitindo que o aluno possa digerir e integrar cada segmento da explicação antes de seguir para o próximo (MAYER; SOBKO; MAUTONE, 2003). O experimento de Mayer, Sobko e Mautone (2003) revelou que, quando o texto é interativo – baseado em perguntas e respostas –, o resultado foi significativamente melhor no teste de transferência. O teste foi repetido uma semana depois e, novamente, os alunos do grupo interativo geraram muito mais respostas no teste de transferência com solução de problemas do que os alunos do grupo não interativo.

Além da interatividade, este mesmo estudo de Mayer, Sobko e Mautone (2003) evidenciou outra estratégia, a auto-explicação (*self-explanation*), em que as pessoas aprendem melhor quando são levadas a fornecer explicações durante o processo de aprendizagem. Assim, os autores concluem que “estimular a atividade cognitiva durante a aprendizagem resulta em melhor desempenho no teste de transferência” (MAYER; SOBKO; MAUTONE, 2003, p. 810).

#### 4.10 TESTES DE APRENDIZAGEM

Para avaliar se um material instrucional multimídia promove a aprendizagem, é importante auferir o nível de conhecimento dos alunos antes e depois da aula multimídia para

comparar os resultados. Portanto, além do questionário demográfico utilizado para obter dados estatísticos sobre o participante, como sexo, idade etc., praticamente todos os estudos realizaram um pré-teste para avaliar a experiência ou o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. No estudo de Brünken, Plass e Leutner (2004), o mesmo teste foi repetido ao final da aula para identificar o nível de aprendizagem adquirido com o material multimídia. No entanto, segundo Mayer (2009), repetir o mesmo teste imediatamente após a aula não é um bom método para auferir o conhecimento adquirido, pois pode direcionar a atenção seletiva do aluno.

Assim, após a leitura/estudo do material multimídia pelos aprendizes, testes de aprendizagem são aplicados com o objetivo de avaliar os efeitos da adoção dos princípios de design instrucional na apreensão do conteúdo da aula. Segundo Mayer (2009), existem dois objetivos principais na aprendizagem: lembrar e entender. Lembrar é a habilidade de reproduzir ou reconhecer o material apresentado, e é verificado por meio de testes de retenção (*retention test*). Entender é a habilidade de construir uma representação mental do material apresentado, e reflete a habilidade de utilizar o material apresentado em novas situações. É acessado por meio de testes de transferência (*transfer test*) (MAYER, 2009).

Também para Rey (2014, p. 138, tradução nossa), “retenção é a capacidade de armazenar informações e recuperar ou reconhecer as informações mais tarde. Mede-se testando se os alunos podem repetir, listar, nomear, reconhecer ou reproduzir informações factuais”.

Assim, testes de retenção podem conter questões abertas – onde o aluno é convidado a reproduzir o que foi apresentado, como por exemplo, escrevendo tudo o que lembra da aula –, questões de múltipla escolha – quando o aluno deve reconhecer o que foi apresentado selecionando uma resposta – ou ainda questões para julgar se determinado item estava presente na apresentação, como por exemplo, questões de verdadeiro ou falso. Portanto, “o objetivo maior nos testes de retenção é medir a quantidade de aprendizagem” (MAYER, 2009, p. 19, grifo nosso). Nos estudos analisados, os tipos mais comuns de testes para auferir o quanto o aluno é capaz de se lembrar, foram: teste de retenção (*retention test*), teste de memorização (*recall test* ou *memory test*), teste de memorização livre (*free recall test*), teste de reconhecimento (*recognition test* ou *recognition memory test*) ou simplesmente teste de aprendizagem (*learning test*).

Em testes de transferência, os aprendizes devem resolver problemas que não estão explícitos no material, ou seja, eles devem aplicar o que eles aprenderam em novas situações

(MAYER, 2009). São compostos de questões, normalmente abertas, onde é apresentada uma situação-problema em que o aprendiz deve dar a sua solução, aplicando o conhecimento adquirido com o material multimídia estudado. Assim, “o objetivo maior em testes de transferência é medir a qualidade da aprendizagem” (MAYER, 2009, p. 19, grifo nosso). Mesmo que sejam questões fechadas, de múltipla escolha, como no estudo de Harskamp, Mayer e Suhre (2007), são perguntas que testam a aplicação do conhecimento em novas situações. Em seu estudo, Johnson, Ozogult e Reisslein (2015, p. 105) denominaram, simplesmente, “problemas a serem resolvidos” (*problems to be solved*).

Além de testes de retenção e de transferência, foram identificados também nos experimentos analisados outros tipos de teste para avaliar o desempenho dos alunos após estudarem o material multimídia, como por exemplo, testes de compreensão (*comprehension test* ou *text comprehension*) e testes de correspondência (*matching test*).

Segundo o dicionário *online* Merriam-Webster<sup>18</sup>, teste de correspondência é “um teste objetivo que consiste em dois conjuntos de itens a serem combinados uns com os outros segundo um atributo especificado” (tradução nossa). Na literatura revisada, este tipo de teste normalmente era composto de questões onde o aluno era convidado a identificar, nomear, marcar elementos imagéticos, desenhar ou associar a imagem com a sua descrição. Outros termos identificados nos artigos revisados para este tipo de teste foram: teste de memorização espacial (*spacial recall*), teste de memória visual (*visual memory test*) ou teste visual (*visual test*), teste de conexões referenciais (*referential connections test*) e teste de reconhecimento de imagem (*picture recognition*).

Além de testes para medir a variação da aprendizagem antes e depois da aula com material multimídia, também são aplicadas questões, após a apresentação, para medir a percepção do aluno em relação ao grau de dificuldade (*perceived difficulty*), o esforço mental (*mental effort*), quão agradável foi a apresentação, o quanto a presença do agente pedagógico facilitou a aprendizagem, o interesse do aluno etc. Normalmente são questões onde o aluno deve atribuir uma nota, dentro de uma escala de valores específica. Além disso, conforme o objetivo do experimento, testes mais específicos são aplicados como, por exemplo, teste de habilidade espacial (*spatial ability*), utilizado nos estudos de Craig, Gholson e Driscoll (2002), Park et al. (2011), Johnson e Mayer (2012) e Leopold et al. (2014), que também utilizou um teste padronizado de habilidade verbal; teste de inteligência (imaginação espacial e pensamento linguístico), utilizado por Rey e Diehl (2010); teste anti-sacádico, para medir a

<sup>18</sup> Disponível em: <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/matching%20test>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

habilidade de controlar a atenção, adotado por Rey (2014) no estudo com uso de tecnologia de rastreamento ocular (*eye-tracking*), entre outros. Os estudos de Schmidt-Weigand, Kohnert e Glowalla (2010), Schmidt-Weigand (2011) e Johnson e Mayer (2012) também utilizaram rastreamento ocular para a gravação do movimento dos olhos (*eye movement recorded*). Também foi comum nos estudos analisados medir o tempo de duração da aula multimídia, quando o ritmo era controlado pelo aluno e não automático, utilizando assim mais um dado para análise específica.

O Quadro 5 apresenta um resumo dos tipos de teste apurados na RSL e a quantidade de estudos que utilizou cada um deles. A maioria dos estudos adota mais de um tipo de teste.

Quadro 5 – Tipos de teste aplicado nos estudos para avaliação da aprendizagem

<b>Tipo de teste</b>	<b>Descrição sucinta</b>	<b>Denominações encontradas nos estudos</b>	<b>Quantidade de estudos que o aplicaram</b>
Teste de retenção (memorização)	Questões para medir a capacidade de armazenar informações e recuperar ou reconhecer as informações mais tarde.	<i>retention test; recall test; memory test; recognition memory test; free recall test, cued recall test; structural test.</i>	37
Teste de transferência	Questões para aplicar o conhecimento adquirido na solução de novas situações-problema.	<i>Transfer test; problems to be solved; conceptual test.</i>	42
Teste de esforço ou de dificuldade	Questões normalmente com escala para medir o grau de esforço ou de dificuldade, segundo a percepção do aprendiz.	<i>Effort ratings; mental effort; perceived difficulty; difficulty rating.</i>	12
Teste de correspondência (visual)	Questões para nomear elementos imagéticos, associar imagem com sua descrição, representar conceitos correspondentes de forma pictórica etc.	<i>Matching test; spatial recall test; visual test; visual memory test; referential connections test; picture recognition test.</i>	14
Teste de compreensão	Normalmente questões de múltipla escolha ou do tipo sim/não/não sei, V/F, C/E para o aluno interpretar.	<i>Comprehension test; text comprehension.</i>	6
Teste de conhecimento prévio, teste de experiência prévia	Questões normalmente de múltipla escolha sobre o conteúdo do material multimídia. Eventualmente contém questões de S/N ou em escalas para que o aprendiz avalie sua experiência no tema.	<i>Prior knowledge test; test of domain knowledge; learner experience.</i>	36

**Fonte:** Elaborado pela autora (2017).

Para verificar a consistência dos princípios da CTML, foram considerados os resultados obtidos pelos artigos analisados com testes de retenção, de transferência, de compreensão e de correspondência, os quais avaliam o quanto o participante do experimento consegue lembrar e/ou entender do material instrucional multimídia que ele acabou de assistir. Os dados dos demais testes – de conhecimento prévio (para identificar se o aluno é novato ou experiente), de esforço ou dificuldade – e outras medições específicas, as quais não têm como objetivo auferir o conhecimento adquirido pelo aluno, apesar de relevantes para os estudos que os aplicaram, não foram utilizados para calcular a efetividade do princípio proposta neste estudo.

#### 4.11 VERIFICAÇÃO DA CONSISTÊNCIA DOS PRINCÍPIOS DA CTML

Para fins de análise da consistência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, foram considerados separadamente os resultados obtidos nos dois tipos de testes de aprendizagem mais utilizados nos experimentos, teste de retenção (ou memorização) e teste de transferência, e agrupado como “outros” os demais tipos de testes utilizados nos experimentos para medir o nível de aprendizagem dos participantes. A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos analisados e o percentual de consistência por princípio da CTML em cada tipo de teste de aprendizagem. Foram considerados consistentes os princípios cujos experimentos realizados pelos estudos primários obtiveram resultados positivos estatisticamente significativos quanto ao desempenho dos alunos nos testes realizados com a aplicação do princípio.

A partir dos resultados apurados, foi observado que os princípios mais testados foram o da modalidade (texto falado x texto escrito), da redundância (texto impresso redundante com a narrativa) e da coerência (influência dos detalhes sedutores/conteúdos irrelevantes).

Tabela 1 – Consistência dos princípios da CTML com base nos testes realizados pelos experimentos

Princípio	Testes de retenção		Testes de transferência		Outros testes de aprendizagem		Total	
	Quantidade	% de consistência	Quantidade	% de consistência	Quantidade	% de consistência	Quantidade de geral	% de consistência geral
1. Coerência	7	42,86%	9	77,78%	4	50%	20	60%
2. Sinalização	2	50%	3	100%	0	-	5	80%

Princípio	Testes de retenção		Testes de transferência		Outros testes de aprendizagem		Total	
	Quantidade	% de consistência	Quantidade	% de consistência	Quantidade	% de consistência	Quantidade de geral	% de consistência geral
3. Redundância	9	55,56%	9	77,78%	3	66,67%	21	66,67%
4. Contiguidade espacial	1	100%	0	-	0	-	1	100%
5. Contiguidade temporal	3	66,67%	2	50%	4	75%	9	66,67%
6. Segmentação	0	-	1	100%	1	100%	2	100%
7. Treinamento prévio	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Modalidade	8	37,50%	9	77,78%	7	71,43%	24	62,50%
9. Multimídia	4	100%	7	72,43%	5	80%	16	81,25%
10. Personalização do texto	3	33,33%	4	100%	0	-	7	71,43%
11. Voz	3	0%	3	100%	0	-	6	50%
12. Imagem	3	0%	4	50%	1	0%	8	25%
<b>Total</b>	<b>43</b>		<b>51</b>		<b>25</b>		<b>119</b>	

**Fonte:** Elaborado pela autora (2017).

O princípio da imagem, relacionado ao uso de agente pedagógico, foi o que obteve o percentual de consistência geral mais baixo, 25%. No entanto, Mayer, Sobko e Mautone (2003) consideram como principal medida de aprendizagem significativa o resultado no teste de transferência. Mayer, Fennell e Campbell (2004) também justificam que o uso de APA influencia no interesse e no engajamento do aluno com a apresentação multimídia, especialmente para alunos pouco experientes, o que reflete na aplicação do conhecimento adquirido medido por meio do teste de transferência, e não de retenção. Assim, o percentual de consistência com a aplicação de testes de transferência de 50% é considerado satisfatório. Além disso, o efeito desse princípio só é percebido quando aplicado a alunos novatos. Para alunos mais experientes, não há diferença estatisticamente significativa no desempenho da aprendizagem com a presença de agentes pedagógicos.

Os princípios da contiguidade espacial e da segmentação, apesar de considerados 100% consistentes, merecem pesquisas mais aprofundadas, pois foram poucos os estudos analisados nesta obra sobre sua influência no aprendizado.

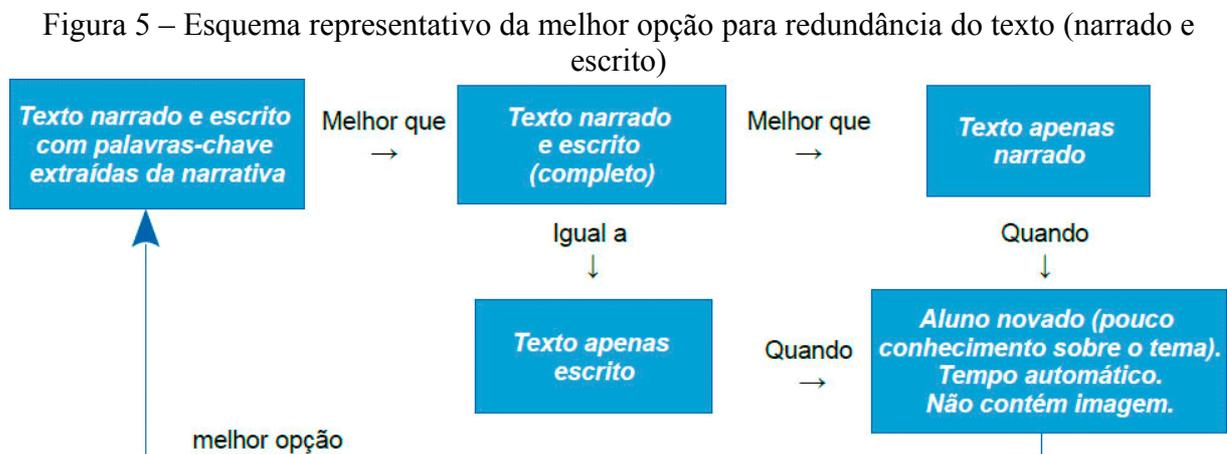
Numa análise mais detalhada aos resultados obtidos pelos experimentos analisados, e considerando o bom percentual de consistência obtido para o princípio multimídia, acredita-se que adicionar informações visuais não-verbais a explicações científicas auxilia a aprendizagem, principalmente quando o aluno é novato (pouco experiente sobre o assunto),

pois fornece um código extra a ser representado, associado e integrado com o código verbal. No entanto, a imagem deve ser altamente relevante para promover a aprendizagem.

No estudo de Mayer, Deleeuw e Ayres (2007), ao testar o princípio da coerência, foram feitos dois experimentos: um com a presença de material irrelevante no início da aula multimídia e outro, no final. Além de consistente com a CTML, ou seja, em ambos os experimentos, a presença de detalhes sedutores prejudicou a aprendizagem, foi identificado que material irrelevante antes do material essencial afeta mais o desempenho do aluno.

Nos estudos de McCrudden, Hushman e Marley (2014), a diferença entre o resultado da aprendizagem com texto impresso redundante à narrativa, em comparação com texto apenas escrito, foi pouco significativa. Comparado ao texto apenas narrado, o resultado da aprendizagem com o texto redundante (impresso e narrado) foi superior. No entanto, quando o texto impresso traz apenas palavras-chave redundantes com a narrativa, o resultado é ainda melhor. Mas isso só ocorre quando: (1) o aluno possui pouca experiência sobre o tema; (2) o tempo é passado automaticamente pelo sistema; e (3) não contém imagem.

A Figura 5 representa um esquema representativo dos achados relativos à redundância do texto (narrado e escrito).



Fonte: Adaptado de McCrudden, Hushman e Marley (2014).

Quando o tempo é controlado pelo aluno, os efeitos prejudiciais da redundância são minimizados, pois supõe-se que o aluno terá tempo suficiente para processar a informação textual recebida pelos canais auditivo e visual. No entanto, quando a carga cognitiva é menor (leitura apenas de palavras-chave em vez de leitura do texto completo, quando acompanhado pela narrativa), requer menos processamento da memória de trabalho, o que facilita o processo de seleção e organização do texto, e a sua integração com o conhecimento prévio.

Para minimizar o efeito da atenção dividida, deve-se aumentar o tempo ou deixar o tempo sob o controle do aluno.

A redundância (texto em tela igual à narrativa) é indicada quando o texto é longo e necessário para consulta futura. Quando não houver imagem, apenas informação textual, a redundância não compromete a aprendizagem.

A apresentação de animação com narrativa é mais efetiva que a animação com texto impresso.

Adicionar som relevante (efeito sonoro, não verbal) à narrativa, mesmo que haja texto impresso redundante, não prejudica a aprendizagem. No entanto, o som deve ser facilmente associado à narrativa (ex.: o barulho do vento, o barulho do trovão etc.).

#### 4.12 RESUMO DOS PRINCÍPIOS E EFEITOS IDENTIFICADOS NA RSL

O Quadro 6 apresenta um resumo dos achados relativos aos doze princípios da CTML e a descrição sucinta de cada um deles, com destaque para os efeitos associados à aplicação dos princípios, bem como algumas recomendações a serem observadas na elaboração de material instrucional com o uso de recursos multimídia.

Quadro 6 – Resumo dos achados relativos aos princípios da CTML, com recomendações

Princípio	Descrição e efeitos	Recomendações e observações
<b>1. Coerência</b> ( <i>coherence principle</i> )	As pessoas aprendem melhor quando não existe material irrelevante. Música de fundo compete com a narrativa, pois sobrecarrega a capacidade cognitiva. Efeito dos detalhes sedutores ( <i>seductive details effect</i> ) → apesar de a CTML indicar que a pessoa aprende melhor quando há texto e imagem do que quando há somente texto, a imagem pode ser prejudicial à aprendizagem quando ela não é relevante para o entendimento do texto (meramente ilustrativa). Acrescentar texto irrelevante (impresso ou narrado) também prejudica a retenção/transferência do conteúdo essencial.	Eliminar material irrelevante: ✓ texto – dar preferência a textos resumidos, que contenham as ideias principais do material instrucional (“ <i>less is more</i> ”); ✓ som – evitar música de fundo quando houver narrativa; e ✓ imagem – é prejudicial quando não associada ao foco principal do material. Quanto mais interessante o detalhe, pior o resultado em testes de transferência (mas em testes de retenção o resultado é praticamente o mesmo).
<b>2. Sinalização</b> ( <i>signaling principle</i> )	As pessoas aprendem melhor quando o material essencial está destacado. Como exemplo, podemos citar o uso de negrito, sublinhado, cores, título ou subtítulo significativo, imagem legendada etc.	Usar recursos gráficos para destacar o que é realmente essencial (usar com parcimônia para não “poluir” o material instrucional). Escolher títulos/subtítulos significativos para cada segmento. Inserir legendas na própria imagem (esquema ilustrado). Mais significativo para novatos.

Princípio	Descrição e efeitos	Recomendações e observações
<p><b>3. Redundância</b> (<i>redundancy principle</i>)</p> <p>imagem+áudio vs. imagem+áudio+ texto impresso</p>	<p>As pessoas aprendem melhor quando há apenas narração e imagem (método não redundante, com estímulo auditivo e visual) do que quando há narração, imagem e texto em tela (método redundante).</p> <p>Efeito redundância (<i>redundancy effect</i>) → efeito negativo de material repetido que, em vez de facilitar, prejudica a aprendizagem, pois aumenta a carga cognitiva.</p> <p>Justifica-se pela Teoria da Carga Cognitiva (imagem+texto impresso repetindo o texto narrado aumenta a carga cognitiva e sobrecarrega o canal visual).</p> <p>Também associado ao efeito da atenção dividida (<i>split-attention effect</i>), onde o aprendiz precisa dividir a atenção entre a leitura do texto impresso e a visualização da imagem.</p> <p>Para narrativas longas, observa-se o efeito recente auditivo (<i>auditory recency effect</i>) → quando o aprendiz recorda-se apenas do que ouviu recentemente.</p>	<p>Não replicar o texto narrado (não inserir o texto impresso correspondente à narrativa) quando houver imagem/animação.</p> <p>Textos breves (termos-chave, frase curta resumida) não prejudicam a aprendizagem, mesmo que seja redundante com parte da narrativa.</p> <p>Quando a narrativa for longa ou trate de tema complexo, deve-se manter uma versão impressa, principalmente se for necessário para consulta posterior.</p>
<p><b>4. Contiguidade espacial</b> (<i>spacial contiguity principle</i>)</p>	<p>As pessoas aprendem melhor quando a imagem e o texto correspondente estão próximos.</p> <p>Relacionado ao efeito da atenção dividida (<i>split-attention effect</i>) → ocorre quando o aluno divide a atenção entre a leitura do texto e a visualização da imagem.</p>	<p>O efeito da atenção dividida pode ser minimizado quando não há limitação de tempo para o estudo do material multimídia, ou seja, quando o próprio aluno controla o seu tempo (princípio da segmentação).</p>
<p><b>5. Contiguidade temporal</b> (<i>temporal contiguity principle</i>)</p>	<p>As pessoas aprendem melhor quando a imagem e o áudio são apresentados ao mesmo tempo (método simultâneo) do que quando um é apresentado depois do outro (método sucessivo).</p>	<p>Se houver texto impresso redundante com a narrativa, melhor não apresentar a animação simultaneamente.</p>
<p><b>6. Segmentação</b> (<i>segmenting principle</i> ou <i>pacing principle</i>)</p> <p>tempo automático vs. tempo controlado pelo aluno</p>	<p>As pessoas aprendem melhor quando a aula multimídia é apresentada em segmentos onde o próprio aluno controla o ritmo (<i>self-paced</i>) do que quando a apresentação é seguida automaticamente (<i>system paced</i>).</p> <p>A segmentação pode causar o efeito reverso da experiência.</p> <p>Efeito reverso da experiência (<i>reversal effect of expertise</i>) → alguns princípios são efetivos para novatos, mas não para alunos experientes (experts).</p>	<p>Deixe cada aluno seguir no seu próprio ritmo (<i>"let students in their own pace"</i>). Além do ritmo da apresentação, o texto também deve ser segmentado, permitindo que o aluno assimile o conteúdo por partes. Quanto mais novato o aprendiz, menor deve ser o texto de cada segmento.</p>
<p><b>7. Treinamento prévio</b> (<i>pre-training principle</i>)</p>	<p>As pessoas aprendem melhor quando recebem um treinamento prévio sobre os termos e as características chave dos componentes da aula.</p>	<p>Esclarecer conceitos e termos técnicos (principalmente para novatos).</p>
<p><b>8. Modalidade</b> (<i>modality principle</i>)</p> <p>imagem+áudio vs.</p>	<p>As pessoas aprendem melhor com imagens e áudio (modo narrativo) do que com imagens e texto impresso (modo textual).</p> <p>Efeito modalidade (<i>modality effect</i>) → quando houver informação verbal e imagética, é</p>	<p>Usar diferentes modalidades explorando os dois canais (auditivo e visual), principalmente quando o ritmo é passado automaticamente pelo sistema.</p> <p>Quando o texto é longo (mais de 5 frases),</p>

Princípio	Descrição e efeitos	Recomendações e observações
imagem+texto impresso	<p>melhor apresentar o texto em formato de narrativa para não sobrecarregar o canal visual. Associado ao efeito da atenção dividida (<i>split-attention effect</i>) → ocorre quando o aluno precisa dividir a atenção entre a compreensão da imagem e a leitura do texto.</p> <p>A contiguidade temporal explica o efeito modalidade → imagem+narrativa (simultâneo) x imagem+texto impresso (sequencial/sucessivo).</p> <p>Efeito da audição recente (<i>auditory recency effect</i>) → ocorre quando o aluno se lembra apenas do conteúdo mais recente. Comum quando a narrativa é longa.</p>	<p>o efeito modalidade não ocorre (ou é anulado).</p> <p>Quando o próprio aluno controla o ritmo (princípio da segmentação) o efeito modalidade também é anulado. Em alguns estudos melhorou o desempenho.</p> <p>Aplicar o texto em formato impresso pode ser melhor quando o conteúdo é complexo. Usar áudio é indicado quando a imagem é animada. Para imagens estáticas, há pouca diferença entre usar áudio e texto impresso.</p>
<p><b>9. Multimídia</b> (<i>multimedia principle</i>)</p> <p>imagem+texto vs. só texto ou imagem+texto vs. só imagem</p>	<p>As pessoas aprendem melhor com imagens e texto (método multimídia) do que apenas com texto (método de mídia única) ou apenas com imagem (quando não há legendas nem sinalização).</p> <p>Esse princípio é a <b>base da CTML</b>, que afirma que ambas as representações (imagem e texto) são necessárias para criar conexões referenciais, principalmente para pessoas com pouco conhecimento no assunto.</p> <p>Facilita a <b>aprendizagem significativa</b> → quando o aluno consegue criar representações verbais e representações visuais, associando-as ao conhecimento prévio.</p> <p>Quando o aluno recebe apenas a representação imagética, ele tem dificuldade de criar a representação verbal, principalmente quando tem pouco conhecimento no assunto.</p>	<p>A imagem deve ser elaborada de modo a promover a seleção, organização e a conexão com o conhecimento prévio do aluno, e não meramente ilustrativa.</p> <p>Melhor usar imagem sinalizada/com legenda (esquema ilustrativo) do que só texto ou só imagem.</p> <p>Melhor usar animação+narração do que só narração.</p> <p>Funciona melhor para novatos (o efeito na aprendizagem é mais significativo).</p>
<p><b>10. Personalização do texto</b> (<i>personalization principle</i>)</p>	<p>As pessoas se engajam melhor na aprendizagem quando o texto (narrado ou escrito) é apresentado em linguagem conversacional/conversaço informal (em primeira e/ou em segunda pessoa) do que quando é apresentado em linguagem formal (terceira pessoa).</p>	<p>Beneficiam-se mais os aprendizes que possuem pouco conhecimento sobre o tema (os efeitos são mais significativos para alunos menos experientes).</p>
<p><b>11. Voz</b> (<i>voice principle</i>)</p>	<p>As pessoas se engajam melhor na aprendizagem quando a narração é feita com voz humana do que quando utilizado um simulador de voz computadorizado.</p>	<p>Atentar-se para a clareza da voz e o sotaque.</p> <p>Eliminar ruídos que prejudiquem a compreensão.</p>
<p><b>12. Imagem</b> (<i>image principle</i>)</p>	<p>As pessoas aprendem melhor quando há tutores ou agentes pedagógicos (personagens) caracterizados visualmente, que podem ser reais ou animados.</p> <p>Efeito da personalização (<i>embodiment effect</i>) → os alunos terão um resultado melhor no teste de transferência se a lição multimídia contiver agentes pedagógicos animados (APA) com gestos, olhares, expressões faciais e movimentos humanos.</p>	<p>O resultado de agentes pedagógicos é mais efetivo para iniciantes do que para alunos experientes.</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O conteúdo apresentado neste capítulo comprova o alcance do objetivo ‘a’ (Verificar a consistência dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, a partir de uma análise sistemática dos experimentos publicados na literatura), e sumariza aspectos a serem observados ao elaborar material instrucional multimídia de forma que o texto, a narração, as imagens e as animações em tela se unam de uma maneira efetiva para favorecer a aprendizagem.

O capítulo 5 a seguir apresenta a análise dos programas DCTV à luz dos princípios da CTML como uma proposta de contextualização prática dos achados referentes à teoria.

## 5 ANÁLISE DOS PROGRAMAS DCTV À LUZ DOS PRINCÍPIOS DA CTML

Conforme apresentado no tópico de metodologia, para avaliação empírica da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning – CTML*), foi selecionado o programa Dia de Campo na TV (DCTV), que disponibiliza conteúdo multimídia no portal da Embrapa. Este capítulo descreve a análise dos programas DCTV realizada para alcance do objetivo ‘b’ (Avaliar o material instrucional multimídia contido nas páginas do programa Dia de Campo na TV, produzido pela Embrapa, à luz dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia).

Embora criado com a finalidade de divulgar as tecnologias desenvolvidas pela Embrapa e parceiros, alguns programas do DCTV apresentam etapas de um processo tecnológico na forma de passo a passo. Portanto, esses programas possuem conteúdo instrucional que pode ser elaborado segundo os princípios da CTML para potencializar a aprendizagem do seu público-alvo. Todos os programas são disponibilizados em páginas *online* para acesso gratuito ao seu conteúdo pelo público interessado.

Assim, com o apoio da equipe do DCTV, foi obtida uma lista de programas, veiculados nos últimos anos (de março/2014 a julho/2016), que não fossem tipicamente promocionais, para divulgação dos resultados da pesquisa, mas que tivessem também conteúdo de caráter instrucional. Dessa lista, foram selecionados quatro programas para análise da aplicação dos doze princípios de design instrucional preconizados pela teoria de Mayer.

Segue abaixo o título dos programas selecionados, o endereço eletrônico para acesso no portal da Embrapa e uma breve referência ao conteúdo identificado no programa.

1. Compostagem orgânica vegetal, veiculado em 24 jun. 2016, disponível em: <https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/13739905/dia-de-campo-na-tv---compostagem-organica-vegetal> ==> este programa apresenta uma tecnologia para produção de adubos e substratos orgânicos que utiliza apenas matérias-primas 100% vegetais. Mostra também como utilizar um aplicativo, desenvolvido pela Embrapa, pelo celular.
2. Uso de cisternas na produção animal, veiculado em 9 dez. 2015, disponível em: <https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de->

- [noticias/-/noticia/8180300/dia-de-campo-na-tv---uso-de-cisternas-na-producao-animal](https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv---uso-de-cisternas-na-producao-animal)> ==> este programa apresenta o processo de captação de água da chuva em cisternas para dessedentação de animais, as etapas e o material necessário para sua construção.
3. Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças, veiculado em 13 nov. 2015, disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/7154772/dia-de-campo-na-tv---aquaponia-producao-integrada-de-peixes-e-hortalicas>> ==> este programa traz a definição do termo aquaponia e busca explicar ao telespectador como é esse sistema de cultivo e criação por meio de ilustrações animadas e imagens reais do sistema de aquaponia implantado em uma propriedade rural.
  4. Produção de mudas de mogno africano, veiculado em 28 nov. 2014, disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/2297534/dia-de-campo-na-tv---producao-de-mudas-de-mogno-africano>> ==> este programa apresenta o passo a passo para produzir as mudas de mogno africano, como conservar a semente e qual a época mais adequada para o plantio.

Cada programa DCTV é disponibilizado em uma página web do portal da Embrapa que contém uma introdução ao que é apresentado no vídeo e o próprio vídeo do programa.

O portal da Embrapa é gerenciado por um CMS (*Content Management System*) – Sistema Gerenciador de Conteúdo – o qual padroniza o leiaute de todas as páginas com um modelo único de cabeçalho e de rodapé. Assim, nas análises que se seguem foram desconsideradas essas porções da página web apresentada ao acessar o endereço eletrônico correspondente ao programa DCTV selecionado, no caso, o cabeçalho e o rodapé padrão do portal da Embrapa.

As próximas quatro seções apresentam a análise de cada um dos programas DCTV que foram selecionados, com ênfase para os preceitos da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. Ao final de cada seção, é apresentada uma tabela sumarizando a pontuação obtida pela página do programa no portal da Embrapa, por princípio da CTML, segundo os indicadores estabelecidos no Quadro 2 e propostos na metodologia desta obra para avaliação dos programas, com observações e justificativas para os valores atribuídos.

## 5.1 ANÁLISE DO PROGRAMA “COMPOSTAGEM ORGÂNICA VEGETAL”

A página eletrônica apresentada no navegador ao acessar o programa “Compostagem orgânica vegetal” no portal da Embrapa é ilustrada pela Figura 6. Conforme esclarecido na seção anterior, o cabeçalho e o rodapé padrão do portal não serão objeto de análise neste trabalho.

A primeira informação, com menos destaque, é a data de publicação do conteúdo no portal e a categoria de assunto em que ele se enquadra. Em seguida aparece o título do programa com o devido destaque. Abaixo do título, aparecem botões para compartilhamento nas redes sociais e para envio por e-mail. Essas funções também são recursos padrão do CMS do portal e comuns a todas as páginas do DCTV.

A primeira informação inerente ao programa, após o título, é a data em que o programa foi ao ar, devidamente destacada com negrito. Depois surge o texto em tela com seis parágrafos, separados por um subtítulo entre o quarto e o quinto parágrafo, totalizando 439 palavras. Após o texto é disponibilizado o vídeo do programa com 42 minutos e 19 segundos de duração, seguido de informações com link para instruções de como sintonizar, onde acessar a grade completa da programação, os dados de contato do jornalista responsável pela matéria, onde obter mais informações sobre o tema e links para mais notícias sobre temas relacionados. No lado direito da tela aparecem um processo e três notícias como conteúdos relacionados, com link de acesso rápido (Figura 6).

Nessa página, o princípio **multimídia** é bem explorado ao apresentar texto impresso, imagem e animação com narrativa (vídeo). O texto impresso antes do vídeo é relativamente longo, mas o subtítulo auxilia no processo de segmentação e sinalização do texto. Ele traz definições importantes sobre o que é compostagem e atua como um **treinamento prévio** para o que será apresentado no vídeo. Também durante a fala do apresentador, conceitos importantes são reforçados.

Os parágrafos constantes na tela após o vídeo são informações padrão para todos os programas DCTV. Esse texto encontra-se bem sinalizado, com cor em destaque para links e com negrito para as partes importantes, devidamente separadas por subtítulos, atendendo aos preceitos do princípio da **sinalização** recomendados pela CTML.

Figura 6 – Página do programa “Compostagem orgânica vegetal”

The screenshot shows the Embrapa website interface. At the top, there is a navigation bar with the Embrapa logo and the text 'Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento'. Below this is a search bar and a menu with options like 'O que fazemos', 'A Embrapa', 'Notícias', 'Bibliotecas', 'Multimídia', 'Saída de imprensa', 'Acesso à informação', and 'Navegue por Públicos'. The main content area features a large banner for 'Dia de Campo na TV - Compostagem orgânica vegetal' with a play button icon. Below the banner, there is a section titled 'Conteúdo relacionado' with sub-sections for 'Produtos, Processos e Serviços', 'Processo: Processo/prática agropecuária', and 'Notícias'. A video player is embedded in the main content area, showing a woman interviewing a man in a field. The footer contains contact information for 'Embrapa Informação Tecnológica' and 'Sede da Embrapa'.

Cabeçalho padrão  
do portal(desconsiderado  
na análise)Rodapé padrão  
do portal(desconsiderado  
na análise)

Fonte: Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/13739905/dia-de-campo-na-tv---compostagem-organica-vegetal>>.

Acesso em: 22 fev. 2017.

O vídeo é subdividido em quadros onde cada um trata de um tema específico. Apesar de seguir automaticamente após o início, há possibilidade de pausar sua reprodução, atendendo assim ao princípio da **segmentação**.

Todos os quadros do programa são introduzidos pela fala do apresentador, que serve como um **treinamento prévio** para o que virá a seguir. As narrativas, em sua maioria, são simultâneas à apresentação das imagens, atendendo ao princípio da **contiguidade temporal**.

O primeiro quadro sobre mudanças climáticas pretende mostrar ao público o que fazer para diminuir o aquecimento global, e aborda o Acordo de Paris<sup>19</sup> sobre o clima, a COP-21. Nele há detalhes sedutores e conteúdos irrelevantes, como a montagem inicial com a fala do público, característico de um programa televisivo, que poderiam ser eliminados caso o material fosse estritamente instrucional. Algumas imagens são meramente decorativas, outras são representacionais, buscando retratar elementos da narrativa. As entrevistas apresentadas são pouco estruturadas e praticamente não apresentam exemplos concretos do que a população pode fazer para diminuir os efeitos das mudanças climáticas no planeta, prejudicando a conexão com o conhecimento prévio dos ouvintes. Esses conteúdos, no formato em que se apresentam, tornam-se pouco relevantes para fins instrucionais e não atendem ao princípio da **coerência**. Há uma animação que traz o texto resumido em tela, simultâneo à narrativa, com ênfase na questão crucial do acordo: a previsão dos cientistas para o aquecimento global nos próximos 20 anos e o compromisso assumido pelos governos. Apesar de redundante com a narrativa, o texto em tela destaca informação relevante, o que facilita a memorização (imagem relacional). O mesmo não ocorre com a meta do Brasil para o acordo, ou seja, a narrativa é apresentada com imagens meramente decorativas ou representacionais, consideradas irrelevantes para a apreensão do conteúdo essencial. As Figuras 7, 8, 9 e 10 apresentam exemplos de imagem decorativa, representacional e relacional presentes no programa.

---

<sup>19</sup> Acordo de Paris é um tratado no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC – sigla em inglês), que rege medidas de redução de emissão dióxido de carbono a partir de 2020. O acordo foi negociado durante a COP-21, em Paris e foi aprovado em 12 de dezembro 2015. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Acordo\\_de\\_Paris\\_\(2015\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Acordo_de_Paris_(2015))>. Acesso em: 17 fev. 2017. Mais informação. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/news/2015-12-12/world-adopts-climate-deal-at-paris-talks/7023712>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

Figura 7 – Exemplo de imagem decorativa  
– acordo do Brasil na COP-21



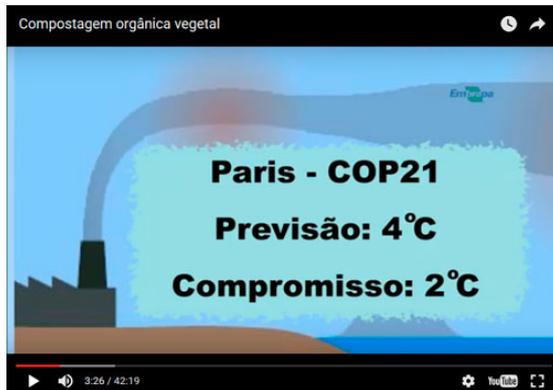
**Fonte:** Portal Embrapa. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/13739905/dia-de-campo-na-tv---compostagem-organica-vegetal>>.  
Acesso em: 22 fev. 2017. Tempo 2' 56"

Figura 8 – Exemplo de imagem decorativa  
– esforços dos setores da economia



**Fonte:** Portal Embrapa. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/13739905/dia-de-campo-na-tv---compostagem-organica-vegetal>>.  
Acesso em: 22 fev. 2017. Tempo 3' 07"

Figura 9 – Exemplo de imagem relacional  
– compromisso assumido pelos países na  
COP-21.



**Fonte:** Portal Embrapa. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/13739905/dia-de-campo-na-tv---compostagem-organica-vegetal>>.  
Acesso em: 22 fev. 2017. Tempo 3' 20"

Figura 10 – Exemplo de imagem  
representacional – seca



**Fonte:** Portal Embrapa. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/13739905/dia-de-campo-na-tv---compostagem-organica-vegetal>>.  
Acesso em: 22 fev. 2017. Tempo 3' 27"

O Quadro seguinte do programa é introduzido com a fala do apresentador trazendo informações prévias acerca de uma publicação sobre o milho doce, seguido da narrativa simultânea às imagens do livro. O quadro tem como objetivo divulgar as publicações da Embrapa. Os preceitos do princípio da **redundância** são seguidos ao destacar, no final, o link para acesso à livraria visando a facilitar a memorização do endereço eletrônico onde é possível adquirir a publicação, sem replicar em tela todo o conteúdo narrado.

O Quadro sobre a Embrapa Agroindústria de Alimentos objetiva promover as

Unidades da Empresa e apresenta todo seu conteúdo com imagens e animações simultâneas à narrativa, mantendo a conformidade com os princípios da **contiguidade temporal** e da **modalidade**.

O trecho que aborda a compostagem orgânica vegetal, foco principal do programa, inicia com conceitos e definições importantes para entendimento da tecnologia que será apresentada, atendendo aos preceitos do **treinamento prévio**. Além disso, ele é dividido em segmentos, o que facilita a apreensão do seu conteúdo por partes, conforme sugere o princípio da **segmentação**. Grande parte do material utiliza a narrativa simultânea às imagens, sejam elas estáticas ou animadas, facilitando o entendimento ao explorar os sentidos da visão e da audição, sem sobrecarregar apenas um canal, em concordância com o princípio da **modalidade**.

Quanto ao princípio da **personalização do texto**, da **imagem** e da **voz**, os jornalistas, bem como o apresentador, procuram manter um diálogo informal, facilitando o engajamento do ouvinte com o assunto. Grande parte do conteúdo é apresentado pelos pesquisadores em campo, mas nem todos os termos técnicos são esclarecidos. Não aparece a imagem de um produtor rural, mas os pesquisadores em campo se propõem a representar as características do homem no campo. A narrativa é longa e apresenta muito conteúdo importante, o qual poderia ter sido sinalizado, com destaque para dados-chave, como a forma de composição do adubo orgânico vegetal, por exemplo. Apresentar em tela um esquema torna-se útil e facilita a memorização, pois nem todos os aspectos da narrativa podem ser visualizados com imagens reais do processo.

As notícias divulgadas na Agência Embrapa de Notícias são apenas informativas, e não carecem de análise nesta obra por não conter conteúdo instrucional. Ainda assim, poderia ter sido informado ao final como acessar e assinar o boletim para receber mais notícias, facilitando o engajamento do ouvinte com o conteúdo apresentado.

O segmento sobre o uso do aplicativo via celular é bem explicativo, com a narrativa seguindo a animação de todo o processo de navegação. Há redundância da narrativa em tela, mas o texto é curto e resumido, destacando os pontos-chave do texto narrado sem sobrecarregar a memória de trabalho. Observa-se a utilização do princípio da **contiguidade espacial** ao destacar ao lado da imagem da tela do aplicativo um texto explicativo seguindo o fluxo da narrativa.

O programa fala também de uma cultivar de girassol. Algumas informações poderiam receber ilustrações animadas, como por exemplo o momento em que o pesquisador fala das

regiões onde ele pode ser plantado. O pesquisador também deveria olhar para frente, buscando identificar-se com o olhar do espectador. Assim como ocorre em outras falas de pesquisadores, há o uso de termos técnicos pouco esclarecedores.

A Tabela 2 apresenta um resumo da análise do programa “Compostagem orgânica vegetal”, com foco no tema principal e em trechos que poderiam ser úteis para compor um material instrucional multimídia.

Tabela 2 – Resumo da análise do programa “Compostagem orgânica vegetal”

Princípios da CTML	Pontuação atribuída	Observações / Justificativas
1. Coerência	2	Grande parte das imagens e narrativas é relevante para a apreensão do conteúdo principal. Não há som irrelevante. A reportagem sobre aquecimento global possui detalhes sedutores que poderiam ser suprimidos para um material instrucional.
2. Sinalização	1	O texto em tela está bem sinalizado, mas alguns dados importantes sobre a composição do adubo orgânico poderiam estar sinalizados e ser apresentados na tela durante a narrativa, como a proporção de cada elemento na mistura do composto vegetal, facilitando a retenção do conteúdo. Também a reportagem sobre girassol poderia conter um mapa do Brasil representando as regiões às quais a cultivar está adaptada.
3. Redundância	3	A redundância (texto impresso repetindo a narrativa) ocorre apenas de forma resumida, de forma a fortalecer pontos-chave da narrativa.
4. Contiguidade espacial	3	Há texto contíguo à imagem no segmento que fala do uso do aplicativo, que facilita a apreensão do conteúdo narrado.
5. Contiguidade temporal	3	Todas as ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.
6. Segmentação	3	O conteúdo é apresentado em segmentos, facilitando o controle do usuário para parar e retornar o vídeo quando desejar. Também o conteúdo principal do programa é segmentado em partes menores para facilitar a apreensão do conteúdo.
7. Treinamento prévio	2	O texto introdutório esclarece conceitos importantes sobre o tema que será apresentado sem seguida, o que ocorre também durante a narrativa. Faltou o esclarecimento de alguns termos técnicos.
8. Modalidade	2	Em grande parte do material são explorados os dois canais (auditivo e visual). Caberiam esquemas ilustrativos para acompanhar alguns trechos longos da narrativa, que é acompanhada de muitas imagens decorativas.
9. Multimídia	3	Usa as três mídias (texto, imagem e vídeo/animação com a narrativa).
10. Personalização do texto	2	Em grande parte da narrativa e da fala dos personagens o texto encontra-se em linguagem informal, mas faltou esclarecimento de alguns termos técnicos como, por exemplo, patógenos, nematoides, e outros que possam dificultar a compreensão total do conteúdo pelo público.
11. Voz	3	Usa voz humana em toda a narrativa do programa.
12. Imagem	2	Há presença de agentes <i>in loco</i> buscando caracterizar-se com o público rural, mas a imagem do técnico agrícola ou do produtor rural poderia ter sido explorada.
<b>TOTAL</b>	29	Corresponde a 80,55% de um total de 100%.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Assim, o programa “Compostagem orgânica vegetal” obteve um total de 81% de adesão aos princípios da CTML, segundo os indicadores estabelecidos no Quadro 2 e propostos na metodologia desta obra para avaliação da página dos programas DCTV.

## 5.2 ANÁLISE DO PROGRAMA “USO DE CISTERNAS NA PRODUÇÃO ANIMAL”

A página eletrônica apresentada no navegador ao acessar o programa “Uso de cisternas na produção animal” no portal da Embrapa pode ser visualizada na Figura 11.

Figura 11 – Página do programa “Uso de cisternas na produção animal”

09/12/15 | Produção animal | Convivência com a Seca

### Dia de Campo na TV - Uso de cisternas na produção animal

Tweet Compartilhar 3 G+1

Este programa foi ao ar no dia 11 de dezembro de 2015.

O **Dia de Campo na TV** vai apresentar o sistema de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas para uso na criação de animais. O armazenamento de água da chuva em cisternas é utilizado no Brasil há muito tempo, mas em Santa Catarina, a exemplo de outros estados e em virtude dos períodos de estiagem, esta prática vem aumentando consideravelmente. A água da chuva, captada e armazenada em cisterna quando usada para matar a sede dos animais, deve necessariamente passar por várias etapas para garantir um mínimo de qualidade que possibilitará o seu uso. Os suínos, por exemplo, podem consumir de um litro e meio a dois litros de água por dia na fase de leitões e até 40 litros/dia nas porcas em amamentação.

As informações disponibilizadas pela Embrapa Suínos e Aves consideram dicas importantes de trabalhos realizados a campo. Entre as recomendações de uso de água de chuva na produção de suínos e aves, está a identificação da demanda na granja; o dimensionamento da cisterna em função da necessidade de água calculada para a produção e a área do telhado disponível para captação. A construção da cisterna em função do objetivo do uso desta água; a desinfecção dessa água, processo também chamado de cloração, para uso na alimentação animal.

As vantagens no aproveitamento da água da chuva, além de combater a escassez de água em períodos de estiagem ou de maior demanda principalmente em regiões de produção intensiva de suínos e aves, são várias: reduz o consumo e o gasto com água potável na propriedade; é gratuita; evita a utilização de água potável na lavagem de pisos na suinocultura e na avicultura; e utiliza estruturas já existentes, como os telhados e as coberturas.

Pensando em facilitar o trabalho dos produtores interessados em instalar cisternas em suas propriedades, a Embrapa Suínos e Aves publicou o documento “Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves”. O documento traz orientações para produtores e técnicos no dimensionamento e construção de cisternas para oferecer aos animais água com qualidade. Para baixar gratuitamente o manual “Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves” acesse o link <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/954008/aproveitamento-da-agua-da-chuva-na-producao-de-suinos-e-aves>. Os interessados em instalar cisternas devem utilizar modelos e sugestões de construção que melhor se adaptem aos seus casos, principalmente em função da demanda de água na propriedade.

O **Dia de Campo na TV** Uso de cisternas na produção animal foi produzido pela Embrapa Informação Tecnológica (Brasília/DF) em parceria com a Embrapa Suínos e Aves (Concórdia/SC), Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.



**Fonte:** Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/8180300/dia-de-campo-na-tv---uso-de-cisternas-na-producao-animal>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

Após a parte superior comum a todas as páginas do DCTV, que contém a data de publicação desse conteúdo no portal, a categoria de assunto em que ele se enquadra, o título, os botões de compartilhamento e a data de veiculação do programa, a página apresenta um texto impresso com cinco parágrafos, contendo 431 palavras, seguido do vídeo do programa com 44 minutos e 48 segundos de duração. Após o vídeo, são apresentadas informações padrão do Dia de Campo na TV, com link para instruções de como sintonizar, onde acessar a grade completa, os dados de contato do jornalista responsável pela matéria, onde obter mais informações, e links para mais notícias sobre temas relacionados, as quais foram omitidas da Figura 11 por serem as mesmas em todas as páginas do programa (com as devidas alterações no contato). Este segmento da tela após o vídeo, além de ter sido excluído da imagem, já foi analisado na seção anterior e não será mais objeto de análise nesta nem nas próximas duas seções (5.3 e 5.4), onde serão analisados os demais programas DCTV selecionados como amostra para este trabalho.

Na página deste programa, o princípio **multimídia** é explorado ao apresentar texto impresso e animação com narrativa.

O texto em tela exibe um breve resumo do que será apresentado no vídeo, atuando como um **treinamento prévio** ao trazer informações-chave do foco do programa, como por exemplo que a água da chuva, quando usada para matar a sede dos animais, deve necessariamente passar por várias etapas para garantir um mínimo de qualidade que possibilitará o seu uso, e introduz o termo *cloração* como sendo um processo de desinfecção da água. Outros detalhes importantes também são apresentados, como as recomendações de uso da água da chuva na produção de suínos e aves. Alguns conceitos são esclarecidos durante a fala do pesquisador em vídeo, instigado pela pergunta do apresentador do programa, como por exemplo o que significa *primeiras águas*, dando destaque, inclusive, à importância do seu descarte para aumentar a vida útil do filtro.

Grande parte da narrativa do vídeo é apresentada em forma de pergunta e resposta, do entrevistador para o pesquisador em estúdio, e do jornalista para o técnico ou para o produtor em campo. A presença do personagem (técnico ou produtor) em campo fortalece a identificação do espectador com o tema e facilita o seu engajamento, atendendo ao princípio da **personalização da imagem**, uma vez que o público-alvo do programa é o produtor rural ou o técnico de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) que trabalha diretamente com o produtor. A presença do pesquisador em estúdio respondendo às perguntas do apresentador do

programa também é importante para dar credibilidade ao que está sendo dito, principalmente por ele ser um dos autores do documento *Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves*, citado no texto introdutório e na narrativa do vídeo, fundamentando o tema apresentado no programa.

Adicionalmente à aplicação do princípio da personalização da imagem, temos também o papel da voz do interlocutor e do tipo de linguagem utilizada no texto, que, segundo a CTML, influenciam no processo de aprendizagem. Em alusão aos princípios da teoria, temos o princípio da **personalização da voz**, que deve ser humana em vez de computadorizada, e do **texto**, em que deve ser usada a linguagem informal em vez da linguagem formal, principalmente quando o material instrucional é destinado a um público novato ou com pouca experiência no tema da aula. No programa ora em análise, a narrativa completa é feita com voz humana e o texto é apresentado em linguagem informal, em grande parte como um diálogo com o personagem entrevistado, que além do pesquisador traz também o técnico e o produtor rural, públicos-alvo do programa. Apesar disso, nem todos os termos técnicos foram esclarecidos, como por exemplo o que é ‘precipitação’.

Quanto aos aspectos relacionados ao princípio da **coerência** – evitar material irrelevante –, é de se esperar que sejam apresentados alguns detalhes sedutores com o intuito de atrair e manter a atenção do espectador, devido à característica original do programa – ser transmitido por emissoras de abrangência nacional para divulgar tecnologias. Entretanto, ao adaptar o material para um objeto de ensino-aprendizagem, detalhes irrelevantes devem ser eliminados do vídeo e do texto introdutório, deixando-os mais enxutos em relação ao objetivo instrucional que se deseja atingir. No caso deste programa, por exemplo, cujo foco é como fazer a captação de água da chuva com o uso de cisternas para dessedentação de animais, a informação sobre o consumo médio de água por leitões e por porcas em amamentação poderia ser eliminada, tanto do texto introdutório quanto do vídeo, que traz inclusive a ilustração animada com narrativa (ver Figura 12). Essa informação seria um “detalhe sedutor” (MAYER, 2009, p. 93, tradução nossa) que, apesar de relacionado ao tema, não se refere diretamente ao objetivo da tecnologia apresentada, que é a captação de água da chuva.

Tais detalhes deveriam ser omitidos e outros poderiam ser acrescentados. Para dar ênfase ao material necessário para construção do sistema de captação de água da chuva, por exemplo, caberiam imagens dos materiais mais indicados para construção do telhado de onde será captada a água da chuva (telhas de barro ou folhas de zinco/metálico), dos tipos de calha que podem ser utilizadas, o filtro (inclusive com recorte ilustrando-o internamente) e os tipos de

cisterna. Neste caso, foram mostradas imagens *in loco* de cisterna em lona para abrigar grandes volumes de água, mas na narrativa foi citada a caixa de fibra para armazenamento de menos água que não foi ilustrada.

Outro conceito que pode ser útil ao público é a diferença entre brita e pedra marroada, que foram citadas na narrativa. Também o termo *sombrite* foi cunhado rapidamente pelo técnico sem mais esclarecimentos. Assim, caberia uma definição ou ilustração para complementar os conceitos e facilitar a retenção da informação fornecida no vídeo.

O programa apresenta dois esquemas animados. O primeiro ilustra o consumo de água de leitões comparado ao de porcas em amamentação (Figura 12). O segundo apresenta as recomendações para uso da água da chuva (Figura 13).

Figura 12 – Esquema comparativo do consumo de água entre leitões e porcas em amamentação.



Fonte: Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/8180300/dia-de-campo-na-tv---uso-de-cisternas-na-producao-animal>>. Acesso em: 22 fev. 2017. Tempo 9' 56"

Figura 13 – Esquema com os passos recomendados para uso da água da chuva



Fonte: Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/8180300/dia-de-campo-na-tv---uso-de-cisternas-na-producao-animal>>. Acesso em: 22 fev. 2017. Tempo 31' 20"

Conforme já foi dito anteriormente, a ilustração animada sobre o consumo de água por leitões e porcas trata-se de um detalhe sedutor. Ainda assim, o dois esquemas atendem ao preceito da **contiguidade temporal**, ou seja, a animação segue a narrativa. Também a narrativa dos componentes do sistema de filtração da água da chuva para dessedentação animal mereceria um esquema ilustrativo semelhante ao que aparece no documento correspondente a este tema, conforme ilustrado na Figura 14<sup>20</sup>. Isso facilita a criação do esquema mental necessário para uma melhor memorização dos elementos que compõem o sistema e da sequência em que devem estar dispostos.

<sup>20</sup> Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79687/1/Doc-157.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

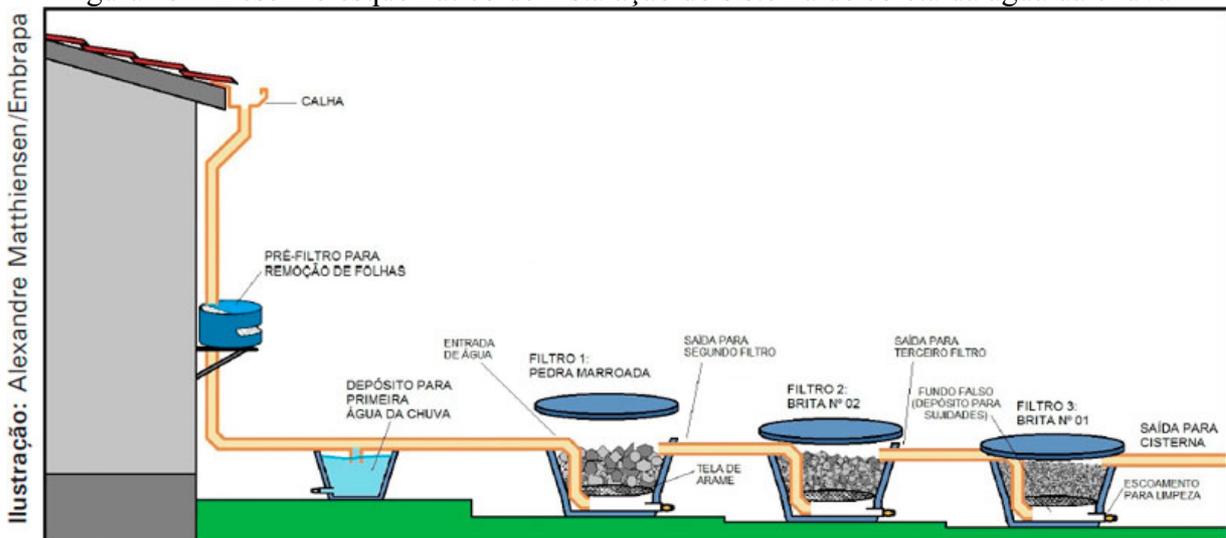
Figura 14 – Componentes do sistema de filtração da água da chuva para dessedentação animal



Fonte: OLIVEIRA et al (2012, p. 12).

O desenho ilustrativo do sistema completo de captação de água da chuva para dessedentação animal (Figura 15) que aparece no Documento 157, o qual é referenciado no programa, tanto no texto introdutório impresso na página como nos comentários do pesquisador e do técnico em vídeo, deveria ser exposto na página ou aparecer no vídeo em formato de animação associado à narrativa. Apesar de o vídeo trazer imagens reais da cisterna, o esquema traz mais elementos ilustrativos que facilitam o entendimento e a memorização.

Figura 15 – Desenho esquemático de instalação do sistema de coleta da água da chuva



Fonte: OLIVEIRA et al. (2012, p. 21).

Esse esquema ilustrativo traz aspectos sugeridos pelo princípio da **contiguidade espacial** ao conter legendas nas partes que compõem a cisterna (pré-filtro para remoção de folhas, depósito para primeira água da chuva, especificação do tipo de pedra/brita que deve conter os três filtros etc.).

Assim, dada a importância do Documento 157 para complementar o conteúdo apresentado no vídeo, o link mereceria mais destaque na página do programa, seguindo os preceitos do princípio da **sinalização**. Além disso, o gerenciador de conteúdo do portal da Embrapa possui, por exemplo, um recurso para relacionar conteúdo, o qual aparece na coluna

à direita da tela intitulado “Conteúdo relacionado”. No caso deste programa, a coluna encontra-se em branco. Este recurso poderia ter sido usado para facilitar o acesso ao documento, conforme pode ser observado na página do programa “Compostagem orgânica vegetal”, analisado na seção 5.1, bem como o link para o documento no texto introdutório deveria estar destacado e ser clicável.

Retomando ao fato de o programa DCTV não ser genuinamente um produto de caráter instrucional, e sim de divulgação de tecnologias, para adaptar seu conteúdo para um material a ser utilizado num ambiente de ensino-aprendizagem, tanto o texto impresso quanto o vídeo deveriam ser particionados em frações menores, significativas, em atendimento ao princípio da **segmentação**. A cada segmento seria atribuído um subtítulo representativo, como por exemplo “Recomendações de uso”, eliminados os detalhes irrelevantes, e associado o segmento de vídeo com o texto correspondente, permitindo que o próprio aluno controle o ritmo da apresentação de cada parte, até completar a compreensão do material como um todo.

Quanto ao princípio da **redundância**, repetir o texto narrado em formato impresso, em sua totalidade, prejudica a aprendizagem. Estudos comprovam que, repetir somente parte do texto de forma breve e resumida, destacando os pontos-chave da narrativa, não prejudica o entendimento, podendo, inclusive, facilitar a apreensão do conteúdo (MAYER; JOHNSON, 2008; SCHÜLER; SCHEITER; GERJET, 2013; YUE; BJORK; BJORK, 2013; McCRUDDEN; HUSHMAN; MARLEY, 2014). Sendo assim, considera-se que, no programa DCTV ora em análise, a redundância da narrativa não ocorre.

Por fim, em relação ao princípio da **modalidade**, o uso de imagens com a explicação em áudio é bastante explorado em todo o material. Em alguns momentos da fala dos entrevistados, em que são enumeradas informações importantes, poderia haver uma listagem com termos chave, com a ilustração do que está sendo especificado sempre que possível, para facilitar a retenção do conteúdo que está sendo retratado.

A seguir é apresentado um resumo com a análise do programa “Uso de cisternas na produção animal”, a pontuação atribuída a cada princípio da CTML e as respectivas observações ou justificativas (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da análise do programa “Uso de cisternas na produção animal”

Princípios da CTML	Pontuação atribuída	Observações / Justificativas
1. Coerência	1	Contém texto impresso, animação e narrativa irrelevante (consumo de água e outros). Não contém som irrelevante.
2. Sinalização	1	Deveria ter dado mais destaque ao Documento 157 referenciado no texto e no vídeo. Poderia ter usado o esquema ilustrativo com sinalização (o mesmo que aparece no documento supracitado – ver Figura 15).
3. Redundância	3	Não ocorre redundância (texto impresso repetindo a narrativa).
4. Contiguidade espacial	0	Não há imagem contígua ao texto.
5. Contiguidade temporal	3	Todas as ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.
6. Segmentação	1	O conteúdo é apresentado como um todo, tanto o texto impresso (que poderia ser segmentado com subtítulos), quanto o vídeo. Apesar disso, é possível parar e retornar o vídeo.
7. Treinamento prévio	2	Há texto introdutório esclarecendo alguns conceitos e também durante a narrativa. Faltou ilustrar alguns tipos de materiais utilizados no processo de captação de água da chuva e definir alguns conceitos e termos técnicos.
8. Modalidade	2	Em grande parte do material são explorados os dois canais (auditivo e visual). Caberia ilustração no texto impresso e esquema ilustrativo dos componentes do sistema de captação de água da chuva e outros.
9. Multimídia	2	Usa duas mídias (texto e vídeo/animação). Poderia usar imagem estática na tela para ilustrar o processo. Também poderia ter usado outras ilustrações animadas durante a narrativa do vídeo, como o processo de limpeza e outros tipos de material utilizado na cisterna.
10. Personalização do texto	3	O texto é basicamente falado em linguagem informal, acessível.
11. Voz	3	Usa voz humana em toda a narrativa do programa e a caracterização da fala do público-alvo, no caso, o produtor rural e o técnico ATER.
12. Imagem	3	Há presença de agentes <i>in loco</i> bem caracterizados e explora todos os públicos (pesquisador, técnico e produtor).
TOTAL	24	Corresponde a 66,66% de um total de 100%.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2017).

Desse modo, o programa “Uso de cisternas na produção animal” obteve um total de 67% de adesão aos princípios da CTML, segundo os indicadores estabelecidos no Quadro 2 e propostos na metodologia desta obra para avaliação da página dos programas DCTV.

### 5.3 ANÁLISE DO PROGRAMA “AQUAPONIA: PRODUÇÃO INTEGRADA DE PEIXES E HORTALIÇAS”

A página eletrônica apresentada ao acessar o programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças” pode ser visualizada na Figura 16, desconsiderados o rodapé

e o cabeçalho padrão do portal, e o texto após o vídeo, padrão das páginas do DCTV.

Após a data de publicação, a categoria de assunto, o título, os botões de compartilhamento e a informação da data de veiculação do programa, devidamente sinalizados, aparece um texto introdutório em tela com quatro parágrafos, num total de 259 palavras, que traz conceitos importantes para a compreensão do tema. O vídeo disponibilizado possui a duração de 45 minutos e 48 segundos. A página não contém conteúdo relacionado na coluna à direita da tela (Figura 16).

Além do texto em tela que, assim como os demais programas DCTV, atua como um **treinamento prévio**, o vídeo apresenta logo no início a definição do termo aquaponia por meio de uma animação simultânea à narração. O vídeo traz também cenas reais do sistema de aquaponia, com a explicação do pesquisador.

De volta ao estúdio de gravação do programa, a apresentadora estimula a conversação por meio de perguntas para o pesquisador que está presente, mantendo, sempre que possível, a informalidade da conversa, atendendo assim ao preceito da **personalização do texto**. Os termos técnicos são esclarecidos durante a fala dos pesquisadores. Todo o programa é narrado com a utilização de voz humana e apresenta personagens reais *in loco*, atendendo também aos princípios da personalização da **voz** e da **imagem**.

Quanto à **sinalização**, além da animação do sistema de aquaponia no início do programa, com legendas e imagens ilustrativas, o desenrolar das reportagens apresenta, pouco a pouco, os materiais necessários e os diversos modelos possíveis de implantação, desde o sistema doméstico, familiar, até o sistema de produção em maior escala, exemplificando cada um deles com imagens reais. A apresentação dos diversos modelos em blocos também facilita a apreensão do conteúdo por partes, atendendo ao princípio da **segmentação**, além de facilitar a pausa do vídeo conforme a necessidade e o interesse do ouvinte. Quanto à **modalidade**, uso de imagem com a narrativa, também é bem explorada, principalmente no segmento em que é apresentado o passo a passo para a construção do sistema de aquaponia.

Apesar de extenso, praticamente não ocorrem conteúdos irrelevantes. Todas as imagens e narrativas giram em torno do tema principal, mantendo assim as recomendações quanto ao princípio da **coerência**.

Figura 16 – Página do programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças”

11/11/15 | Agricultura Familiar

## Dia de Campo na TV - Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças

 Tweetar  Compartilhar  0  G+1 

Este programa foi ao ar no dia 13 de novembro de 2015.

O **Dia de Campo na TV** vai apresentar o sistema de produção de peixes e vegetais com baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico gerado. A aquaponia permite que se produzam peixes e hortaliças usando pouca água, uma vez que a água é recirculada no sistema e tem sua carga orgânica e de minerais reduzida pela ação de bactérias e absorção pelas raízes das plantas. Dessa forma, a água retorna ao tanque de criação dos peixes com qualidade superior à que saiu.

O termo 'aquaponia' é derivado da combinação das palavras "aquicultura" (produção de organismos aquáticos) e 'hidroponia' (produção de plantas sem solo) e refere-se à integração entre a criação de organismos aquáticos, principalmente peixes, e o cultivo de vegetais hidropônicos. A aquaponia permite que qualquer pessoa produza seu próprio alimento (peixes e hortaliças) utilizando muito pouca água e gerando uma quantidade mínima de efluente.

O pesquisador Paulo Carneiro afirma que, além de ser ideal para pequenos produtores rurais, a técnica pode ser utilizada no meio urbano, num quintal ou varanda, que receba pelo menos 5 horas diárias de sol. Pode ser também adotada por professores do ensino fundamental e médio e ser uma eficiente ferramenta de ensino em disciplinas como biologia, meio ambiente, física, química, matemática, economia e engenharia, complementa o pesquisador.

O **Dia de Campo na TV** Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças foi produzido pela Embrapa Informação Tecnológica (Brasília/DF) em parceria com a Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju/SE), Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.



**Fonte:** Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/7154772/dia-de-campo-na-tv---aquaponia-producao-integrada-de-peixes-e-hortalicas>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

Ao final, são apresentados alguns destaques publicados na Agência Embrapa de Notícias, que tem por finalidade divulgar as novidades da pesquisa agropecuária. Esse conteúdo não tem sido objeto de análise nesta obra, pois não tem caráter instrucional. Ainda assim, cabe observar a presença de imagem e som irrelevantes ao fundo, que devem ser evitados. Por outro lado, o texto com o endereço eletrônico para acesso à Agência Embrapa de Notícias foi bem aplicado em tela.

A Tabela 4 apresenta o resumo da avaliação do programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças”.

Tabela 4 – Resumo da análise do programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças”

Princípios da CTML	Pontuação atribuída	Observações / Justificativas
1. Coerência	3	Não possui detalhes sedutores.
2. Sinalização	3	A animação é bem sinalizada.
3. Redundância	3	Não ocorre redundância (texto impresso repetindo a narrativa).
4. Contiguidade espacial	3	O texto aparece contíguo à imagem durante a animação com a definição da técnica.
5. Contiguidade temporal	3	Todas as ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.
6. Segmentação	3	O conteúdo é bem segmentado, o que facilita a pausa do vídeo quando necessário.
7. Treinamento prévio	3	Há texto introdutório esclarecendo alguns conceitos e também durante a narrativa. Praticamente todos os materiais e tipos de sistema foram ilustrados, bem como os termos técnicos foram esclarecidos durante a narrativa.
8. Modalidade	3	Em grande parte do material são explorados os dois canais (auditivo e visual).
9. Multimídia	2	Explora bem o texto/narrativa com imagens e animações. Poderia ter adicionado imagem e conteúdo relacionado em tela.
10. Personalização do texto	3	O texto é basicamente falado em linguagem informal, acessível. Termos técnicos são devidamente esclarecidos.
11. Voz	3	Usa voz humana em toda a narrativa do programa.
12. Imagem	3	Há presença de agentes <i>in loco</i> caracterizando o público-alvo.
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	Corresponde a 97,22% de um total de 100%.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2017).

Portanto, o programa “Aquaponia: produção integrada de peixes e hortaliças” obteve um total de 97% de adesão aos princípios da CTML, segundo os indicadores estabelecidos no Quadro 2 e propostos na metodologia desta obra para avaliação da página dos programas DCTV.

#### 5.4 ANÁLISE DO PROGRAMA “PRODUÇÃO DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO”

A página do programa “Produção de mudas de mogno africano” pode ser visualizada na Figura 17. O texto introdutório em tela contém cinco parágrafos, totalizando 272 palavras. O vídeo disponibilizado tem 42 minutos e 10 segundos de duração. A página não possui conteúdo relacionado na coluna à direita da tela.

O texto impresso tem como objetivo divulgar a espécie entre os produtores e traz informações sobre as vantagens do seu cultivo. Também contém dados úteis para ambientação do interessado no tema, como por exemplo o nome da espécie mais adaptada à região amazônica, o nome da praga que ataca o mogno brasileiro e a quantidade de mudas que podem ser produzidas com um quilo de semente, se forem bem conduzidas.

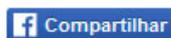
O objetivo central do vídeo, ensinar o passo a passo para a produção de mudas de mogno africano, só é apresentado após 30 minutos de programa. Isso reflete o modelo do DCTV produzido na época, em 2014, que era basicamente centrado em um único tema. Com isso, ao longo de seus 42 minutos, são apresentados muitos detalhes sedutores que, embora relacionados ao tema, não são essenciais para o foco da instrução. Portanto, para aproveitamento deste conteúdo como um material instrucional multimídia, vários segmentos com detalhes sedutores poderiam ser eliminados, tornando-o mais conciso, segundo as recomendações do princípio da **coerência**. Possivelmente, os segmentos extraídos dariam origem a novas instruções, com seus objetivos específicos.

As informações sobre outras espécies de mogno africano e suas condições de adaptabilidade, por exemplo, poderiam ser suprimidas, pois tratam-se de detalhes irrelevantes para o ensino da produção de mudas da espécie desejada. O que poderia ser útil para um melhor entendimento é a imagem das sementes das quatro espécies de mogno africano, mas não há. Também o histórico da introdução do mogno africano no Brasil, apesar de interessante, é irrelevante para a apreensão do conteúdo principal.

Figura 17 – Página do programa “Produção de mudas de mogno africano”

28/11/14 | Florestas e silvicultura | Produção vegetal

## Dia de Campo na TV - Produção de mudas de mogno africano

 Tweetar  Compartilhar  0  G+1 

Este programa foi ao ar no dia 28 de novembro de 2014.

O mogno-africano é uma espécie madeireira de grande valor comercial e vem ganhando espaço entre os agricultores. Ele é uma alternativa ao mogno nativo da floresta amazônica (*Swietenia macrophylla*, King), que teve o corte proibido por causa da exploração predatória.

São conhecidas quatro espécies com o nome de mogno-africano, todas do gênero *Khaya*. Dessas quatro, a que melhor se adaptou à região amazônica foi a *Khaya ivorensis*. As primeiras sementes da árvore chegaram ao Brasil na década de 1970 e foram plantadas na sede da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém do Pará. Nesse estado surgiram os primeiros cultivos, hoje também presentes em grande quantidade em outras regiões do País, como em Minas Gerais.

A planta possui crescimento rápido e oferece uma madeira com densidade e resistência que a tornam ideal para a fabricação de móveis. Outra vantagem do mogno-africano é que ele não sofre com a broca-das-ponteiras, uma praga que ataca o mogno brasileiro e que até hoje torna inviável o cultivo comercial.

Com todos esses atrativos, e em função da grande procura, o mogno-africano tem suas sementes e mudas comercializadas a preços elevados. O quilo de sementes chega a ser oferecido por R\$ 3 mil, o que possibilita a produção de até duas mil e quinhentas mudas, se forem bem conduzidas.

O Dia de Campo na TV *Produção de mudas de mogno-africano* vai mostrar como produzir mudas de mogno-africano e as experiências de viveiristas e produtores que trabalham com essa espécie. O programa foi produzido pela Embrapa Informação Tecnológica (Brasília/DF) e pela Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA), Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.



Fonte: Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv/busca-de-noticias/-/noticia/2297534/dia-de-campo-na-tv---producao-de-mudas-de-mogno-africano>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

É importante observar, no entanto, que na fala do engenheiro florestal sobre as características da madeira produzida, seu aproveitamento, utilidade etc., ele busca esclarecer os termos técnicos empregados, como resistência biológica e abrasividade, exemplifica os vários usos da madeira produzida e as culturas que podem ser associadas ao cultivo do mogno africano. Essas explicações fortalecem a **personalização do texto**. Também a presença do produtor no viveiro de mudas consolida a **personalização da imagem**, estimulando o engajamento do espectador ao tema.

No segmento de vídeo que fala sobre o passo a passo para a produção de mudas, a narrativa é apresentada simultaneamente à animação, atendendo às recomendações do princípio da **contiguidade temporal**. Ele é curto, mas contém algumas informações importantes, as quais são repassadas somente no formato de narrativa, com imagens decorativas que não facilitam a memorização.

Um conteúdo importante, logo após o passo a passo, são as informações sobre como colher e como armazenar a semente, que encontra-se relativamente segmentado. Isso facilita a pausa para controlar o ritmo da apresentação e permite a absorção do conteúdo por partes. No entanto, as imagens são pouco significativas.

Não há texto impresso sendo apresentado no vídeo, somente em tela. Nele, não foi utilizado nenhum recurso de **sinalização**. Também não há elementos redundantes.

A Tabela 5 apresenta o resumo da pontuação atribuída ao programa “Produção de mudas de mogno africano”, conforme o nível de adoção de cada princípio.

Tabela 5 – Resumo da análise do programa “Produção de mudas de mogno africano”

Princípios da CTML	Pontuação atribuída	Observações / Justificativas
1. Coerência	1	Contém muitos detalhes sedutores. Não contém som irrelevante.
2. Sinalização	0	Não usa.
3. Redundância	3	Não ocorre redundância (texto impresso repetindo a narrativa).
4. Contiguidade espacial	0	Não há nenhum esquema ou ilustração contígua ao texto.
5. Contiguidade temporal	3	Todas as ocorrências de imagem e narrativa são simultâneas.
6. Segmentação	2	O conteúdo é apresentado como um todo, tanto o texto impresso, quanto o vídeo. Apesar disso, é possível parar o vídeo nas quebras de sequência.
7. Treinamento prévio	2	Há esclarecimentos de alguns conceitos durante a narrativa. Faltou ilustrar as espécies de mogno africano, as características do saco plástico para produção das mudas e como armazenar as sementes.

Princípios da CTML	Pontuação atribuída	Observações / Justificativas
8. Modalidade	2	Em grande parte do material são explorados os dois canais (auditivo e visual).
9. Multimídia	1	Usa pouco as duas mídias (texto e vídeo). Poderia usar imagem estática na tela. Também poderia ter usado ilustrações animadas durante a narrativa do vídeo.
10. Personalização do texto	3	O texto é basicamente falado em linguagem informal, acessível.
11. Voz	3	Usa voz humana em toda a narrativa do programa e a caracterização da fala do público-alvo.
12. Imagem	3	Há presença de agentes <i>in loco</i> bem caracterizados e explora todos os públicos (pesquisador, técnico e produtor).
<b>TOTAL</b>	23	Corresponde a 63,89% de um total de 100%.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2017).

Por fim, o programa “Produção de mudas de mogno africano” obteve um total de 64% de adesão aos princípios da CTML, segundo os indicadores estabelecidos no Quadro 2 e propostos na metodologia desta obra para avaliação da página dos programas DCTV.

## 5.5 RESUMO DA ANÁLISE DOS PROGRAMAS DCTV

A seguir é apresentada a Tabela 6 contendo um resumo do resultado da avaliação dos quatro programas Dia de Campo na TV selecionados.

Tabela 6 – Resumo da análise dos programas DCTV segundo os princípios da CTML

Princípios	Compostagem orgânica vegetal	Uso de cisternas na produção animal	Aquaponia	Produção de mudas de mogno africano	TOTAL (%)
1. Coerência	2	1	3	1	58,33%
2. Sinalização	1	1	3	0	41,67%
3. Redundância	3	3	3	3	100%
4. Contiguidade espacial	3	0	3	0	50%
5. Contiguidade temporal	3	3	3	3	100%
6. Segmentação	3	1	3	2	75%
7. Treinamento prévio	2	2	3	2	75%
8. Modalidade	2	2	3	2	75%
9. Multimídia	3	2	2	1	66,67%

<b>Programas Princípios</b>	<b>Compostagem orgânica vegetal</b>	<b>Uso de cisternas na produção animal</b>	<b>Aquaponia</b>	<b>Produção de mudas de mogno africano</b>	<b>TOTAL (%)</b>
10. Personalização do texto	2	3	3	3	91,67%
11. Voz	3	3	3	3	100%
12. Imagem	2	3	3	3	91,67%
<b>TOTAL (%)</b>	29 80,56%	24 66,67%	35 97,22%	23 63,89%	

**Fonte:** Elaborado pela autora (2017).

Conforme observado na Tabela 6, os princípios da redundância, da contiguidade temporal e da voz, aplicados aos programas DCTV analisados, tiveram 100% de aderência às recomendações da CTML.

O programa que trata do tema ‘aquaponia’ destaca-se por apresentar quase 100% de aderência aos princípios da CTML, faltando apenas aplicar uma imagem e/ou relacionar conteúdo em tela. Isso indica que o programa pode ser facilmente adaptado para se tornar um material tipicamente instrucional. E mesmo os demais programas analisados, grande parte pode ser aproveitado, com algumas poucas adaptações.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo final dessa dissertação apresenta recomendações para a adaptação dos programas DCTV analisados, a partir dos princípios preconizados pela CTML. A seção 6.1 apresenta sugestões para a adaptação dos programas analisados, enquanto a seção seguinte (6.2) oferece uma lista de recomendações. Por fim, observações de caráter geral, perspectivas e considerações adicionais são apresentadas.

O conteúdo desse capítulo, portanto, comprova o alcance dos objetivos ‘c’ (Analisar comparativamente e propor sugestões para adaptação do conteúdo instrucional multimídia do DCTV, de modo a facilitar o processo de construção do conhecimento por parte dos públicos-alvo da Empresa) e ‘d’ (Organizar uma lista de recomendações que favoreçam o processo de aprendizagem para subsidiar a criação de novos conteúdos instrucionais para o portal da Embrapa).

### 6.1 SUGESTÕES PARA ADAPTAÇÃO DOS PROGRAMAS ANALISADOS

Nesta seção são apresentadas sugestões para adaptar material instrucional multimídia dos programas Dia de Campo na TV analisados à luz dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, levando-se em consideração a consistência dos doze princípios preconizados pela Teoria verificada após a revisão sistemática de literatura realizada neste estudo. Portanto, será feito o cruzamento dos achados relatados nos capítulos 4 e 5 desta obra.

As sugestões aqui apresentadas referem-se às páginas publicadas na Internet do programa DCTV de um modo geral, pois observações específicas para os quatro programas analisados já foram colocadas no decorrer das avaliações individualizadas. Além disso, qualquer sugestão de alteração que enseje edição no vídeo dos programas já produzidos merecem ser avaliadas quanto ao custo-benefício para uma possível utilização futura, uma vez que os programas já foram veiculados em rede nacional de televisão.

Em primeiro lugar, recomenda-se que todas as páginas do DCTV utilizem a coluna à direita da tela, que permite a vinculação de conteúdos relacionados ao tema, explorando assim os diversos meios de transferir o conhecimento ao público interessado ao oferecer mais informações com recurso visual.

O texto introdutório impresso na página do programa deve ser sinalizado com link clicável, quando houver referência a algum recurso eletrônico. Um exemplo é o documento

citado na página “Uso de cisternas na produção animal”. Inclusive, este é um recurso que deve ser vinculado para figurar na coluna à direita da tela.

Além disso, quando extenso, o texto pode ser segmentado com subtítulos significativos, conforme aparece na página “Compostagem orgânica vegetal”. Isso permite um maior engajamento do leitor com o tema e abre a possibilidade de destacar o conteúdo considerado relevante.

Em alguns trechos dos vídeos dos programas, onde são apresentadas muitas informações relevantes para a compreensão da técnica ou do processo – como, por exemplo, números e quantidades – normalmente indicado pela fala do pesquisador entrevistado, caberiam algumas legendas ou mesmo substituir a imagem do pesquisador pelo texto resumido em tela, mantendo a narrativa. Também criar esquemas ilustrados para intercalar com a explicação dada pelo entrevistado, em certos casos, seria de maior valia.

Os vídeos mais recentes, que já se encontram segmentados por natureza distinta, trazem fragmentos curtos que podem ser utilizados como material instrucional, desde que o conteúdo seja coeso e, ao mesmo tempo, completo.

Na seção seguinte serão apresentadas recomendações que se aplicam à produção de novos conteúdos instrucionais.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES PARA CRIAÇÃO DE CONTEÚDOS INSTRUCIONAIS

Nesta seção é apresentada uma lista de recomendações para a criação de novos conteúdos instrucionais com o uso de recursos multimídia para o programa Dia de Campo na TV da Embrapa. Essas recomendações podem ser consideradas também para a criação de conteúdos instrucionais para outros produtos da Empresa que utilizem recursos multimídia visando a favorecer o processo de aprendizagem do seu público-alvo.

Para fins práticos, as recomendações foram segmentadas por princípio, apesar de muitos deles estarem relacionados.

### **Treinamento prévio**

Para facilitar o entendimento do material instrucional apresentado num ambiente web, é recomendado apresentar uma breve introdução que aborde conceitos básicos sobre o tema que será discutido.

Se essa introdução trazer várias ideias, é interessante que o texto esteja segmentado

por subtítulos significativos. Além disso, o texto deve ser sinalizado, principalmente quando houver link.

Sempre que possível, inserir no texto impresso em tela a definição ou o esclarecimento sobre termos técnicos que serão abordados no programa<sup>21</sup>.

A fala do apresentador ao introduzir cada quadro do programa, segundo o formato dos programas veiculados em 2016, deve trazer à tona o foco principal do que se quer transmitir. Deve servir como um treinamento prévio e, se possível, apresentar a definição de termos técnicos e conceitos mais importantes para apreensão do que será apresentado no quadro.

Quando viável, criar ilustrações animadas para facilitar o processo mental de construção do conhecimento.

### **Modalidade**

Explorar os diversos recursos visuais com imagens e animações, mas manter a coerência do texto com a imagem para não incluir detalhes sedutores que “roubem” a atenção do público. Usar imagens representacionais e não meramente ilustrativas.

### **Segmentação**

Manter opção em tela para pausar e retornar o vídeo, mantendo o controle nas mãos do público.

Criar segmentos concisos (resumidos), coesos (consistentes) e completos. Cada segmento deve trazer uma única ideia principal a ser desenvolvida para não sobrecarregar a memória de trabalho do aprendiz com material irrelevante.

### **Personalização do texto, da imagem e da voz**

Quando possível, utilizar linguagem informal para que o produtor ou o técnico agrícola se identifiquem com o conteúdo apresentado. Ao introduzir termos técnicos, explicar seu significado.

Também a presença de um agente que represente o público-alvo do tema é importante para o engajamento do espectador e para fortalecer a ideia de pertencimento ao grupo.

---

<sup>21</sup> Na verdade, esse procedimento já costuma ser feito nos programas atuais, apenas consta na lista de recomendações para que seja mantida essa prática.

### **Redundância**

Apresentar na tela (ou no vídeo) palavras-chave, mesmo que redundante em parte com a narrativa, pode ajudar a memorização do conteúdo. Textos longos apenas narrados fazem com que a informação se sobreponha na memória de trabalho, dificultando a memorização dos pontos fundamentais do texto.

### **Coerência**

Evitar detalhes sedutores que “roubem” a atenção do público. Devem ser utilizados textos e imagens que funcionem como facilitadores no processo de vinculação da informação que está sendo apresentada com o conhecimento prévio do aprendiz.

### **Contiguidade espacial e temporal**

Sempre que possível, apresentar conteúdo imagético e textual na mesma página web. Se o texto for apresentado em formato de narrativa, deve vir acompanhado de uma animação.

## **6.3 OBSERVAÇÕES GERAIS**

Foi possível perceber a importância de avaliar o conhecimento prévio dos participantes sobre o tema da aula. Muitos estudos analisados na revisão sistemática de literatura, os quais realizaram experimentos para mensurar a aprendizagem adquirida com o material instrucional multimídia, aplicaram um pré-teste para avaliar o conhecimento prévio do participante. Em alguns casos, foram desconsiderados participantes que demonstraram conhecimento relevante sobre o assunto na tentativa de homogeneizar o grupo e eliminar o viés de expertise. Em outros casos, foram criados grupos distintos com participantes mais e menos experientes, quando o objetivo do experimento incluía avaliar o efeito do princípio sobre esses dois perfis de aluno de forma diferenciada.

Como é característico desse tipo de estudo, os participantes dos experimentos realizados pelos estudos primários, em sua maioria, foram estudantes universitários, com idade média entre 20 e 23 anos de idade. Além do questionário demográfico para contabilizar os dados estatísticos dos participantes, como idade, sexo, área de estudo<sup>22</sup> ou outro dado de interesse, o estudo de Schroeder (2016), que testou o princípio da personalização da imagem,

---

<sup>22</sup> Na maior parte dos artigos analisados, o experimento foi realizado com estudantes universitários, sendo contabilizada a área de estudo. Em alguns casos, o experimento foi realizado com estudantes de nível médio ou outro público onde essa informação não é necessariamente apurada.

ou seja, da inclusão de um agente pedagógico (personagem) no material instrucional multimídia, acrescenta uma questão sobre etnicidade no questionário demográfico (pré-teste) para que o próprio participante categorizasse o seu grupo étnico. Essa informação torna-se importante para caracterizar aspectos culturais e linguísticos, como o dialeto por exemplo, a serem aplicados nos agentes pedagógicos animados (APA), os quais influenciam na identificação do participante com o personagem e com as características do texto contido no material instrucional, promovendo (ou não) um maior engajamento do participante com a aula, facilitando (ou não) a aprendizagem.

Essa questão torna-se relevante no Brasil, que é um país de dimensões continentais e culturalmente diversificado. Também devem ser considerados os dialetos sociais, observando os jargões utilizados em áreas específicas como o Direito, a Medicina etc., ao aplicar características de personalização no material instrucional. Tudo isso pode influenciar no grau de engajamento do participante e, conseqüentemente, no nível de apreensão do conteúdo.

Também foi possível observar que, assim como ocorre na área médica, eventualmente os participantes assinam um termo de consentimento por escrito para participar do experimento, conforme relatado por Craig, Gholson e Driscoll (2002). Quando a participação não enseja crédito acadêmico para os alunos, é paga uma quantia, quiçá simbólica, a quem se prontifica a despende o tempo necessário para a realização e conclusão dos testes. Dessa forma, supõe-se que o empenho do aluno seja mais efetivo.

Outra constatação foi o uso do mesmo material instrucional sendo adotado em estudos diversos. Assim sendo, há possibilidade de replicar o experimento com população diversa, de forma a obter dados comparativos que sejam mais facilmente contrastados. Também foi interessante observar nos estudos como são realizados os testes de verificação de aprendizagem, quais os tipos de testes e quais os tipos de questões aplicadas, inclusive a denominação atribuída a cada um desses testes. Nem todos são intitulados da mesma forma. Ainda assim, sempre que possível, é interessante replicar o mesmo modelo de avaliação em novos estudos, facilitando a comparação de estudos em uma revisão ou meta-análise, por exemplo. Há casos em que a denominação do teste difere de um estudo para outro, mas ao observar o tipo de questão aplicada, observa-se que, na verdade, tratam-se de testes semelhantes. Por exemplo, Leopold et al. (2014) intitularam “teste de conexões referenciais” (*referential connections test*) questões onde o aluno recebe uma folha com um conceito chave e deve desenhar uma imagem que represente o conceito correspondente, e que talvez pudesse ser algo semelhante a um “teste de correspondência” (*matching test*), mais adotado na

literatura.

Praticamente todos os estudos fazem uma avaliação prévia do conhecimento dos alunos sobre o tema da aula, tanto para avaliar os efeitos da aplicação do princípio sobre a aprendizagem como para identificar se os grupos de teste e de controle são homogêneos. Também há casos em que o grau de conhecimento do aprendiz indica se ele é novato ou experiente no assunto, o que determina se o efeito produzido pelo material com a aplicação do método instrucional é diferenciado conforme o perfil do aluno.

Também os estudos que tratam do efeito de detalhes sedutores no material multimídia, em decorrência do princípio da coerência preconizado pela CTML que afirma que elementos irrelevantes ao foco principal da aula devem ser excluídos para não “roubar” a atenção do aluno, fazem uma avaliação inicial do quão sedutor é um detalhe. Dessa forma, assume-se como premissa que determinada informação, textual ou imagética, seja realmente irrelevante ao realizar experimentos sobre o efeito dos detalhes sedutores na aprendizagem.

#### 6.4 PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO FUTURO

Como continuidade à pesquisa, caberiam experimentos com o uso de material instrucional do DCTV aplicado ao seu público-alvo (ou telespectador), antes e após efetuar os ajustes sugeridos neste trabalho, avaliando, assim, se houve melhoria significativa no processo de aprendizagem. Também o teste da aplicação dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia em material da Empresa destinado ao público mais experiente seria interessante para analisar o efeito das recomendações para este perfil de audiência.

A avaliação de material instrucional multimídia à luz da CTML realizada neste trabalho utilizou as páginas do programa Dia de Campo na TV como exemplo. Elas contêm, basicamente, texto e vídeo. No entanto, a Embrapa possui outros produtos que disponibilizam conteúdo multimídia na Internet, como o Prosa Rural – o programa de rádio da Embrapa – que contém material narrado, e os Sistemas de Produção Embrapa, que contêm texto impresso em tela com imagens, gráficos, tabelas, etc. Similarmente, acredita-se que essas páginas mereçam ser avaliadas e trabalhadas para que o seu conteúdo seja mais facilmente apreendido pelo público a que se destina.

Além disso, a atuação da Embrapa no exterior contribui com o programa de cooperação técnica do Governo Brasileiro, que busca transferir e adaptar tecnologias

nacionais para a realidade tropical de diferentes países<sup>23</sup>. A cooperação técnica é um importante instrumento para apoiar ações de capacitação e transferência de tecnologia em países em desenvolvimento<sup>24</sup>. Países africanos, em especial aqueles de língua portuguesa, como Moçambique e Angola, com os quais a Embrapa possui projetos em parceria, seriam um excelente campo de estudo para a aplicação do material do DCTV, com e sem ajustes relacionados à personalização, por exemplo, para avaliar o quanto essas adaptações podem ou não ser facilitadoras no processo de transferência de conhecimento.

Assim, estudos futuros de caráter experimental com o material do programa DCTV, comparando seus formatos antes e depois dos ajustes sugeridos nesta obra, poderiam ser desenvolvidos para avaliação da melhoria no desempenho de públicos diversos que os acessam.

Outro possível estudo poderia considerar a realização de uma análise minuciosa dos dados estatísticos extraídos dos experimentos sobre os princípios da CTML apresentados pelos estudos primários. Além disso, algumas variantes metodológicas da RSL poderiam vir a ser conduzidas de forma a ampliar critérios de busca ou adicionar novas fontes de pesquisa (bases de dados), a fim de abarcar um número maior de artigos na RSL para viabilizar uma meta-análise.

## 6.5 CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

O presente trabalho se mostrou inovador, pois pretendeu abranger a análise da totalidade dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer. Estudos semelhantes identificados na literatura referente a revisões e meta-análises dos princípios da CTML (ADESOPE; NESBIT, 2012; GINNS, 2005; SCHROEDER; ADESOPE, 2014) consideram um único princípio da teoria, ou os efeitos decorrentes da aplicação de determinado princípio na aprendizagem. Com a análise abrangente de todos os doze princípios da CTML realizada nesta obra, foi possível fundamentar as recomendações para a produção de conteúdo instrucional multimídia, a partir dos resultados obtidos pelos estudos experimentais buscados de forma sistemática na literatura.

Também contribuiu para o avanço das pesquisas sobre aprendizagem multimídia, pois

---

<sup>23</sup> Portal da Embrapa – Atuação internacional. Disponível em <<https://www.embrapa.br/atuacao-internacional>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

<sup>24</sup> Portal da Embrapa – Cooperação Técnica. Disponível em <<https://www.embrapa.br/cooperacao-tecnica>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

apresentou um apanhado das discussões acerca da efetividade dos princípios preconizados pela CTML. A partir dos resultados considerados consistentes pelos autores dos estudos primários analisados na RSL, evidenciou o olhar da comunidade científica que pesquisa os princípios da CTML acerca da aplicabilidade da teoria em diferentes ambientes de aprendizagem multimídia, com aprendizes diversos.

Além disso, verificou-se que é pouco comum a avaliação de vídeos com o olhar dos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, pois, na maioria dos estudos encontrados na revisão sistemática de literatura, os experimentos foram realizados com material produzido com slides tipo PowerPoint ou até mesmo com material impresso. Foi identificada semelhança somente no experimento de Mayer, Heiser e Lonn (2001) que utilizou videoclipe como detalhe sedutor para testar o princípio da coerência. Apesar disso, muitos estudos utilizam animação, que se assemelha ao vídeo por possuir movimento e por não possuir, a priori, o controle da velocidade de execução – diz-se a priori porque, eventualmente, o aprendiz pode parar e prosseguir o vídeo por meio da barra de progressão inferior do vídeo. Portanto, o presente trabalho evidencia que a produção de um vídeo com instruções que facilitem a aprendizagem não é o mesmo que criar uma videoaula, por exemplo, onde é feita a filmagem do professor (agente pedagógico) ministrando uma aula, como se fosse presencial. Mesmo que o professor tenha uma boa didática, é possível criar um material mais apropriado para a aprendizagem eletrônica aplicando-se as recomendações sugeridas nesta obra.

Embora a seleção de apenas quatro programas DCTV para análise, dentro de um universo de mais de 100 vídeos produzidos nos últimos três anos, possa parecer reduzida, trata-se de exercício considerado suficiente para exemplificar a aplicação dos princípios da teoria. Inclusive, foi possível observar que algumas sugestões de adaptação aplicam-se a mais de um programa, o que, possivelmente, aconteceria também para uma amostra mais expressiva. Outra questão é o fato de o programa DCTV não ser tipicamente um produto elaborado com o objetivo de ensino-aprendizagem e sim de disseminar o resultado das pesquisas da Embrapa e parceiros. Com isso, muitos programas possuem como objeto a promoção ou divulgação dos achados das pesquisas no ramo agropecuário, sem contudo possuir material instrucional que possa ser adaptado para um ambiente de aprendizagem eletrônica. Portanto, o conteúdo disponível nas quatro páginas selecionadas revelou material suficiente para exemplificar a análise à luz dos princípios de design instrucional preconizados pela CTML. Tal conteúdo se assemelha ao material utilizado nos experimentos levantados

pela RSL, que trazem a explicação de um conceito e o passo a passo para a realização de uma tarefa específica.

Com o estudo da teoria e com a avaliação dos programas DCTV já produzidos, foi possível propor recomendações para criação de conteúdos instrucionais mais eficientes na promoção do conhecimento técnico produzido pela pesquisa científica. Essas recomendações se aplicam também a diferentes espaços do portal da Empresa que tenham o mesmo objetivo, visando a facilitar a construção do conhecimento do público-alvo a que se destina.

Por fim, a aplicabilidade deste estudo poderá promover a aprendizagem da informação técnico-científica gerada pela pesquisa da Embrapa e parceiros, visando à produção sustentável de alimentos e à preservação de recursos naturais, por meio de páginas web, fortalecendo o papel do portal como ferramenta de apoio aos métodos de ensino-aprendizagem decorrentes do processo de transferência de tecnologia promovido pela Empresa.

## REFERÊNCIAS<sup>25</sup>

- ADESOPE, O. O.; NESBIT, J. C. Verbal redundancy in multimedia learning environments: a meta-analysis. **Journal of Educational Psychology**, v. 104, n. 1, p. 250-263, 2012.
- ALVARENGA NETO, R. C. D.; BARBOSA, R. R.; PEREIRA, H. J. Gestão do conhecimento ou gestão de organizações da era do conhecimento? um ensaio teórico-prático a partir de intervenções na realidade brasileira. **Revista Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 12, n. 1, p. 5-24, jan./abr. 2007. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/246/34>>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- BADDELEY, A. Working memory. **Current Biology**, v. 20, n. 4, p. 136-140, Feb. 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982209021332>>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- \_\_\_\_\_. Working memory. **Science**, v. 255, p. 556-559, Jan. 1992. Disponível em: <<http://www.cs.indiana.edu/~port/HDphonol/Baddely.wkg.mem.Science.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- BADDELEY, A.; HITCH, G. Working memory. In: BOWER, G. H. (Ed). **The psychology of learning and motivation: advances in research and theory**. California, USA: Academic Press, 1974. v. 8, p. 47-89.
- BARRETO, A. A. A condição da informação. **São Paulo em Perspectiva**, Fundação Seade, v. 16, n. 3, p. 67-74, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v16n3/13563.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- \_\_\_\_\_. A questão da informação. **São Paulo em Perspectiva**, Fundação Seade, v. 8, n. 4, 1994. Disponível em: <<http://bogliolo.eci.ufmg.br/downloads/BARRETO%20A%20Questao%20da%20Informacao.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- BISHOP, M. J.; AMANKWATIA, T. B.; CATES, W. M. Sound's use in instructional software to enhance learning: a theory-to-practice content analysis. **Education Tech Research Dev**, v. 56, p. 467-486, ago. 2008.
- BISHOP, M. J.; CATES, W. M. Theoretical foundations for sound's use in multimedia instruction to enhance learning. **Educational Technology Research & Development (ETR&D)**, v. 49, n. 3, p. 5-22, 2001. Disponível em: <[http://www.speakeasydesigns.com/SDSU/student/SAGE/compsprep/Theory\\_of\\_Sound\\_in\\_Instruction.pdf](http://www.speakeasydesigns.com/SDSU/student/SAGE/compsprep/Theory_of_Sound_in_Instruction.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- BRÜNKEN, R.; PLASS, J. L.; LEUTNER, D. Assessment of cognitive load in multimedia learning with dual-task methodology: auditory load and modality effects. **Instructional Science**, v. 32, n. 1, p. 115-132, fev. 2004. (\*)

<sup>25</sup> As referências identificadas ao final com (\*), além de citadas no texto, também foram objeto da revisão sistemática de literatura realizada nesta obra.

BUSH, Vannevar. As we may think. **The Atlantic Monthly**, July 1945. Disponível em: <<http://web.mit.edu/STS.035/www/PDFs/think.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CAPURRO, R. What is information science for? a philosophical reflection. In: VAKKARI, P.; CRONIN, B. (Ed.). **Conceptions of library and information science: historical, empirical and theoretical perspectives**. Proceedings of the International Conference held for the celebration of 20th Anniversary of the department of information studies, University of Tampere, Finland, 26-28, 1991. London: Taylor Graham, 1992. p. 82-96.

CAPURRO, R.; HJØRLAND, B. O conceito de informação. Tradução Ana Maria Pereira Cardoso, Maria da Glória Achtschin Ferreira e Marco Antônio de Azevedo. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 148-207, abr. 2007. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/54>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CHANDLER, P.; SWELLER, J. Cognitive load theory and the format of instruction. **Cognition and Instruction**, v. 8, n. 4, p. 293-332, 1991. Disponível em: <<http://visuallearningresearch.wiki.educ.msu.edu/file/detail/Chandler+%26+Sweller+%281991%29.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CLARK, R. C.; MAYER, R. E. **E-learning and the science of instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning**. 3. ed. San Francisco, CA, USA: Pfeiffer, 2011.

COOPER, H.; HEDGES, L. V. (Eds.). **The handbook of research synthesis**. New York: Russel Sage Foundation, 1994.

COSTA, A. P. B.; CORREA, A. L. L.; NASCIMENTO, S. S. A multimodalidade no discurso de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 4., 2003. Bauru. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL017.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

CRAIG, S. D. et al. A test of spatial contiguity for virtual human's gestures in multimedia learning environments. **Journal of Educational Computing Research**, v. 53, n. 1, p. 3-14, 2015.

CRAIG, S. D.; GHOLSON, B.; DRISCOLL, D. M. Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: effects of agent properties, picture features, and redundancy. **Journal of Educational Psychology**, v. 94, n. 2, p. 428-434, 2002. (\*)

EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional. **VI Plano Diretor da Embrapa: 2014-2034**. Brasília: Embrapa, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/plano-diretor>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. **Missão, visão e valores**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/informacao-tecnologica/missao-visao-valores>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

DOMAGK, S. Do pedagogical agents facilitate learner motivation and learning outcomes? the

role of the appeal of agent's appearance and voice. **Journal of Media Psychology**, v. 22, n. 2, p. 84-97, 2010. (\*)

FENESI, B.; KRAMER, E.; KIM, J. A. Split-attention and coherence principles in multimedia instruction can rescue performance for learners with lower working memory capacity. **Applied Cognitive Psychology**, v. 30, n. 5, p. 691-699, 2016. (\*)

FILLOUX, J.-C. **Émile Durkheim**. Tradução Maria Lúcia Sales Boudet. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. (Coleção Educadores). Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4657.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

FIORELLA, L.; MAYER, R.E. Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages. **Journal of Educational Psychology**, v. 108, n. 4, p. 528-546, 2016. (\*)

GEMINO, A.; PARKER, D.; KUTZSCHAN, A. O. Investigating coherence and multimedia effects of a technology-mediated collaborative environment. **Journal of Management Information Systems**, v. 22, n. 3, p. 97-121, 2006. (\*)

GINNS, P. Meta-analysis of the modality effect. **Learning and Instruction**, v. 15, n. 4, p. 313-331, 2005.

GLASZIOU, P. et al. **Systematic review in health care: a practical guide**. Cambridge: Cambridge University Press. 2001.

GREER, D. L.; CRUTCHFIELD, S. A.; WOODS, K. L. Cognitive theory of multimedia learning, instructional design principles, and students with learning disabilities in computer-based and online learning environments. **Journal of Education**, v. 193, n. 2, p. 41-50, 2013.

GRIMES, J.; POTEL, M. What is multimedia? **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 11, n. 1, p. 49-52, 1991.

HARP, S. F; MAYER, R. E. How seductive details do their damage: a theory of cognitive interest in science learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 90, n. 3, p. 414-434, Sept. 1998.

HARSKAMP, E. G.; MAYER, R. E.; SUHRE, C. Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? **Learning and Instruction**, v. 17, p. 465-477, 2007. (\*)

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

JOHNSON, C. I.; MAYER, R. E. An eye movement analysis of the spatial contiguity effect in multimedia learning. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 18, n. 2, p. 178-191, 2012. (\*)

JORENTE, M. J. V. **Ciência da Informação: mídias e convergência de linguagens na Web**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

KALYUGA, S. Prior knowledge principle in multimedia learning. In: MAYER, R. (Ed.) **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 325-338.

LEOPOLD, C. et al. Effects of strategy instructions on learning from text and pictures. **Instructional Science**, v. 43, n. 3, p. 345-364, 2014.

LUCENA, C. O pensamento educacional de Émile Durkheim. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 40, p. 295-305, dez. 2010. Disponível em: <[http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/40/art18\\_40.pdf](http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/40/art18_40.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

MAHDJOUBI, L.; A-RAHMAN, M. A. Effects of multimedia characteristics on novice CAD learners practice performance. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 3, p. 214-225, 2012. (\*)

MAUTONE, P. D.; MAYER, R. E. Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, n. 2, p. 377-389, 2001. (\*)

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MAYER, R. E.; DAPRA, C. S. An embodiment effect in computer-based learning with animated pedagogical agents. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 18, n. 3, p. 239-252, 2012. (\*)

MAYER, R. E.; DELEEUW, K. E.; AYRES, P. Creating retroactive and proactive interference in multimedia learning. **Applied Cognitive Psychology**, v. 21, n. 6, p. 795-809, 2007. (\*)

MAYER, R. E.; DOW, G. T.; MAYER, S. Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: what works in the design of agent-based microworlds? **Journal of Educational Psychology**, v. 95, n. 4, p. 806-813, 2003. (\*)

MAYER, R. E.; HEISER, J.; LONN, S. Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, n. 1, p. 187-198, 2001. (\*)

MAYER, R. E.; JOHNSON, C. I. Revising the redundancy principle in multimedia learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 100, n. 2, p. 380-386, 2008. (\*)

MAYER, R. E.; MORENO, R. A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. **Journal of Educational Psychology**, v. 90, n. 2, p. 312-320, 1998. Disponível em: <[http://visualllearningresearch.wiki.educ.msu.edu/file/view/Mayer%20&%20Moreno%20\(1998\).pdf](http://visualllearningresearch.wiki.educ.msu.edu/file/view/Mayer%20&%20Moreno%20(1998).pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. **Educational Psychologist**, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2003. Disponível em: <[http://www.uky.edu/~gmswan3/544/9\\_ways\\_to\\_reduce\\_CL.pdf](http://www.uky.edu/~gmswan3/544/9_ways_to_reduce_CL.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

MAYER, R. E.; SIMS, V. K. For whom is a picture worth a thousand words? extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 86, n. 3, p. 389-401, 1994.

MAYER, R. E.; SOBKO, K.; MAUTONE, P. D. Social cues in multimedia learning: role of speaker's voice. **Journal of Educational Psychology**, v. 95, n. 2, p. 419-425, 2003. (\*)

MAYER, R. E. et al. A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. **Journal of Educational Psychology**, v. 96, n. 2, p. 389-395, 2004. (\*)

\_\_\_\_\_. Increased interestingness of extraneous details in a multimedia science presentation leads to decreased learning. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 14, n. 4, p. 329-339, 2008. (\*)

MCCRUDDEN, M. T.; HUSHMAN, C. J.; MARLEY, S. C. Exploring the boundary conditions of the redundancy principle. **Journal of Experimental Education**, v. 82, n. 4, p. 537-554, 2014. (\*)

MORENO, R. Does the modality principle hold for different media? a test of the method-affects-learning hypothesis. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 22, n. 3, p. 149-158, 2006.

MORENO, R.; MAYER, R. E. A coherence effect in multimedia learning: the case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. **Journal of Educational Psychology**, v. 92, n. 1, p. 117-125, 2000. (\*)

OBERFOELL, A. M. **Understanding the role of the modality principle in multimedia learning environments**. 2015. 110 f. Graduate Theses and Dissertations (Master of Science) – Iowa State University, Ames, Iowa, USA, 2015. Disponível em: <<http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5609&context=etd>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

OBERFOELL, A.; CORREIA, A. Understanding the role of the modality principle in multimedia learning environments. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 32, n. 6, p. 607-617, 2016. (\*)

OZDEMIR, D.; DOOLITTLE, P. Revisiting the seductive details effect in multimedia learning: context-dependency of seductive details. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, v. 24, n. 2, p. 101-119, 2015. (\*)

PAIVIO, A. Dual coding theory and education. In: PATHWAYS TO LITERACY ACHIEVEMENT FOR HIGH POVERTY CHILDREN: A READY TO LEARN RESEARCH AGENDA, 2006, Ann Arbor. **Proceedings...** Ann Arbor: The University of Michigan School of Education, Sept./Oct. 2006. Disponível em: <<http://www.csuchico.edu/~nswartz/paivio.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. **Mental representations: a dual coding approach**. New York: Oxford University Press, 1990.

PIAGET, J. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: Forense, 1994.

PINHEIRO, L. V. R. Fronteiras e horizontes da pesquisa em ciência da informação no Brasil. In: ALBAGLI, S. (Org.). **Fronteiras da Ciência da Informação**. Rio de Janeiro: IBICT, 2013. p. 7-33.

REY, G. D. Seductive details and attention distraction: an eye tracker experiment. **Computers in Human Behavior**, v. 32, p. 133-144, 2014. (\*)

REY, G. D.; DIEHL, S. Controlling presentation speed, labels, and tooltips in interactive animations. **Journal of Media Psychology**, v. 22, n. 4, p. 160-170, 2010. (\*)

RUMMER, R. et al. The perceptual basis of the modality effect in multimedia learning. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 17, n. 2, p. 159-173, 2011. (\*)

SCHROEDER, N.; ADESOPE, O. O. A systematic review of pedagogical agents' persona, motivation, and cognitive load implications for learners. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 46, n. 3, p. 229-251, 2014.

SCHEITER, K. et al. What is the role of domain and task-specific motivation alongside instructional design for learning with multimedia in the science classroom? **Zeitschrift fur Erziehungswissenschaft**, v. 17, n. 2, p. 279-296, 2014. (\*)

SCHMIDT-WEIGAND, F. Does animation amplify the modality effect: or is there any modality effect at all? **Zeitschrift fur Padagogische Psychologie**, v. 25, n. 4, p. 245-256, 2011. (\*)

SCHMIDT-WEIGAND, F.; KOHNERT, A.; GLOWALLA, U. A closer look at split visual attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 2, p. 100-110, 2010. (\*)

SCHMIDT-WEIGAND, F.; SCHEITER, K. The role of spatial descriptions in learning from multimedia. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 1, p. 22-28, 2011. (\*)

SCHNOTZ, W. Focus of attention and choice of text modality in multimedia learning. **European Journal of Psychology of Education**, v. 29, n. 3, p. 483-501, 2014. (\*)

SCHÜLER, A.; SCHEITER, K.; GERJETS, P. Is spoken text always better? investigating the modality and redundancy effect with longer text presentation. **Computers in Human Behavior**, v. 29, n. 4, p. 1590-1601, 2013. (\*)

SCHWEPPE, J.; RUMMER, R. Integrating written text and graphics as a desirable difficulty in long-term multimedia learning. **Computers in Human Behavior**, v. 60, p. 131-137, 2016. (\*)

SEUFERT, T.; SCHUTZE, M.; BRUNKEN, R. Memory characteristics and modality in multimedia learning: an aptitude-treatment-interaction study. **Learning and Instruction**, v. 19, n. 1, p. 28-42, Feb. 2009.

SPANJERS, I. A. E. et al. An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 1, p. 46-52, 2011. (\*)

SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. **Cognitive Science**, Austrália, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988. Disponível em: <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1207/s15516709cog1202\\_4/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1207/s15516709cog1202_4/pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. **Learning and Instruction**, v. 4, p. 293-312, 1994. Disponível em: <[http://www.realtechsupport.org/UB/I2C/Sweller\\_CognitiveLoadTheory\\_1994.pdf](http://www.realtechsupport.org/UB/I2C/Sweller_CognitiveLoadTheory_1994.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2017.

TABBERS, H. K.; SPOEL, W. Where did the modality principle in multimedia learning go? a double replication failure that questions both theory and practical use. **Zeitschrift fur Padagogische Psychologie**, v. 25, n. 4, p. 221-230, 2011. (\*)

UNESCO. Relatório de monitoramento global da educação: resumo. Paris: Unesco, 2016. (Educação para as pessoas e o planeta: criar futuros sustentáveis para todos). Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002457/245745POR.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

VIANNA, C. E. S. Evolução histórica do conceito de educação e os objetivos constitucionais da educação brasileira. **Revista Janus**, v. 3, n. 4, jul./dez. 2006.

WITTRICK, M. C. Learning as a generative process. **Educational Psychologist**, v. 45, n. 1, p. 40-45, 2010.

YUE, C. L.; BJORK, E. L.; BJORK, R. A. Reducing verbal redundancy in multimedia learning: an undesired desirable difficulty? **Journal of Educational Psychology**, v. 105, n. 2, p. 266-277, 2013. (\*)

## GLOSSÁRIO

**Aprendizagem ativa** (*active learning*) – É um termo técnico para um conjunto de práticas pedagógicas que abordam a questão da aprendizagem pelos alunos sob uma perspectiva diferente das técnicas clássicas de aprendizagem. Na aprendizagem ativa, entende-se que o aluno não deve ser meramente um "receptor" de informações, mas deve se engajar de maneira ativa na aquisição do conhecimento, focando seus objetivos e indo atrás do conhecimento de maneira pró-ativa.

Fonte: <http://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>

**Cognoscente** (sujeito cognoscente) – É um adjetivo que qualifica a pessoa que busca ou toma o conhecimento sobre algo, também utilizado para se referir ao indivíduo que tem a capacidade de conhecer e assimilar o saber. O sujeito cognoscente, por conseguinte, é quem realiza o ato do conhecimento.

Fonte: <https://www.significados.com.br/cognoscente/>

**Efeito** – Com origem no termo latim effectus, a palavra efeito abrange uma ampla variedade de significados e acepções, muitos deles relacionados com experiências científicas. O significado principal assinala que um efeito é aquilo que se obtém em consequência de algo/de uma causa.

Fonte: <http://conceito.de/efeito>

**E-Learning** – (do inglês *electronic learning*, "aprendizagem eletrônica") ou ensino eletrônico, corresponde a um modelo de ensino não presencial apoiado em tecnologia. Atualmente, o modelo de ensino/aprendizagem eletrônico assenta no ambiente *online*, aproveitando as capacidades da Internet para comunicação e distribuição de conteúdos. Outra definição simples para e-learning é “o processo pelo qual o aluno aprende através de conteúdos colocados no computador e/ou Internet e em que o professor, se existir, está à distância, utilizando a Internet como meio de comunicação (síncrono ou assíncrono), podendo existir sessões presenciais intermédias”. (LEAL, David; AMARAL, Luís. Do Ensino em Sala ao e-Learning. Universidade do Minho, Braga, Portugal. 2004, p. 4. Disponível em <[http://www.campusvirtual.uminho.pt/uploads/celda\\_av04.pdf](http://www.campusvirtual.uminho.pt/uploads/celda_av04.pdf)>. Acesso em 15 fev. 2017).

Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/E-learning#cite\\_note-1](https://pt.wikipedia.org/wiki/E-learning#cite_note-1)

**Expertise** – É uma palavra de origem francesa que significa experiência, especialização, perícia. É o conhecimento adquirido com base no estudo de um assunto e a capacidade de aplicar tal conhecimento, resultando em experiência, prática e distinção naquele campo de atuação. Está relacionada com as habilidades e competência para executar algo.

Fonte: <https://www.significados.com.br/expertise/>

**Hiperlink** – sinônimo de link (ligação), hiperlink consiste em ligações que vão de uma página da Web ou arquivo para outro(a). É uma referência dentro de um documento em hipertexto a outras partes desse documento ou a outro documento.

Fonte: <https://sites.google.com/site/sitesrecord/o-que-e-um-hiperlink/> /  
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Hiperliga%C3%A7%C3%A3o>

**Hipertexto** – é o termo que remete a um texto ao qual se agregam outros conjuntos de informação na forma de blocos de textos, palavras, imagens ou sons, cujo acesso se dá através de referências específicas, no meio digital, denominadas *hiperlinks*, ou simplesmente *links*. Esses *links* ocorrem na forma de termos destacados no corpo de texto principal, ícones gráficos ou imagens e têm a função de interconectar os diversos conjuntos de informação, oferecendo acesso sob demanda às informações que estendem ou complementam o texto principal.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Hipertexto>

**Imagético** – que se exprime por imagens.

**Instrução** – Indicações da utilização de algo; síntese de como se fazer alguma coisa; ato de instruir, o mesmo que ensinar; conjunto de conhecimentos ou saberes.

Fonte: <http://www.dicionarioinformal.com.br/instrução>

**Instrucional** – relativo à instrução, ao ensino.

**Movimentos sacádicos** – são os deslocamentos que os olhos realizam, a cada segundo para a realização de uma tarefa onde seja necessária o controle ocular fino. Esses movimentos sacádicos ligam todas as fixações oculares entre si, possibilitando por exemplo, a leitura e a escrita.

Fonte: <http://www.plenamente.com.br/artigo.php?FhIdArtigo=77#.WKIaTn1StE>

**Pictórico** – que diz respeito à pintura; que se assemelha à pintura. P.ext. Representado visualmente ou por imagens.

**Significação** – *ling semio* representação mental relacionada a uma forma linguística, um sinal, um conjunto de sinais, um fato, um gesto etc.; aquilo que um signo quer dizer; acepção, sentido, significado.

**Teste de movimentos oculares anti-sacádicos** – neste teste o sujeito deve inicialmente olhar fixamente para um ponto fixo central na tela de um computador. Um estímulo é então apresentado à direita ou à esquerda do ponto fixo e o sujeito é instruído a olhar para o lado oposto ao estímulo (movimento anti-sacádico). Ver também **movimentos sacádicos**.

**Fonte:** SALGADO, J. V.; HETEM, L. A.; SANDNER, G. Modelos experimentais de esquizofrenia: uma revisão. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 135-141, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbp/v28n2/29782.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

**Voz sintetizada** – diz-se da voz gerada por um sintetizador de voz. Sintetizador de voz é um sistema informático utilizado para a produção artificial de voz humana.

**Web** – É uma palavra inglesa que significa teia ou rede. O significado de web ganhou outro sentido com o aparecimento da internet. A web passou a designar a rede que conecta computadores por todo mundo, a World Wide Web (WWW).

## APÊNDICE – LISTA DOS ARTIGOS ANALISADOS NA RSL

1. BRÜNKEN, R.; PLASS, J. L.; LEUTNER, D. Assessment of cognitive load in multimedia learning with dual-task methodology: auditory load and modality effects. **Instructional Science**, v. 32, n. 1, p. 115-132, Feb. 2004.
2. CRAIG, S. D.; GHOLSON, B.; DRISCOLL, D. M. Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: effects of agent properties, picture features, and redundancy. **Journal of Educational Psychology**, v. 94, n. 2, p. 428-434, 2002.
3. DOMAGK, S. Do pedagogical agents facilitate learner motivation and learning outcomes? the role of the appeal of agent's appearance and voice. **Journal of Media Psychology**, v. 22, n. 2, p. 84-97, 2010.
4. FENESI, B.; KRAMER, E.; KIM, J. A. Split-attention and coherence principles in multimedia instruction can rescue performance for learners with lower working memory capacity. **Applied Cognitive Psychology**, v. 30, n. 5, p. 691-699, 2016.
5. FIORELLA, L.; MAYER, R.E. Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages. **Journal of Educational Psychology**, v. 108, n. 4, p. 528-546, 2016.
6. GEMINO, A.; PARKER, D.; KUTZSCHAN, A. O. Investigating coherence and multimedia effects of a technology-mediated collaborative environment. **Journal of Management Information Systems**, v. 22, n. 3, p. 97-121, 2006.
7. HASKAMP, E. G.; MAYER, R. E.; SUHRE, C. Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? **Learning and Instruction**, v. 17, n. 5, p. 465-477, 2007.
8. JOHNSON, A. M.; OZOGUL, G.; REISSLEIN, M. Supporting multimedia learning with visual signalling and animated pedagogical agent: Moderating effects of prior knowledge. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 31, n. 2, p. 97-115, 2015.
9. JOHNSON, C. I.; MAYER, R. E. An eye movement analysis of the spatial contiguity effect in multimedia learning. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 18, n. 2, p. 178-191, 2012.
10. KARTAL, G. Does language matter in multimedia learning? personalization principle revisited. **Journal of Educational Psychology**, v. 102, n. 3, p. 615-624, 2010.
11. LEOPOLD, C. et al. Effects of strategy instructions on learning from text and pictures. **Instructional Science**, v. 43, n. 3, p. 345-364, 2014.
12. MAHDJOUBI, L., A-RAHMAN, M.A. Effects of multimedia characteristics on novice CAD learners practice performance. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 3, p. 214-225, 2012.

13. MAMMARELLA, N.; FAIRFIELD, B.; DI DOMENICO, A. When spatial and temporal contiguities help the integration in working memory: "a multimedia learning" approach. **Learning and Individual Differences**, v. 24, p. 139-144, 2013.
14. MAUTONE, P. D.; MAYER, R. E. Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, n. 2, p. 377-389, 2001.
15. MAYER, R. E.; DAPRA, C. S. An embodiment effect in computer-based learning with animated pedagogical agents. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 18, n. 3, p. 239-252, 2012.
16. MAYER, R. E.; DELEEUW, K. E.; AYRES, P. Creating retroactive and proactive interference in multimedia learning. **Applied Cognitive Psychology**, v. 21, n. 6, p. 795-809, 2007.
17. MAYER, R. E.; DOW, G. T.; MAYER, S. Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: what works in the design of agent-based microworlds? **Journal of Educational Psychology**, v. 95, n. 4, p. 806-813, 2003.
18. MAYER, R. E.; HEISER, J.; LONN, S. Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, n. 1, p. 187-198, 2001.
19. MAYER, R. E.; JOHNSON, C. I. Revising the redundancy principle in multimedia learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 100, n. 2, p. 380-386, 2008.
20. MAYER, R. E.; SOBKO, K.; MAUTONE, P. D. Social cues in multimedia learning: role of speaker's voice. **Journal of Educational Psychology**, v. 95, n. 2, p. 419-425, 2003.
21. MAYER, R. E. et al. A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. **Journal of Educational Psychology**, v. 96, n. 2, p. 389-395, 2004.
22. \_\_\_\_\_. Increased interestingness of extraneous details in a multimedia science presentation leads to decreased learning. **Journal of Experimental Psychology: applied**, v. 14, n. 4, p. 329-339, 2008.
23. MAYRATH, M. C. et al. Varying tutorial modality and interface restriction to maximize transfer in a complex simulation environment. **Journal of Educational Psychology**, v. 103, n. 2, p. 257-268, 2011.
24. MCCRUDDEN, M. T.; HUSHMAN, C. J.; MARLEY, S. C. Exploring the boundary conditions of the redundancy principle. **Journal of Experimental Education**, v. 82, n. 4, p. 537-554, 2014.
25. MORENO, R.; MAYER, R. E. A coherence effect in multimedia learning: the case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. **Journal of Educational Psychology**, v. 92, n. 1, p. 117-125, 2000.

26. MORENO, R.; VALDEZ, A. Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environments: the role of student interactivity and feedback. **Educational Technology Research and Development**, v. 53, n. 3, p. 35-45, 2005.
27. OBERFOELL, A.; CORREIA, A. Understanding the role of the modality principle in multimedia learning environments. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 32, n. 6, p. 607-617, 2016.
28. OLIVEIRA NETO, J. D.; HUANG, W. D.; AZEVEDO MELLI, N. C. Online learning: audio or text? **Educational Technology Research and Development**, v. 63, n. 4, p. 555-573, 2015.
29. OZDEMIR, D.; DOOLITTLE, P. Revisiting the seductive details effect in multimedia learning: context-dependency of seductive details. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, v. 24, n. 2, p. 101-119, 2015.
30. PARK, B. et al. Does cognitive load moderate the seductive details effect? a multimedia study. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 1, p. 5-10, 2011.
31. REY, G. D. Reading direction and signaling in a simple computer simulation. **Computers in Human Behavior**, v. 26, n. 5, p. 1176-1182, 2010.
32. \_\_\_\_\_. Seductive details and attention distraction: an eye tracker experiment. **Computers in Human Behavior**, v. 32, p. 133-144, 2014.
33. REY, G. D.; DIEHL, S. Controlling presentation speed, labels, and tooltips in interactive animations. **Journal of Media Psychology**, v. 22, n. 4, p. 160-170, 2010.
34. RODICIO, H. G. Learning from multimedia presentations: the effects of graphical realism and voice gender. **Electronic Journal of Research in Educational Psychology**, v. 10, n. 2, p. 885-906, 2012.
35. RUMMER, R. et al. The Perceptual Basis of the Modality Effect in Multimedia Learning. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, v. 17, n. 2, p. 159-173, 2011.
36. SCHEITER, K.; EITEL, A. Signals foster multimedia learning by supporting integration of highlighted text and diagram elements. **Learning and Instruction**, v. 36, p. 11-26, 2015.
37. SCHEITER, K. et al. What is the role of domain and task-specific motivation alongside instructional design for learning with multimedia in the science classroom? **Zeitschrift fur Erziehungswissenschaft**, v. 17, n. 2, p. 279-296, 2014.
38. SCHMIDT-WEIGAND, F. Does animation amplify the modality effect: or is there any modality effect at all? **Zeitschrift fur Padagogische Psychologie**, v. 25, n. 4, p. 245-256, 2011.
39. SCHMIDT-WEIGAND, F.; KOHNERT, A.; GLOWALLA, U. A closer look at split visual

- attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. **Learning and Instruction**, v. 20, n. 2, p. 100-110, 2010.
40. SCHMIDT-WEIGAND, F.; SCHEITER, K. The role of spatial descriptions in learning from multimedia. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 1, p. 22-28, 2011.
  41. SCHNEIDER, S. et al. Introducing the familiarity mechanism: a unified explanatory approach for the personalization effect and the examination of youth slang in multimedia learning. **Computers in Human Behavior**, v. 43, p. 129-138, 2015.
  42. SCHNOTZ, W. Focus of attention and choice of text modality in multimedia learning. **European Journal of Psychology of Education**, v. 29, n. 3, p. 483-501, 2014.
  43. SCHÜLER, A.; SCHEITER, K.; GERJETS, P. Is spoken text always better? investigating the modality and redundancy effect with longer text presentation. **Computers in Human Behavior**, v. 29, n. 4, p. 1590-1601, 2013.
  44. SCHWEPPE, J.; RUMMER, R. Integrating written text and graphics as a desirable difficulty in long-term multimedia learning. **Computers in Human Behavior**, v. 60, p. 131-137, 2016.
  45. SPANJERS, I. A. E. et al. An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. **Computers in Human Behavior**, v. 27, n. 1, p. 46-52, 2011.
  46. TABBERS, H. K.; SPOEL, W. Where did the modality principle in multimedia learning go? a double replication failure that questions both theory and practical use. **Zeitschrift für Pädagogische Psychologie**, v. 25, n. 4, p. 221-230, 2011.
  47. YUE, C. L.; BJORK, E. L.; BJORK, R. A. Reducing verbal redundancy in multimedia learning: an undesired desirable difficulty? **Journal of Educational Psychology**, v. 105, n. 2, p. 266-277, 2013.