FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

AGNALDO PEDRA

A INTERATIVIDADE NA APRENDIZAGEM: UMA PERSPECTIVA COGNITIVA UTILIZANDO CONTEÚDO MULTIMÍDIA

SÃO PAULO
2014

AGNALDO PEDRA

A INTERATIVIDADE NA APRENDIZAGEM: UMA PERSPECTIVA COGNITIVA UTILIZANDO CONTEÚDO MULTIMÍDIA

Tese apresentada à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Administração de Empresas.

Campo de conhecimento:
Administração, Análise e Tecnologia de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Luiz Albertin

SÃO PAULO
2014

Pedra, Agnaldo.
A Interatividade na Aprendizagem: Uma Perspectiva Cognitiva Utilizando Conteúdo Multimídia / Agnaldo Pedra. - 2014.
124 f.

Orientador: Alberto Luiz Albertin
Tese (doutorado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Sistemas multimidia. 2. Métodos de ensino. 3. Cognição. 4. Psicologia da aprendizagem. I. Albertin, Alberto Luiz. II. Tese (doutorado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Título.

CDU 681.3

AGNALDO PEDRA

A INTERATIVIDADE NA APRENDIZAGEM: UMA PERSPECTIVA COGNITIVA UTILIZANDO CONTEÚDO MULTIMÍDIA

Tese apresentada à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Administração de Empresas

Campo de conhecimento:
Administração, Análise e Tecnologia de Informação

Data de aprovação:
29/08/2014

Banca examinadora:

_____
Prof. Dr. Alberto Luiz Albertin (Orientador)
FGV-EAESP

_____
Prof. Dr. Jaci Corrêa Leite
FGV-EAESP

_____
Prof. Dr. André Luiz Silva Samartini
FGV-EAESP

_____
Prof. Dr. Alexandre Augusto Massote
Centro Universitário da FEI

_____
Prof. Dr. Jayr Figueiredo de Oliveira
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Aos meus pais Laurindo e Joana (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Vera Lucia Pacheco Pedra e ao meu filho Guilherme Pacheco Pedra pela paciência infinita.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alberto Luiz Albertin, pelas “provocações” sempre divertidas na apresentação mas desafiadoras no conteúdo.

Ao Prof. Dr. Jaci Corrêa Leite e ao Prof. Dr. Jayr Figueiredo de Oliveira, pelas importantes contribuições na banca de qualificação desta tese.

Ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Massote, por seu apoio e por tornar possível a realização do Experimento 1.

Ao Prof. Dr. Richard Mayer, por me receber na Universidade da Califórnia em Santa Bárbara e viabilizar a realização do Experimento 2.

Ao Prof. Dr. André Luiz Silva Samartini, pelas sugestões sobre a forma de apresentação dos resultados dos testes estatísticos realizados neste trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro através do Projeto Observatório de Educação ao longo de todo o curso.

A todos os amigos e amigas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A migração de materiais educacionais para dispositivos portáteis, tais como computadores do tipo *tablet*, torna possível oferecer altos níveis de interatividade na apresentação de animações e, dessa forma, pesquisas são necessárias para avaliar o valor pedagógico de incorporar recursos sofisticados de interatividade em lições para dispositivos portáteis. Estudantes de Engenharia (no Experimento 1) e estudantes de nível superior de outras áreas (no Experimento 2) estudaram por 5 minutos uma animação mostrando, em um computador do tipo *tablet*, os seis passos de um procedimento de manutenção para um dispositivo mecânico chamado Tomada de Força. A animação envolveu um baixo nível de interatividade, no qual os estudantes eram capazes de reproduzir, pausar, avançar e voltar a animação por meio de botões acionados em tela sensível ao toque (*touch screen*); um alto nível de interatividade, no qual os estudantes podiam também tocar e deslizar um dedo na tela para rotacionar a animação ou ainda tocar a tela com dois dedos abrindo-os ou fechando-os para ampliar ou reduzir a animação; ou nenhuma interatividade (apenas no Experimento 2). De forma geral, em ambos os experimentos, os estudantes que utilizaram alto nível de interatividade reportaram maior interesse, mas não mostraram melhor aprendizagem, comparados aos grupos de baixa ou nenhuma interatividade. Entretanto, no Experimento 2, estudantes que se classificaram como alunos verbais demonstraram maior interesse e obtiveram pontuações mais altas de aprendizagem com alta interatividade, em vez de baixa ou nenhuma interatividade. Esse padrão, contudo, não foi encontrado entre os alunos visuais. Também no Experimento 2, os alunos verbais e os alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem, que manifestaram alto nível de interesse, obtiveram pontuações mais altas de aprendizagem do que os alunos visuais e os alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem, que manifestaram baixo nível de interesse, respectivamente.

Palavras-chave: interatividade, animação, autorregulação, estilo de aprendizagem.

ABSTRACT

The migration of educational materials to hand-held devices such as tablet computers affords the possibility of offering high levels of interactivity in presenting animations so, research is needed to assess the pedagogic value of incorporating sophisticated interactivity features into lessons on hand-held devices. Engineering students (in Experiment 1) and non-engineering college students (in Experiment 2) spent 5 minutes studying an animation showing a 6-step maintenance procedure for a mechanical device called a Power Take-Off presented on an tablet computer The animation involved low levels of interactivity (i.e., pause and continue buttons on the touch screen), high levels of interactivity (i.e., rotation through dragging movements and zoom through pinching movements as well as pause and continue buttons), or no interactivity (in Experiment 2 only). Overall, across both experiments, students who received high interactivity reported higher interest but did not show better learning as compared to the low or no interactivity group. However, in Experiment 2, students who rated themselves as verbal learners produced higher interest ratings and higher learning scores for high interactivity rather than low or no interactivity, but this pattern was not found for visual learners. Also, in Experiment 2 verbal learners and low self-regulated learners who showed higher level of interest produced higher learning scores than visual learners and high self-regulated learners who showed lower level of interest, respectively.

Keywords: interactivity, animation, self-regulation, learning style.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Representação Visual do Primeiro Estágio da TCC. 23
Figura 2: Representação Visual do Segundo Estágio da TCC. 24
Figura 3: Representação Visual do Terceiro Estágio da TCC. 25
Figura 4: Sobrecarga de Processamento Cognitivo Irrelevante. 32
Figura 5: Sobrecarga de Processamento Cognitivo Essencial. 33
Figura 6: Subutilização do Processamento Cognitivo Generativo. 34
Figura 7: Diferentes Gerações de Sistemas Interativos. 42
Figura 8: Remova a esfera e o pino de mola. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria. 52
Figura 9: Remova o plug NWD. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria. 52
Figura 10: Remova o eixo louco. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria. 52
Figura 11: Substitua o anel de vedação O-Ring. 53
Figura 12: Remova a montagem do conjunto de engrenagens de entrada. 53
Figura 13: Remova as arruelas e os rolamentos da engrenagem. 53
Figura 14: Exemplo de instrução para reproduzir, pausar, avançar e voltar a animação. 54
Figura 15: Exemplo de instrução para rotacionar a animação. 54
Figura 16: Exemplo de instrução para ampliar a animação. 55
Figura 17: Idade Média dos Participantes do Experimento 1. 59
Figura 18: Proporção de Homens e Mulheres do Experimento 1. 60
Figura 19: Idade Média dos Participantes do Experimento 2. 75
Figura 20: Proporção de Homens e Mulheres do Experimento 2. 76

ESQUEMAS

Esquema 1: O Sistema de Memória. 20
Esquema 2: Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. 28
Esquema 3: Teoria Cognitivo-Afetiva de Aprendizagem Multimídia. 30
Esquema 4: Motivação na Aprendizagem 35
Esquema 5: Modelo de Interação Cognitiva. 44
Esquema 6: Modelo Integrado de Interatividade Multimídia. 46

Esquema 7: Representação das Hipóteses H_1 a H_4.....48
Esquema 8: Representação das Hipóteses do Experimento 2. 68
Esquema 9: Mapa da Revisão da Literatura. 69

QUADROS

Quadro 1: Tipos de Memória Utilizados na Aprendizagem Multimídia. 21
Quadro 2: Algumas Definições. 27
Quadro 3: Os Cinco Processos Cognitivos da TCAM. 29
Quadro 4: Três Objetivos de um Projeto Instrucional. 31
Quadro 5: Princípios para Reduzir a Carga Cognitiva Irrelevante. 32
Quadro 6: Princípios para Gerenciar o Processamento Cognitivo Essencial. 33
Quadro 7: Princípios para Estimular o Processamento Cognitivo Generativo. 34
Quadro 8: As Quatro Fases de Desenvolvimento do Interesse.....38
Quadro 9: Componentes da Metacognição e da Aprendizagem Autorregulada.....41
Quadro 10: Tipos de Interatividade em Ambientes de Aprendizagem Multimídia. 43
Quadro 11: Resultados dos Testes de Hipóteses do Experimento 1. 64
Quadro 12: Três Facetas da Dimensão Visualizador-Verbalizador. 66
Quadro 13: Resultados dos Testes de Hipóteses do Experimento 2. 87
Quadro 14: Resultados dos Testes de Hipóteses dos Experimentos 1 e 2. 88

GRÁFICOS

Gráfico 1: Médias das Pontuações de Interesse: Estilo de Aprendizagem *versus* Interatividade. 81
Gráfico 2: Médias das Pontuações de Interesse: Interatividade *versus* Estilo de Aprendizagem. 81
Gráfico 3: Médias das Pontuações de Aprendizagem: Estilo de Aprendizagem *versus* Interatividade. 83
Gráfico 4: Médias das Pontuações de Aprendizagem: Interatividade *versus* Estilo de Aprendizagem. 84
Gráfico 5: Médias das Pontuações de Aprendizagem: Autorregulação de Aprendizagem *versus* Interesse. 85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Baixa Interatividade e de Alta Interatividade – Experimento 1 61

Tabela 2: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Baixa Interatividade e de Alta Interatividade pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 1 62

Tabela 3: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Baixo Interesse e de Alto Interesse pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 1 63

Tabela 4: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e de Alta Interatividade – Experimento 2 77

Tabela 5: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e de Alta Interatividade pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 2 78

Tabela 6: Pontuação Média do Interesse para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e de Alta Interatividade pelo Estilo de Aprendizagem Verbal e Visual – Experimento 2 80

Tabela 7: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e Alta Interatividade pelo Estilo de Aprendizagem Verbal e Visual – Experimento 2 83

Tabela 8: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Baixo Interesse e de Alto Interesse pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 2 85

Tabela 9: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Baixo Interesse e de Alto Interesse pelo Estilo de Aprendizagem Verbal e Visual – Experimento 2.....86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

TCAM	Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia
TCAAM	Teoria Cognitivo-Afetiva de Aprendizagem Multimídia
TCC	Teoria da Carga Cognitiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15
1.1 Problema de Pesquisa e Justificativa 17
1.2 Objetivos (Geral e Específicos) 18
1.3 Estrutura do Estudo 18

2. REVISÃO DA LITERATURA – PARTE 1 19
2.1 Aprendizagem 19
2.1.1 Teoria da Carga Cognitiva 21
2.1.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia 26
2.1.3 Princípios da Aprendizagem Multimídia 31
2.2 Motivação e Interesse 35
2.3 Metacognição e Autorregulação 39
2.4 Interatividade 42

3. MÉTODO 49

4. EXPERIMENTO 1 50
4.1 Participantes e Delineamento Experimental 50
4.2 Material de Apoio e Instrumentos 51
4.3 Procedimento 57
4.4 Resultados 58
4.4.1 Os grupos diferiram nas características demográficas básicas? 59
4.4.2 A interatividade afeta o interesse dos alunos? 60
4.4.3 A interatividade afeta a aprendizagem dos alunos? 61
4.4.4 Análises Complementares 61

5. REVISÃO DA LITERATURA – PARTE 2 65
5.1 Estilos de Aprendizagem 65

6. EXPERIMENTO 2 70
6.1 Participantes e Delineamento Experimental 70
6.2 Material de Apoio e Instrumentos 71
6.3 Procedimento 73
6.4 Resultados 74
6.4.1 Os grupos diferiram nas características demográficas básicas? 75

6.4.2 A interatividade afeta o interesse dos alunos? 76
6.4.3 A interatividade afeta a aprendizagem dos alunos? 77
6.4.4 Análises Complementares 77

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 88

8. CONCLUSÕES 92

9. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES 96

REFERÊNCIAS 98

APÊNDICE A – Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas 105
APÊNDICE B – Questionário de Interesse Situacional 106
APÊNDICE C – Formulário de Consentimento Informado 107
APÊNDICE D – Questionário de Participante 108
APÊNDICE E – Questionário de Estilo de Aprendizagem 109
APÊNDICE F – Teste de Correspondência 110
APÊNDICE G – Teste de Ordenamento 111
APÊNDICE H – Unidades de Ideias Principais 112
APÊNDICE I – Resultados dos Testes Estatísticos – Experimento 1 113
APÊNDICE J – Resultados dos Testes Estatísticos – Experimento 2 117

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias com recursos avançados de computação gráfica tem permitido que professores suplementem o modo verbal de instrução com modelos visuais, criando um modelo de aprendizagem multimídia (MAYER, 2005a). Estas tecnologias, no geral, e na aprendizagem multimídia em particular, exercem um papel cada vez mais importante na educação (SCHNOTZ e LOWE, 2003) e a sua disseminação tem levado ao desenvolvimento de conteúdos instrucionais altamente dinâmicos e interativos que podem ser facilmente acessados por vários alunos simultaneamente. Entretanto, os professores têm, com frequência, cometido o erro crítico de permitir que a tecnologia seja a geradora da experiência da aprendizagem, em vez de utilizar o crescente conhecimento dos processos cognitivos como guia para uma melhor utilização da tecnologia com fins educacionais (CHANDLER, 2004).

Mayer (2005a) define aprendizagem multimídia como a construção de representações mentais coerentes com base em palavras (textos narrados ou impressos) e imagens (ilustrações, fotos, animações ou vídeos). A ideia central da aprendizagem multimídia é a de que no processo de tentar criar conexões entre palavras e imagens, as pessoas são capazes de alcançar uma compreensão maior do que apenas com palavras ou imagens sozinhas (MAYER, 1999). Com base nesta ideia e utilizando a Teoria da Carga Cognitiva (TCC) de Chandler e Sweller (1991), ao considerar simultaneamente a estrutura das informações e a arquitetura cognitiva que permite aos alunos processá-las, Mayer (2003) elaborou a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM). Estas teorias têm como objetivo prever o que torna uma aprendizagem bem-sucedida e têm sido utilizadas como referências para a elaboração de diversos princípios que auxiliam o desenvolvimento de projetos instrucionais adequados (MAYER, 2005c; 2005d; MORENO e MAYER, 2010; PLASS, KALYUGA e BRÜNKEN, 2010; SWELLER, 2010).

As pesquisas iniciais sobre a aprendizagem multimídia foram dominadas pela busca de efeitos da mídia, mas o consenso entre os psicólogos educacionais é que as questões sobre a efetividade relativa dos vários tipos de mídia não são questões produtivas (MAYER, 1997). Assim, em vez de buscar efeitos causados pelas mídias,

as pesquisas sobre a aprendizagem e a instrução devem concentrar-se nos níveis semiótico e sensorial da multimídia, já que se torna cada vez mais evidente que, durante a aprendizagem multimídia, ocorrem interações complexas entre as representações externas, oferecidas por tecnologias educacionais cada vez mais sofisticadas, e as representações internas (mentais) construídas pelos alunos, para os quais as instruções são apresentadas por meio daquelas tecnologias. A efetividade potencial dos materiais educacionais multimídia é, portanto, suscetível de ser influenciada na extensão em que os seus projetos levem estas complexas interações em consideração (SCHNOTZ e LOWE, 2003).

A Teoria Cognitivo-Afetiva de Aprendizagem Multimídia (TCAAM) (MORENO, 2005) propõe uma expansão da TCAM, ao considerar a influência de características afetivas de uma mensagem instrucional, no nível de engajamento de um aluno em seus processos cognitivos durante a aprendizagem, observadas por meio dos construtos “motivação” e “metacognição”.

A motivação é abordada neste estudo na forma da percepção do interesse dos alunos, isto é, um estado psicológico que ocorre durante interações entre pessoas e seus objetos, eventos ou atividades de interesse e que é caracterizado pelo aumento da atenção, da concentração e do afeto (HIDI, 2006).

A metacognição refere-se ao conhecimento de alguém sobre os seus próprios fenômenos cognitivos (FLAVELL, 1979) e exerce um papel importante na aprendizagem multimídia, ao ajudar os alunos a se tornarem autorregulados, de forma que eles possam entender como aprendem e assumir a responsabilidade pelo monitoramento e controle da sua aprendizagem (MAYER, 2011).

Apesar destes dois construtos representarem fortes pressupostos sobre o sucesso na aprendizagem (PLASS, KALYUGA e LEUTNER, 2010), uma questão importante e pouco pesquisada está relacionada ao que motiva os alunos a se engajar nos processos cognitivos de selecionar, organizar e integrar informações que, segundo a TCAAM, são necessários para uma aprendizagem significativa (MAYER, 2014).

Recentemente, o estudo sobre os efeitos da interatividade na aprendizagem utilizando conteúdo multimídia tem despertado o interesse de diversos autores (DOMAGK, SCHWARTZ e PLASS, 2010; EVANS e GIBBONS, 2007; MORENO e

MAYER, 2007; RASCH e SCHNOTZ, 2009; SCHWAN e RIEMPP, 2004). Segundo Moreno e Mayer (2007), por exemplo, os ambientes de aprendizagem multimídia interativos representam um foro importante para pesquisas rigorosas que busquem melhorar como as pessoas aprendem. Dentro deste contexto, é importante mencionar também estudos que alertam para o papel da motivação e das atividades metacognitivas em ambientes de aprendizagem multimídia interativos (DOMAGK, SCHWARTZ e PLASS, 2010; KENNEDY, 2004), já que estes fatores não têm sido devidamente explorados, até o momento, pelas teorias cognitivas (MAYER, 2014). Além disso, a questão de como estruturar novas pesquisas relacionadas a recursos de interatividade é importante se algum consenso sobre a eficácia dos ambientes interativos deve ser alcançado (HÖFFLER e SCHWARTZ, 2011).

1.1 Problema de Pesquisa e Justificativa

Com base no que foi exposto, nota-se a importância de pesquisas que explorem os possíveis efeitos de incorporar recursos sofisticados de interatividade em conteúdos instrucionais multimídia sobre o interesse e a aprendizagem dos alunos. Dessa forma, a questão de pesquisa deste estudo é:

"Qual o efeito da interatividade sobre o interesse e a aprendizagem de alunos que utilizam conteúdo instrucional multimídia?"

Um estudo sobre os efeitos da interatividade em dispositivos portáteis com fins educacionais é justificado por oferecer subsídios que podem contribuir para: (1) desenvolver melhores projetos instrucionais; (2) aumentar a motivação dos alunos e (3) melhorar a aprendizagem dos alunos.

1.2 Objetivos (Geral e Específicos)

O objetivo deste estudo foi identificar e analisar os possíveis efeitos da interatividade sobre o interesse e a aprendizagem de alunos, com base em um conteúdo instrucional multimídia.

Para alcançar este objetivo geral, definiu-se como objetivos específicos:

- Identificar, por meio de busca na literatura, as possíveis relações entre interatividade, interesse, autorregulação, e aprendizagem.
- Definir hipóteses e delinear experimentos para testá-las.
- Identificar meios para mensurar os níveis de interesse, autorregulação e aprendizagem dos participantes dos experimentos.
- Realizar análises estatísticas pertinentes aos delineamentos experimentais adotados no estudo.

1.3 Estrutura do Estudo

Além da introdução, este estudo está organizado nas seções apresentadas a seguir.

A seção 2 apresenta a primeira parte da revisão da literatura e propõe as primeiras hipóteses.

A seção 3 aborda os aspectos metodológicos empregados.

A seção 4 apresenta uma descrição detalhada do Experimento 1.

A seção 5 apresenta a segunda parte da revisão da literatura e propõe duas novas hipóteses.

A seção 6 apresenta uma descrição detalhada do Experimento 2.

A seção 7 discute os resultados obtidos e apresenta contribuições teóricas e práticas.

A seção 8 apresenta a conclusão do trabalho.

A seção 9 apresenta as limitações e sugestões para estudos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA – PARTE 1

Esta seção trata da Aprendizagem, na perspectiva cognitiva, apresenta a Teoria da Carga Cognitiva, um dos pilares da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia discutida em seguida, e como ambas são utilizadas na elaboração de princípios para o desenvolvimento de conteúdos instrucionais. Na sequência, apresenta-se a influência da motivação, na forma de interesse percebido, e da metacognição, por meio do nível de autorregulação de aprendizagem, na aprendizagem multimídia.

2.1 Aprendizagem

Teóricos discordam sobre o que é aprendizagem e a forma como ela ocorre tem sido objeto de estudos de psicólogos, antropólogos, linguistas, neurofisiologistas e filósofos, entre outros. A complexidade do tema, a aparente diferença entre os diversos tipos de aprendizagem e as várias formas de abordagem deste fenômeno levaram ao desenvolvimento de diversas perspectivas teóricas ao longo do tempo (PHILLIPS e SOLTIS, 2009).

No início do século XX, foram realizadas as primeiras tentativas sistemáticas para estudar a mente humana por métodos científicos. Nesta época, emergiu a perspectiva behaviorista para explicar a aprendizagem. A teoria da aprendizagem behaviorista empregou uma abordagem baseada em conexões entre estímulos e respostas que procurava aumentar a ocorrência de certos comportamentos. Esta perspectiva tornava muito difícil o estudo de fenômenos importantes que ocorrem durante o processo de aprendizagem como a compreensão, o raciocínio e o pensamento (BRANSFORD, BROWN e COCKING, 2000).

Uma orientação teórica diferente surgiu com o advento das teorias de aprendizagem cognitiva, cujos princípios se baseiam na forma como os alunos obtêm, processam e utilizam as informações. Estas teorias consideram os processos mentais dos alunos como o principal fator para explicar a aprendizagem (RICHEY, KLEIN e TRACEY, 2011).

Entre as diversas teorias cognitivas, a perspectiva teórica do processamento de informação, adotada neste estudo, tem o seu foco em como os alunos participam de

atividades, codificam as informações que serão aprendidas e as relacionam com o conhecimento na memória e as recuperam quando necessário (SCHUNK, 2012). Sua principal influência veio do clássico ensaio de Miller (1956), que não apenas reuniu uma grande quantidade de dados, até então dispersos, mas também indicou as limitações genuínas das capacidades humanas de processamento de informação, sinalizando uma mudança no sentido de explorar a natureza e a estrutura de um mecanismo central de processamento cognitivo (GARDNER, 1985).

Em um estudo posterior, Atkinson & Shiffrin (1968) apresentaram um modelo teórico para explicar o funcionamento da memória humana, dividindo-a em três componentes, conforme ilustrado no Esquema 1, descritos a seguir:

- A memória sensorial permite que imagens e textos impressos sejam armazenados por um período muito breve de tempo na *memória sensorial visual* e que palavras faladas e outros sons sejam armazenados por um período muito breve de tempo na *memória sensorial auditiva*.
- A memória de trabalho exerce um papel central na aprendizagem, já que é utilizada para armazenar e manipular temporariamente o conhecimento em um estado de consciência ativa.
- A memória de longo prazo representa o depósito de conhecimento e, ao contrário da memória de trabalho, é capaz de armazenar grandes quantidades de conhecimento por longos períodos de tempo. Segundo Sweller (2005, p.20), a aprendizagem ocorre quando há uma alteração na memória de longo prazo, ou seja, se nada for alterado na memória de longo prazo, nada terá sido aprendido.

Esquema 1: O Sistema de Memória.

Fonte: Adaptado de Richey, Klein e Tracey, 2011, p.57.

O Quadro 1 apresenta as características destes três tipos de memória.

Tipo de Memória	Formato	Duração	Capacidade
Memória Sensorial	Sensorial	Muito Curta	Grande
Memória de Trabalho	Organizada	Curta	Pequena
Memória de Longo Prazo	Organizada	Longa	Grande

Quadro 1: Tipos de Memória Utilizados na Aprendizagem Multimídia.
Fonte: Adaptado de Mayer, 2011, p.36.

2.1.1 Teoria da Carga Cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC) (CHANDLER e SWELLER, 1991) leva em consideração estas limitações de processamento e busca explicar os efeitos dos projetos instrucionais sobre dois construtos da Psicologia:

- a carga cognitiva, apresentada como a diferença entre as demandas cognitivas exigidas por uma tarefa e a capacidade de um aluno em atendê-las, levando-se em consideração apenas o seu conhecimento já existente; e
- a aprendizagem.

As três categorias de cargas cognitivas estão relacionadas à memória de trabalho e são sintetizadas por Sweller (2010) da seguinte forma:

- A Carga Cognitiva Intrínseca tem como fator crítico a interatividade entre os elementos de informação, ou seja, o número de elementos que devem ser processados simultaneamente na memória de trabalho, a fim de compreender o material de instrução. Em uma equação matemática, por exemplo, as suas diversas variáveis devem ser consideradas simultaneamente, já que, de outra forma, o problema e a sua solução não serão compreendidos. Neste exemplo, a interatividade entre elementos é alta e, consequentemente, a carga cognitiva intrínseca também será alta.

- A Carga Cognitiva Irrelevante também depende da interatividade entre os elementos de informação, mas, ao contrário da anterior, nesta categoria os elementos estão totalmente sob o controle instrucional, que poderá, por exemplo, substituir múltiplas informações redundantes por uma única.
- A Carga Cognitiva Relevante é aquela obtida pela liberação de uma parte da memória de trabalho, com a redução da carga cognitiva irrelevante quando se utiliza um material instrucional adequado. O seu objetivo é utilizar a memória liberada para construir esquemas, isto é, múltiplos elementos de informação tratados como elementos únicos, de acordo com a maneira que serão utilizados.

Em sua revisão sobre o desenvolvimento da TCC, Moreno e Park (2010) descrevem os três estágios, caracterizados pelos tipos de carga cognitiva envolvidos.

No primeiro estágio, conhecido como Carga Cognitiva Irrelevante, e representado na Figura 1, a TCC focou a relação entre os tipos de processos cognitivos, suscitados por diferentes métodos de solução de problemas, e a aquisição de esquemas, isto é, a representação do conhecimento, pelos alunos, como redes de fatos e conceitos conectados que proporcionam uma estrutura para fazer sentido de novas informações.

É importante notar que algumas das suposições neste estágio foram muito influenciadas por avanços teóricos e empíricos da psicologia cognitiva, entre os quais, a de que a arquitetura cognitiva humana é caracterizada por uma memória de trabalho muito limitada e uma memória de longo prazo muito grande. Sweller (1994), por exemplo, assume que a função da aprendizagem é armazenar esquemas automatizados na memória de longo prazo, de forma que a carga sobre a memória de trabalho possa ser reduzida durante a solução de um problema.

Neste primeiro estágio, a TCC mostrava uma preocupação com as demandas cognitivas desnecessárias (irrelevantes) impostas por um projeto instrucional (MERRIËNBOER e AYRES, 2005) e buscava auxiliar o desenvolvimento de novos projetos instrucionais, a fim de estruturar as informações apropriadamente e, dessa forma, reduzir a carga cognitiva irrelevante e permitir que os alunos pudessem utilizar os seus recursos cognitivos no desenvolvimento de esquemas.

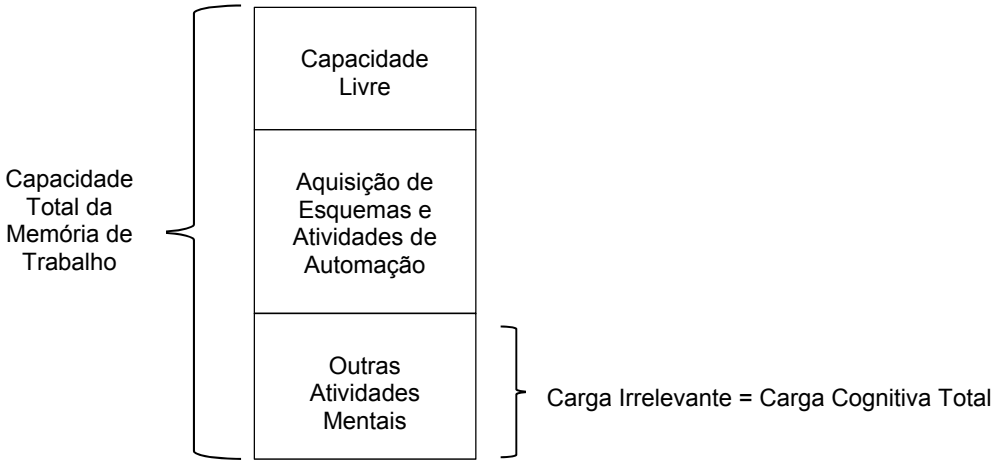


Figura 1: Representação Visual do Primeiro Estágio da TCC.
Fonte: Adaptado de Moreno e Park, 2010, p.15.

O segundo estágio da TCC, representado na Figura 2, deixou de focar apenas na carga cognitiva irrelevante, aquela que pode ser gerada com base no desenvolvimento de projetos instrucionais, e foi caracterizado pela adição da Carga Cognitiva Intrínseca que

> "pode ser estimada ao se contar o número de elementos (de informação) que devem ser considerados simultaneamente para aprender um procedimento específico" (SWELLER e CHANDLER, 1994).

De acordo com a TCC, a carga cognitiva intrínseca depende:

1. do número de elementos de informação que podem ser processados simultaneamente na memória de trabalho em qualquer atividade de aprendizagem; e

2. do conhecimento prévio dos alunos, pois aqueles na condição de novatos deverão processar uma quantidade maior de interações entre elementos de informação do que os especialistas que já terão diversas interações de elementos integradas em um número reduzido de esquemas.

A partir deste momento, a TCC desenvolveu duas suposições novas:

- A primeira é a de que a carga cognitiva irrelevante é a única que pode ser reduzida com base em um bom projeto instrucional, ao passo que a carga cognitiva intrínseca somente pode ser trabalhada ajudando-se os alunos a desenvolver esquemas cognitivos que incorporem os elementos de interação.

- A segunda é a de que a extensão na qual a carga irrelevante pode ser reduzida depende do nível já existente de carga intrínseca, ou seja, se o nível de carga intrínseca for baixo, então uma carga irrelevante alta não impedirá a aprendizagem dos alunos, porque estes poderão processar o pouco material de interação, ao passo que, se a carga intrínseca for elevada, a adição de uma carga irrelevante resultará em uma carga total que excederá os recursos cognitivos (SWELLER, 1994; SWELLER e CHANDLER, 1994).

Neste estágio, a TCC passou a preocupar-se com a aprendizagem de tarefas complexas em que os alunos deveriam processar grandes quantidades de elementos de informação simultaneamente.

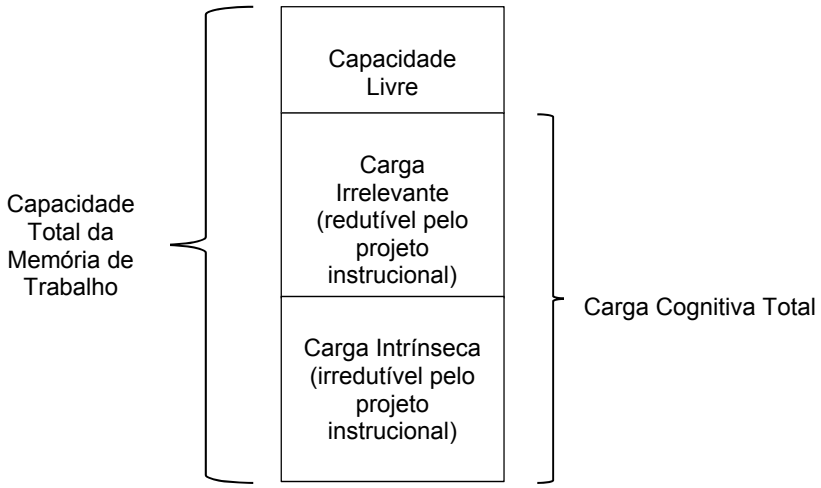


Figura 2: Representação Visual do Segundo Estágio da TCC.
Fonte: Adaptado de Moreno e Park, 2010, p.17.

Recentemente, a TCC sofreu revisões que culminaram com o terceiro estágio, representado na Figura 3, e que ficou caracterizado pela introdução de um novo tipo de carga cognitiva: a Carga Cognitiva Relevante. A característica da carga cognitiva relevante é que ela, ao contrário das anteriores, tem uma relação positiva com a aprendizagem porque é o resultado dos recursos cognitivos aplicados à aquisição de esquemas e às atividades de automação, ao invés de outras atividades mentais.

Dentro deste contexto, a redução de carga cognitiva irrelevante para aumentar a capacidade cognitiva disponível somente implicará uma melhoria da aprendizagem a partir do momento em que esta capacidade cognitiva aumentada for direcionada para as atividades relevantes visando a aquisição de esquemas.

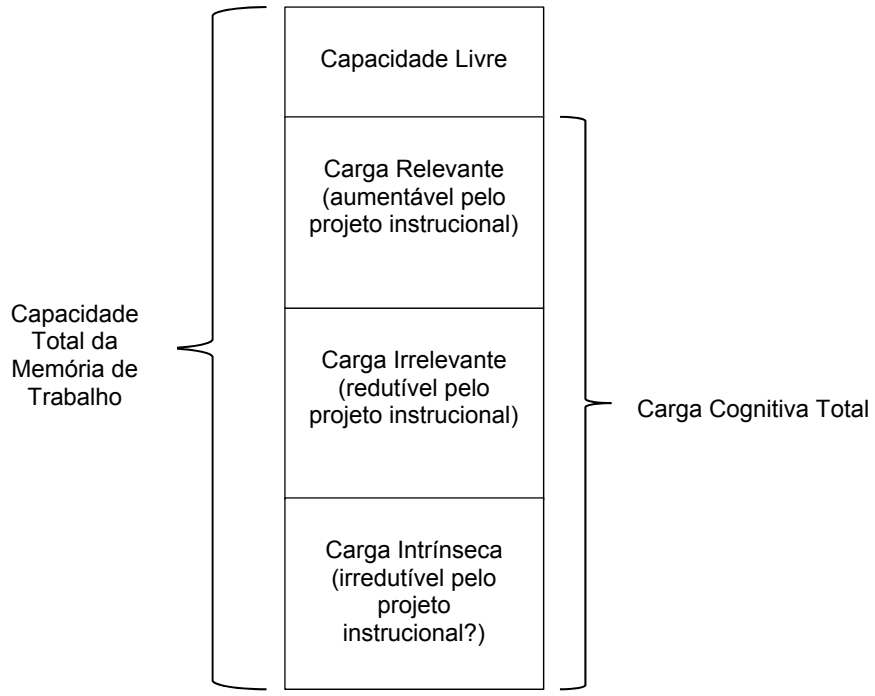


Figura 3: Representação Visual do Terceiro Estágio da TCC.
Fonte: Adaptado de Moreno e Park, 2010, p.18.

Neste estágio, a TCC foi revisada de forma a integrar os três tipos de carga cognitiva que, conforme Paas, Renkl e Sweller (2003) têm uma relação assimétrica entre si e são aditivas no sentido de que o total de sua carga conjunta não pode exceder os recursos disponíveis da memória de trabalho para que a aprendizagem ocorra.

É importante destacar que a TCC continua sendo objeto de estudos, inspirando diversos trabalhos empíricos e estimulando questionamentos diversos como, por exemplo, sobre a natureza irredutível da carga cognitiva intrínseca (representada pelo sinal de interrogação na Figura 3).

2.1.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

As pessoas aprendem melhor com base em palavras e imagens combinadas do que com palavras sozinhas. Mayer (1999) refere-se a este epítome como o princípio multimídia e é ele que justifica, na visão do autor, o estudo sobre a aprendizagem multimídia.

Schnotz e Lowe (2003) referem-se ao termo “multimídia” como a combinação de múltiplos recursos técnicos com o propósito de apresentar informações representadas em múltiplos formatos por meio de múltiplas modalidades sensoriais. Dessa forma, os recursos multimídia podem ser considerados em três níveis diferentes: o nível técnico, representado pelos dispositivos que transportam os sinais (ex: computadores, redes, monitores, etc.); o nível semiótico, que se refere ao formato de representação daqueles sinais (ex: textos, imagens e sons) e o nível sensorial, que se refere à modalidade sensorial de recepção do sinal (ex: visual ou auditiva).

Para o desenvolvimento deste tema, é necessário apresentar algumas definições importantes sobre multimídia, instrução multimídia, mídia instrucional, modo da apresentação e modalidade sensorial, resumidas no Quadro 2 (MAYER, 2005b; 2009)

Termo	Definição
Multimídia	Refere-se à apresentação de palavras (impressas ou narradas) e de imagens (ilustrações, fotos, animações ou vídeos).
Instrução Multimídia	Refere-se à apresentação de palavras e imagens com o objetivo de promover a aprendizagem.
Mídia Instrucional	Refere-se ao dispositivo utilizado para apresentar uma instrução (ex: livros, computadores, etc.). Em uma apresentação multimídia, utilizam-se pelo menos dois dispositivos (ex: tela de computador e alto-falante, projetor e voz de um professor).
Modo de Apresentação	Refere-se ao formato empregado para apresentar a instrução como palavras e imagens. (ex: texto e animação exibidos na tela de um computador; textos e ilustrações impressos).
Modalidade Sensorial	Refere-se ao canal de processamento de informação que um aluno utiliza para processar uma informação (ex: auditivo, visual).

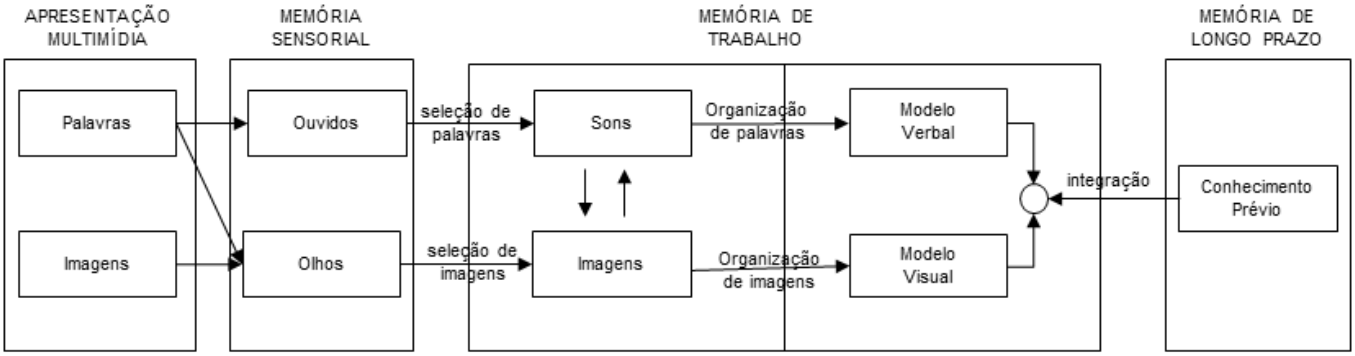
Quadro 2: Algumas Definições.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2005a, p.2 e 2009, p.10

Nota-se que a instrução multimídia envolve a apresentação de palavras e imagens por intermédio de dois ou mais dispositivos de mídia, adotando um modo de apresentação que acionará as modalidades sensoriais correspondentes, a fim de promover a aprendizagem. Esta aprendizagem poderá ser observada nos alunos pela sua capacidade de lembrar (ex: escrever tudo o que pode lembrar de uma apresentação recém-estudada) ou de compreender (ex: listar alguns modos para melhorar a confiabilidade de um dispositivo sobre o qual acabou de ler).

A simples adição de imagens a textos, entretanto, não implica uma melhoria da aprendizagem, mas, ao desenvolver-se conteúdos multimídia que levem em consideração como a mente humana funciona, aumenta-se a probabilidade de sucesso. Dessa forma, o conhecimento das estruturas cognitivas do ser humano e do modo pelo qual estas estruturas são organizadas devem orientar os esforços de bons projetos instrucionais (SWELLER, 2005).

O Esquema 2 apresenta a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) proposta por Mayer (2005b) para representar o sistema humano de processamento de informações.



Esquema 2: Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.
Fonte: Adaptado de Mayer, 2005b, p.37.

A TCAM se apoia em três suposições: a do canal duplo, a da capacidade limitada e a do processamento ativo, descritas a seguir.

Suposição do Canal Duplo

A suposição do canal duplo, consistente com o trabalho de Paivio (1986), é a de que o sistema humano para processamento de informações inclui dois canais: um para os processos visuais e outro para os processos auditivos/verbais. Por exemplo, animações são processadas pelo canal visual e palavras faladas (ex: narrações) são processadas pelo canal auditivo/verbal. Embora uma informação entre por um canal do sistema de informação humano, esta pode ser convertida para o outro canal como ocorre quando uma narração descrevendo um evento é inicialmente processada pelo canal auditivo, porque é apresentada aos ouvidos, e posteriormente transformada em uma imagem mental correspondente, que será processada pelo canal visual.

Suposição da Capacidade Limitada

Esta suposição é a de que os seres humanos têm uma capacidade limitada de processamento em cada um dos canais já apresentados. Trata-se de um conceito trabalhado há anos na psicologia e que tem exemplos recentes como o de Baddeley (1992) sobre a memória de trabalho e o de Chandler e Sweller (1991) sobre a Teoria da Carga Cognitiva, já apresentados.

Suposição do Processamento Ativo

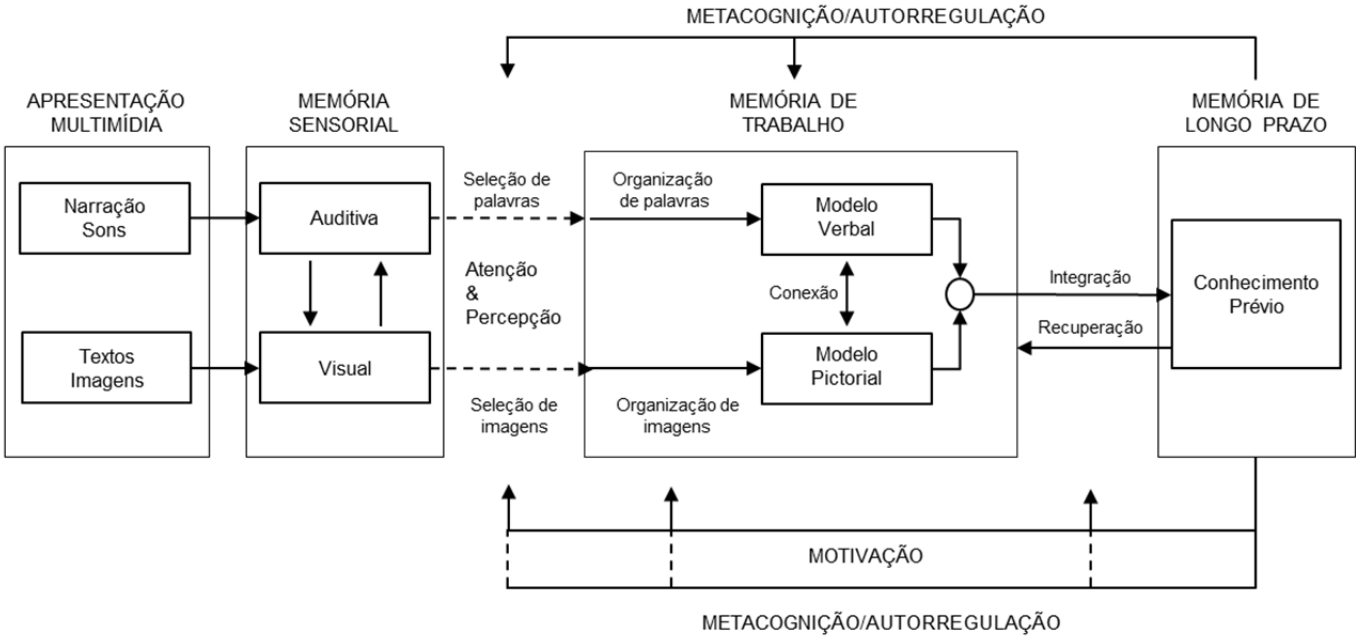
A terceira suposição é a de que a aprendizagem ativa implica a realização de um conjunto coordenado de processos cognitivos durante a aprendizagem como, por exemplo, prestar atenção, organizar as informações recebidas e integrar as informações recebidas com os conhecimentos prévios por meio dos quais os alunos constroem uma representação mental coerente das suas experiências (WITTROCK, 1989). Em resumo, na suposição do processamento ativo, os seres humanos são processadores ativos que buscam criar sentido com base nas apresentações multimídia. Os processos cognitivos da TCAM (selecionar, organizar e integrar), descritos no Quadro 3, geralmente não ocorrem em uma ordem linear rígida, mas, ao contrário, de um modo interativo (MAYER, 2003).

Processo	Descrição
Seleção de palavras	O aluno presta atenção às palavras relevantes no conteúdo multimídia para criar sons na memória de trabalho.
Seleção de imagens	O aluno presta atenção às imagens relevantes no conteúdo multimídia para criar imagens na memória de trabalho.
Organização de palavras	O aluno constrói conexões entre as palavras selecionadas para criar um modelo verbal coerente na memória de trabalho.
Organização de imagens	O aluno constrói conexões entre as imagens selecionadas para criar um modelo visual coerente na memória de trabalho.
Integração	O aluno constrói conexões entre o modelo verbal e o modelo visual e destes com o conhecimento prévio.

Quadro 3: Os Cinco Processos Cognitivos da TCAM.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2005b, p.41.

Com a evolução dos estudos sobre aprendizagem multimídia, Moreno (2005) apresentou uma proposta de expansão da TCAM ao acrescentar, às três suposições originalmente apresentadas por Mayer (2005b), dois fatores que atuam como mediadores na aprendizagem: o fator motivacional, que pode aumentar ou diminuir o engajamento cognitivo, e o fator metacognitivo, por regular o processamento cognitivo (MORENO e MAYER, 2007). A Teoria Cognitiva-Afetiva de Aprendizagem Multimídia (TCAAM), como ficou conhecida, é ilustrada pelo Esquema 3.



Esquema 3: Teoria Cognitivo-Afetiva de Aprendizagem Multimídia.
Fonte: Adaptado de Moreno, 2005, p.5 e Mayer, 2005b, p.37.

Pelo que foi exposto, percebe-se que a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e a Teoria da Carga Cognitiva estão relacionadas entre si e têm o objetivo de auxiliar o desenvolvimento de materiais instrucionais adequados conforme resumido no Quadro 4.

TCAM	TCC	Descrição do Processamento Cognitivo
Reduzir o processamento cognitivo irrelevante.	Reduzir a carga cognitiva irrelevante.	Processamento cognitivo que não contribui para aprender o material essencial.
Gerenciar o processamento cognitivo essencial.	Gerenciar a carga cognitiva intrínseca.	Processamento cognitivo destinado a representar mentalmente o material essencial.
Estimular o processamento cognitivo generativo.	Estimular a carga cognitiva relevante.	Processamento cognitivo destinado a organizar mentalmente a representação e integrá-la com o conhecimento prévio.

Quadro 4: Três Objetivos de um Projeto Instrucional.

Fonte: Adaptado de Mayer e Moreno, 2010, p.134.

2.1.3 Princípios da Aprendizagem Multimídia

Com base no objetivo de auxiliar o desenvolvimento de materiais instrucionais adequados, alguns princípios foram sugeridos e verificados empiricamente, tanto para reduzir o processamento cognitivo irrelevante (MAYER e MORENO, 2010; MAYER, 2005c; 2008) e gerenciar o processamento cognitivo essencial (MAYER e MORENO, 2010; MAYER, 2005d; 2008) como também para estimular o processamento cognitivo generativo (MAYER, 2005e; 2008; MORENO e MAYER, 2010). Estes princípios são apresentados a seguir.

Princípios para Reduzir o Processamento Cognitivo Irrelevante

Uma vez que a quantidade de capacidade cognitiva é limitada, quando os alunos se envolverem com grandes quantidades de processamento cognitivo irrelevante, eles poderão ter uma capacidade restante insuficiente para os processamentos cognitivos essencial e generativo, conforme ilustrado na Figura 4, necessários para uma aprendizagem significativa (MAYER e MORENO, 2010).

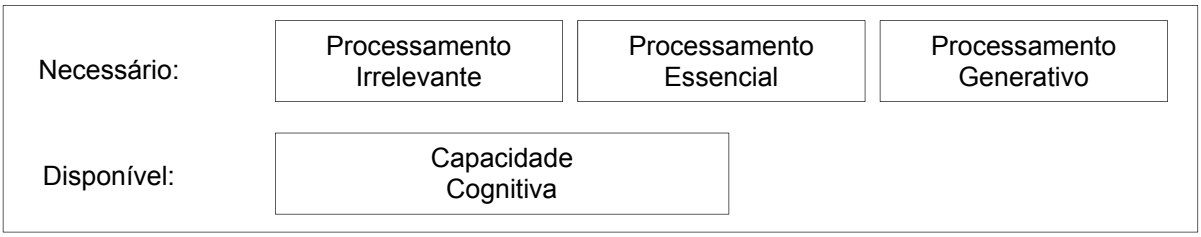


Figura 4: Sobrecarga de Processamento Cognitivo Irrelevante.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2011, p.64.

O Quadro 5 apresenta cinco possibilidades para reduzir o processamento cognitivo irrelevante.

Princípio	**Descrição**
Coerência	As pessoas aprendem melhor quando os elementos irrelevantes de uma animação ou narração são excluídos.
Sinalização	As pessoas aprendem melhor quando informações são adicionadas para destacar a organização de uma animação ou narração.
Redundância	As pessoas aprendem melhor de uma animação e narração do que de uma animação, narração e texto na tela.
Proximidade Espacial	As pessoas aprendem melhor quando os elementos correspondentes de uma animação e texto na tela são apresentados próximos, em vez de distantes um do outro na tela.
Proximidade Temporal	As pessoas aprendem melhor quando a animação e narração correspondentes são apresentadas simultaneamente, em vez de sucessivamente.

Quadro 5: Princípios para Reduzir a Carga Cognitiva Irrelevante.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2008, p.37.

Princípios para Gerenciar o Processamento Cognitivo Essencial

Quando o material irrelevante é removido de uma apresentação multimídia, o aluno não precisa desperdiçar a sua preciosa capacidade cognitiva no processamento cognitivo irrelevante. Dessa forma, ele utilizará a sua capacidade cognitiva para o processamento cognitivo essencial, ou seja, a representação mental do material essencial, e o processamento cognitivo generativo por meio do qual ele organizará este material essencial e o integrará com o seu conhecimento prévio. Entretanto, em algumas situações – como quando o material é complexo, desconhecido ou apresentado com rapidez, por exemplo –, é gerada uma demanda de processamento cognitivo essencial que pode exceder a capacidade cognitiva do aluno, conforme ilustrado na Figura 5, causando então uma sobrecarga do processamento essencial (MAYER e MORENO, 2010).

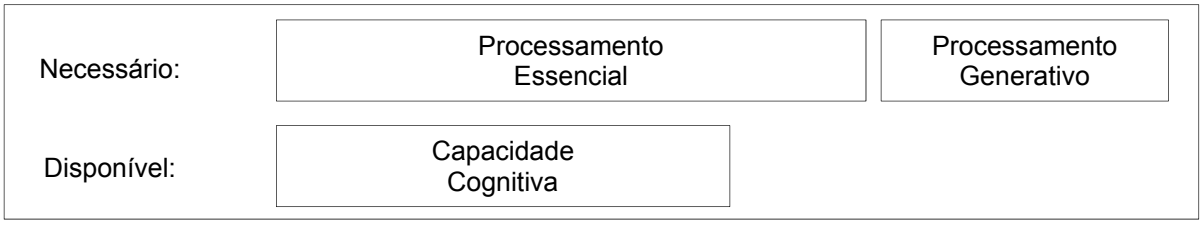


Figura 5: Sobrecarga de Processamento Cognitivo Essencial.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2011, p.64.

O Quadro 6 apresenta três possibilidades para gerenciar o processamento cognitivo essencial.

Princípio	Descrição
Segmentação	As pessoas aprendem melhor quando uma animação narrada é apresentada em segmentos cujo ritmo elas podem controlar (ex: pausas) do que quando ela é contínua.
Pré-treinamento	As pessoas aprendem melhor de uma animação narrada quando elas tiverem tido treinamento sobre os nomes e características dos conceitos principais.
Modalidade	As pessoas aprendem melhor de animação e narração do que de animação e texto na tela.

Quadro 6: Princípios para Gerenciar o Processamento Cognitivo Essencial.

Fonte: Adaptado de Mayer, 2008, p.37.

Princípios para Estimular o Processamento Cognitivo Generativo

Mesmo quando um ambiente de aprendizagem é cuidadosamente projetado para excluir material desnecessário e reduzir a complexidade do material a ser aprendido, os alunos podem falhar em aprender o conteúdo, a menos que a instrução inclua métodos que busquem engajá-los para investir um esforço mental na construção do conhecimento (MORENO e MAYER, 2010). Neste cenário, o aluno carece de motivação para processar o material com mais profundidade, a fim de utilizar sua capacidade cognitiva disponível no processamento generativo conforme ilustrado na Figura 6 (MAYER, 2011).

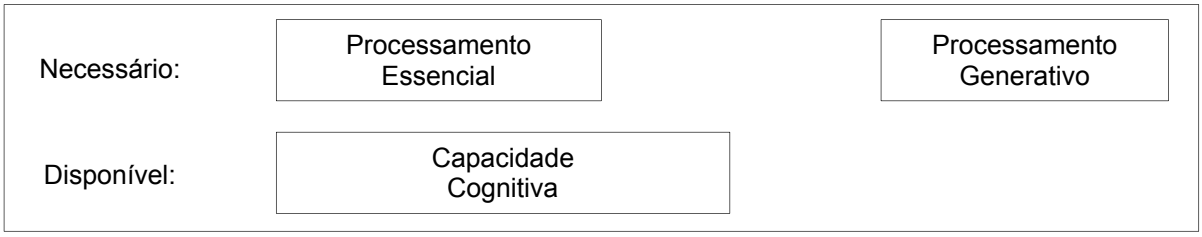


Figura 6: Subutilização do Processamento Cognitivo Generativo.
Fonte: Adaptado de Mayer, 2011, p.65.

O Quadro 7 apresenta duas possibilidades para estimular o processamento cognitivo generativo.

Princípio	**Descrição**
Personalização	As pessoas aprendem melhor quando a narração é em estilo de conversação do que em estilo formal.
Voz	As pessoas aprendem melhor quando a narração é falada na voz humana natural do que de uma voz de máquina.

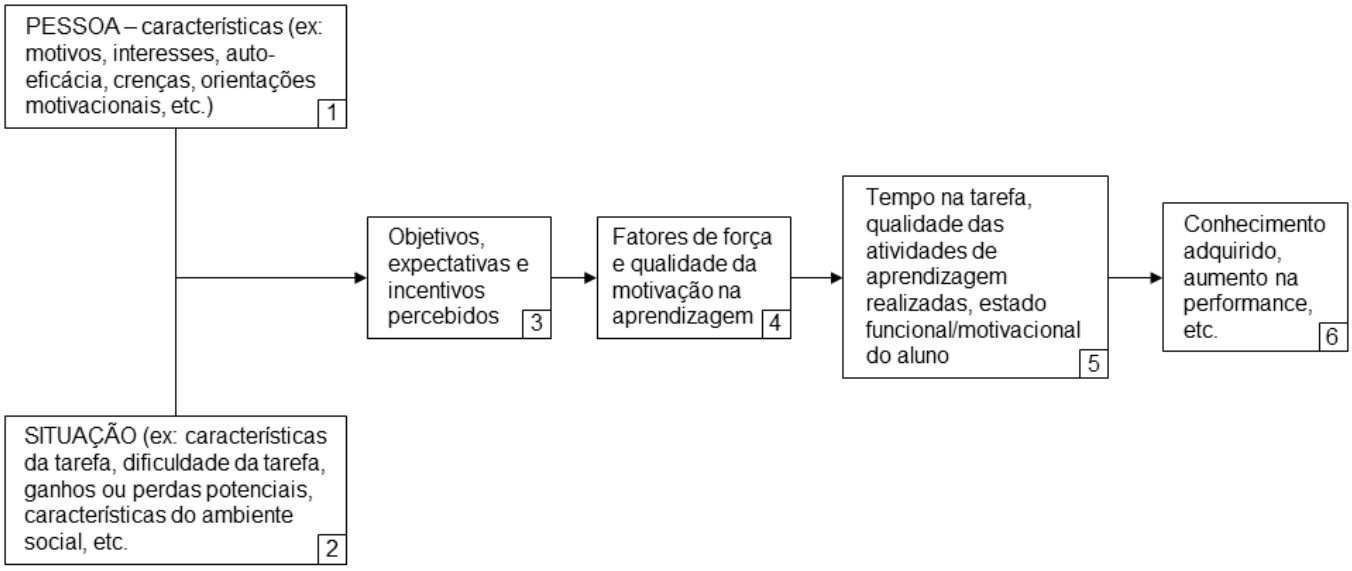
Quadro 7: Princípios para Estimular o Processamento Cognitivo Generativo.
Fonte: Adaptado de Mayer, 2008, p.37.

2.2 Motivação e Interesse

Um importante, mas ainda pouco explorado aspecto das teorias cognitivas está relacionado ao papel da motivação na aprendizagem multimídia, ou seja, o estado interno que inicia, mantém e energiza o esforço do aluno para se engajar no processo de aprendizagem (MAYER, 2014).

Motivação é o processo de estimular e manter um comportamento direcionado a um objetivo. Esta é uma definição cognitiva porque postula que os alunos estabelecem objetivos e empregam processos cognitivos (ex: planejamento, monitoramento) e comportamentos (ex: persistência, esforço) para alcançá-los (SCHUNK, 2012).

O modelo apresentado no Esquema 4 (RHEINBERG, VOLLMEYER e ROLLETT, 2000) procura explicar porque um aluno engaja-se em uma atividade de aprendizagem, em vez de outra atividade qualquer e como a motivação influencia o processo de aprendizagem e os resultados alcançados.



Esquema 4: Motivação na Aprendizagem

Fonte: Adaptado de Rheinberg, Vollmeyer e Rollett, 2000, p.505.

O comportamento motivacional tem a sua origem nas características individuais, ou traços motivacionais, dos alunos (caixa 1) e nas características das atividades a serem executadas (caixa 2). A interação entre estas características influencia a definição de objetivos, expectativas e os incentivos percebidos pelos alunos (caixa 3) e estes determinam a intensidade e a qualidade da motivação para a aprendizagem (caixa 4), ou seja, o tipo de esforço que será empregado. Este esforço é caracterizado pelas variáveis mediadoras da influência que a motivação pode ter ou não na aprendizagem (caixa 5). De particular importância neste ponto é o estado motivacional, que se refere à intensidade e à qualidade da motivação e que pode ser medido repetidamente durante o processo de aprendizagem agindo como uma variável mediadora da motivação inicial sobre o resultado final da aprendizagem (caixa 6). Este resultado, por sua vez, terá os eventuais efeitos da motivação percebidos de formas diferentes de acordo com os tipos de testes de avaliação empregados (ex: questões qualitativas *versus* questões quantitativas).

Entre as diversas variáveis motivacionais que influenciam a aprendizagem, Hidi (2006) destaca o interesse definido como um estado psicológico que ocorre durante interações entre pessoas e seus objetos, eventos ou atividades de interesse e que é caracterizado pelo aumento da atenção, da concentração e do afeto. Em uma fase mais adiantada de desenvolvimento, o *interesse* é também uma predisposição relativamente duradoura dos indivíduos em se reengajar com conteúdos específicos tais como objetos, eventos e ideias (HIDI e RENNINGER, 2006). Os dois tipos de interesse que têm sido objetos de pesquisas acadêmicas são o interesse situacional e o interesse individual (KRAPP, HIDI e RENNINGER, 1992).

O interesse situacional é desencadeado ambientalmente, envolve uma reação afetiva e uma atenção focada (HIDI, 2006) e refere-se à informação de valor temporário e de contexto específico (SCHRAW e LEHMAN, 2001), podendo ser descrita tanto da perspectiva de situações específicas que induzem o interesse como da perspectiva de experiências de uma pessoa engajada em uma atividade interessante (KRAPP, 1999). Quando, por exemplo, uma pessoa folheia uma revista em uma sala de espera e se fixa em um artigo sobre o qual conhece pouco, ela tem o seu interesse desencadeado pela situação (HIDI e RENNINGER, 2006).

O interesse individual é específico sobre um tema, é caracterizado pela predisposição relativamente duradoura em prestar atenção a certos objetos, estímulos e eventos e de se engajar em certas atividades (HIDI, S., 2001) e pode ser subdividido em interesse latente (uma característica intrínseca do indivíduo que guia o engajamento cognitivo) e interesse ativo (um estado motivacional que determina o estilo de engajamento de um indivíduo em uma atividade) (SCHRAW e LEHMAN, 2001). Se, por exemplo, uma pessoa folheia uma revista e reconhece a relevância de um artigo sobre um tema sobre o qual está tentando entender há algum tempo e sente uma onda de emoção, ela tem um interesse individual por aquele tema (HIDI e RENNINGER, 2006).

Hidi e Renninger (2006) consideram que o interesse se desenvolve em quatro fases sequenciais e distintas, que representam uma forma de desenvolvimento cumulativo e progressivo nos casos em que o interesse é suportado e sustentado pelos esforços de outros ou em razão dos desafios ou oportunidades que uma pessoa vê em uma tarefa. O Quadro 8 descreve as quatro fases de desenvolvimento do interesse.

O Quadro 8 pode ser resumido da seguinte forma:

> Cada fase do Modelo de Quatro Fases de Desenvolvimento do Interesse é caracterizada pelo afeto e cada fase também inclui alguma forma de conhecimento ou processamento cognitivo, embora estes componentes sejam mais pronunciados em fases mais avançadas do interesse. Assim que a primeira fase do interesse situacional desencadeado seja suscitada, ela pode durar curtos ou longos períodos de tempo e pode proporcionar uma base para o indivíduo começar a formar uma conexão com o conteúdo. Na segunda fase de interesse, o interesse situacional mantido, o indivíduo é tipicamente suportado pelo ambiente (outros, tarefas, etc.) para continuar a desenvolver uma base para se conectar ao conteúdo e encontrar modos de relacionar esta informação a outras informações disponíveis. Nesta fase, o interesse é sustentado, o indivíduo está também começando a desenvolver um valor para o conteúdo. Na terceira fase de interesse individual emergente, o indivíduo começa a procurar por um engajamento repetitivo com o conteúdo, continua a se reengajar com o conteúdo com ou sem suporte externo explícito e consolida o conhecimento relativo. Ele ou ela começa a fazer perguntas de curiosidade, um processo que leva a uma atividade autorregulada, a uma acumulação de mais informações e a uma maior valorização. Na quarta fase de interesse individual bem desenvolvido, o indivíduo continua a procurar oportunidades repetidas para reengajamento. Perguntas de curiosidade, autorregulação, valorização e a habilidade de atenuar frustações e sustentar o pensamento criativo guiam este reengajamento (HIDI e RENNINGER, 2006).

	Fase 1 Interesse Situacional Desencadeado	Fase 2 Interesse Situacional Mantido	Fase 3 Interesse Individual Emergente	Fase 4 Interesse Individual Bem Desenvolvido
Definição	Estado psicológico resultante de mudanças de curto prazo nos processamentos afetivo e cognitivo.	Estado psicológico subsequente ao estado desencadeado; envolve atenção focada e persistência em um episódio estendido de tempo ou recorrente.	Estado psicológico bem como a fase inicial de uma predisposição relativamente duradoura de buscar engajamento repetitivo com um conteúdo específico.	Estado psicológico bem como a fase inicial de uma predisposição relativamente duradoura de reengajar com um conteúdo específico ao longo do tempo.
Progressão de desenvolvimento	Pode ser um precursor do interesse situacional mantido.	Pode ser um precursor do interesse individual emergente.	Pode ser um precursor do interesse individual bem desenvolvido.	
Tipo de suporte necessário	Tipicamente, mas não exclusivamente, suportado externamente; ambientes de aprendizagem, condições instrucionais, tais como trabalho em equipe, computadores, etc. podem desencadear o interesse situacional.	Tipicamente, mas não exclusivamente, suportado externamente; condições instrucionais que proporcionam atividades significativas e pessoalmente envolventes.	Início de autogeração, embora o suporte externo de parceiros, especialistas, desafios do ambiente, etc. possam contribuir para o desenvolvimento do interesse individual emergente.	Autogerado em alto grau, suporte externo pode ser útil para manter o interesse individual bem desenvolvido.
Características	Atenção focada e reação afetiva; a reação afetiva pode ser inicialmente negativa.	Atenção e reação afetiva mantidas; se a reação afetiva é negativa ela deve mudar antes que o interesse individual possa se desenvolver.	Sentimentos positivos e início de acumulação de conhecimento e valores relacionados ao conteúdo; início da autorregulação: autorreflexões que resultam em perguntas de curiosidade sobre o conteúdo	Sentimentos positivos, aumento do conhecimento e dos valores armazenados além daqueles alcançados com o interesse individual emergente; aumento da autorregulação e altos níveis de autorreflexão.

Quadro 8: As Quatro Fases de Desenvolvimento do Interesse.

Fonte: Adaptado de Hidi e Ainley, 2012, p.88.

Tanto o interesse situacional como o interesse individual exercem um papel importante na aprendizagem e estudos demonstram que o interesse influencia positivamente a atenção, a quantidade e o nível de aprendizagem, a seleção de estratégias de aprendizagem pelos alunos e as escolhas que eles fazem durante a execução de uma tarefa (HIDI e AINLEY, 2012).

2.3 Metacognição e Autorregulação

O termo metacognição refere-se ao conhecimento e à cognição de uma pessoa sobre os seus empreendimentos cognitivos (FLAVELL, 1979) e tem três componentes gerais amplamente investigados no meio acadêmico: o conhecimento metacognitivo, que se refere ao conhecimento declarativo sobre a cognição, ou seja, aquele que pode ser enunciado, comunicado ou discutido (por exemplo, saber como melhorar a aprendizagem: ”as pessoas aprendem melhor com base em palavras e imagens combinadas do que com palavras sozinhas”); o monitoramento metacognitivo, que se refere à avaliação do progresso contínuo ou do estado atual de uma atividade cognitiva específica (ex: avaliar quão bem uma leitura está sendo compreendida) e o controle metacognitivo, que se refere ao ato de regular uma atividade cognitiva, como decidir parar, continuar ou mesmo mudar esta atividade (ex: decidir gastar mais tempo para responder uma questão sem importância) (DUNLOSKY e METCALFE, 2008).

Segundo Mayer (2011), a metacognição refere-se à consciência e ao controle de alguém sobre o seu processamento cognitivo, exercendo um papel central na aprendizagem ao auxiliar o aluno na sua autorregulação pela consciência metacognitiva (saber quais estratégias de aprendizagem são mais adequadas para ele) e do controle metacognitivo (quando é apropriado utilizar estas estratégias durante a aprendizagem).

Para Winne e Perry (2000) o termo “autorregulado” está associado às formas de aprendizagem, que são:

1) guiadas metacognitivamente, ou seja, os alunos têm consciência de suas forças e fraquezas acadêmicas, dos recursos cognitivos que eles podem aplicar para atender as demandas de tarefas específicas e do conhecimento sobre como regular o engajamento nas tarefas, de forma a otimizar os processos e os resultados da aprendizagem;

2) motivadas intrinsecamente (pelo menos parcialmente), isto é, a crença dos alunos na aprendizagem incremental, o alto valor atribuído ao progresso pessoal, a alta eficácia para a aprendizagem; e

3) estratégicas, pela forma com que os alunos abordam problemas desafiadores escolhendo, em um repertório de táticas, aquelas que eles acreditam ser as mais adequadas para a situação.

Pesquisas sobre os processos empregados pelos alunos para ativar e manter as suas condutas comportamentais e as suas atividades cognitivas e afetivas revelaram que aqueles com melhor autorregulação:

- definem melhores objetivos de aprendizagem;
- implementam estratégias de aprendizagem mais efetivas;
- monitoram e avaliam melhor o progresso dos seus objetivos;
- estabelecem um ambiente para a aprendizagem mais produtivo;
- procuram ajuda mais frequentemente quando necessário;
- esforçam-se e persistem mais;
- ajustam melhor suas estratégias; e
- definem novos objetivos mais efetivos quando os atuais são concluídos (ZIMMERMAN e SCHUNK, 2012).

O Quadro 9, adaptado de Pintrich, Wolters e Baxter (2000), resume os conceitos principais associados a cada um dos componentes interdependentes da metacognição e da aprendizagem autorregulada.

I. CONHECIMENTO METACOGNITIVO

A. *Conhecimento da cognição e de estratégias cognitivas* – refere-se às avaliações de um aluno sobre o seu pensamento, que podem ser classificadas em três subcategorias de conhecimento:
   1. Conhecimento declarativo sobre *quais* tipos de estratégias cognitivas estão disponíveis para a aprendizagem (ex: memorização, resumo, leitura, etc.)
   2. Conhecimento processual de *como* utilizar efetivamente as estratégias cognitivas escolhidas.
   3. Conhecimento condicional de *quando* e *por que* utilizar diferentes estratégias cognitivas.

B. *Conhecimento de tarefas e contextos* e como eles podem influenciar a cognição.

C. *Autoconhecimento* – conhecimento comparativo, do aluno, de suas forças e fraquezas intraindividuais (ex: saber que é melhor do que um amigo na execução de um determinado tipo de tarefa).

II. MONITORAMENTO E JULGAMENTOS METACOGNITIVOS

A. *Julgamentos de dificuldade da tarefa ou de facilidade de aprendizagem* – fazer uma avaliação de quão fácil ou difícil será a realização de uma tarefa.

B. *Monitoramento da aprendizagem e da compreensão ou julgamentos de aprendizagem* – monitorar a compreensão da aprendizagem.

C. *Sensação de conhecimento* – ter a experiência ou a "consciência" de saber alguma coisa, mas ser incapaz de se lembrar completamente.

D. *Julgamentos de Confiança* – fazer um julgamento da correção e adequação da resposta.

III. AUTORREGULAÇÃO E CONTROLE

A. Atividades de Planejamento – definir objetivos para aprendizagem, uso do tempo e performance.

B. Seleção e uso de estratégia – tomar decisões sobre quais estratégias utilizar para uma tarefa ou quando mudar estratégias enquanto executar uma tarefa.

C. Alocação de Recursos – controlar e regular o uso do tempo, esforço, ritmo de aprendizagem e performance.

D. Controle de volição – controlar e regular a motivação, emoção e ambiente.

Quadro 9: Componentes da Metacognição e da Aprendizagem Autorregulada.
Fonte: Adaptado de Pintrich, Wolters e Baxter, 2000, p.47.

2.4 Interatividade

Desde a introdução do computador como ferramenta educacional, a interatividade tem sido anunciada por muitos como o recurso mais promissor desta tecnologia na educação (DOMAGK, SCHWARTZ e PLASS, 2010).

As rápidas mudanças tecnológicas e a migração de um grande poder computacional de computadores desktop para artefatos e tecnologias de propostas genéricas, com o foco na portabilidade, alteraram o perfil do usuário predominante bem como as suas expectativas e, como consequência, aspectos relacionados ao fator humano como interface e usabilidade tornaram-se conceitos-chave nos estudos sobre a interatividade humano-computador (BULLINGER, ZIEGLER e BAUER, 2002; SHACKEL, 2009).

Esta evolução dos sistemas computacionais e de suas aplicações tem estado fortemente conectada com as melhorias significativas das técnicas por meio das quais os usuários podem interagir com os sistemas e isto pode ser percebido pela ampliação contínua do canal de comunicação entre usuários e sistemas ilustrado na Figura 7 (ZIEGLER, 1996).

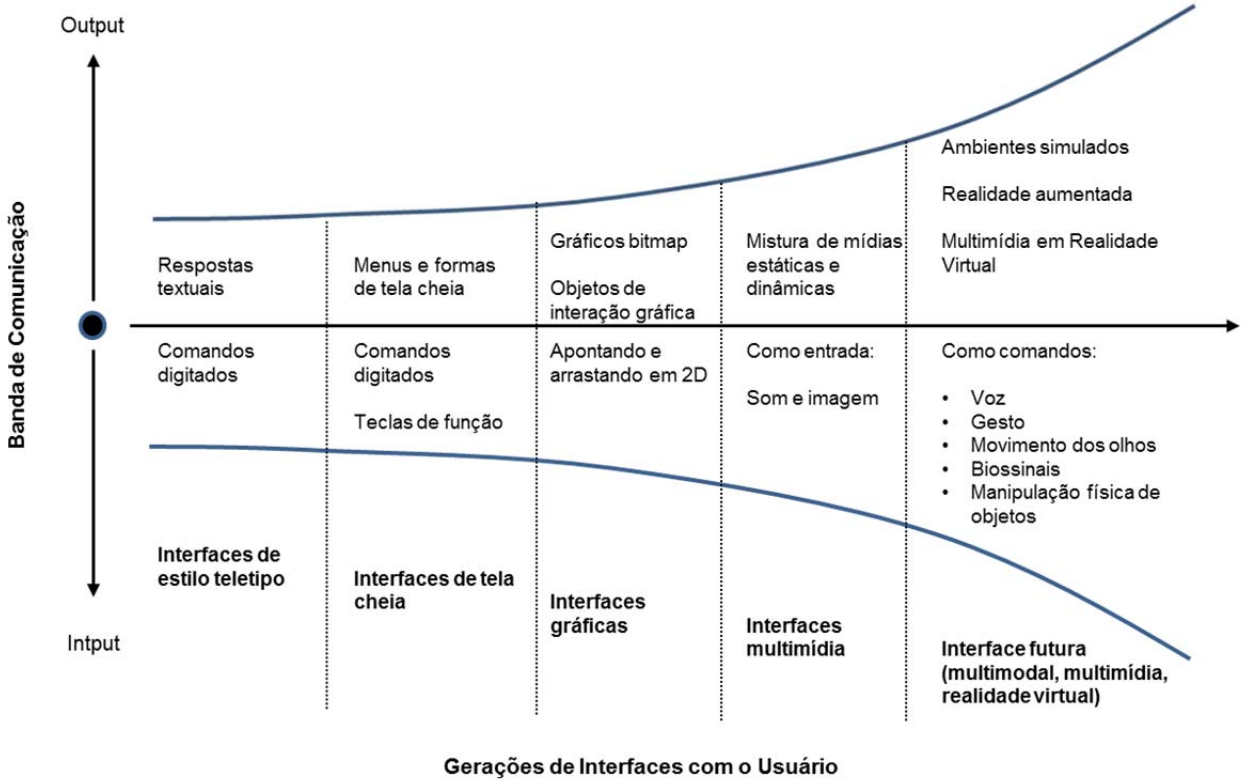


Figura 7: Diferentes Gerações de Sistemas Interativos.

Fonte: Adaptado de Ziegler, 1996, p.186.

O efeito da interatividade sobre conteúdos instrucionais multimídia tem gerado um interesse crescente, ao permitir que os alunos possam interagir com o material instrucional (BETRANCOURT, 2005).

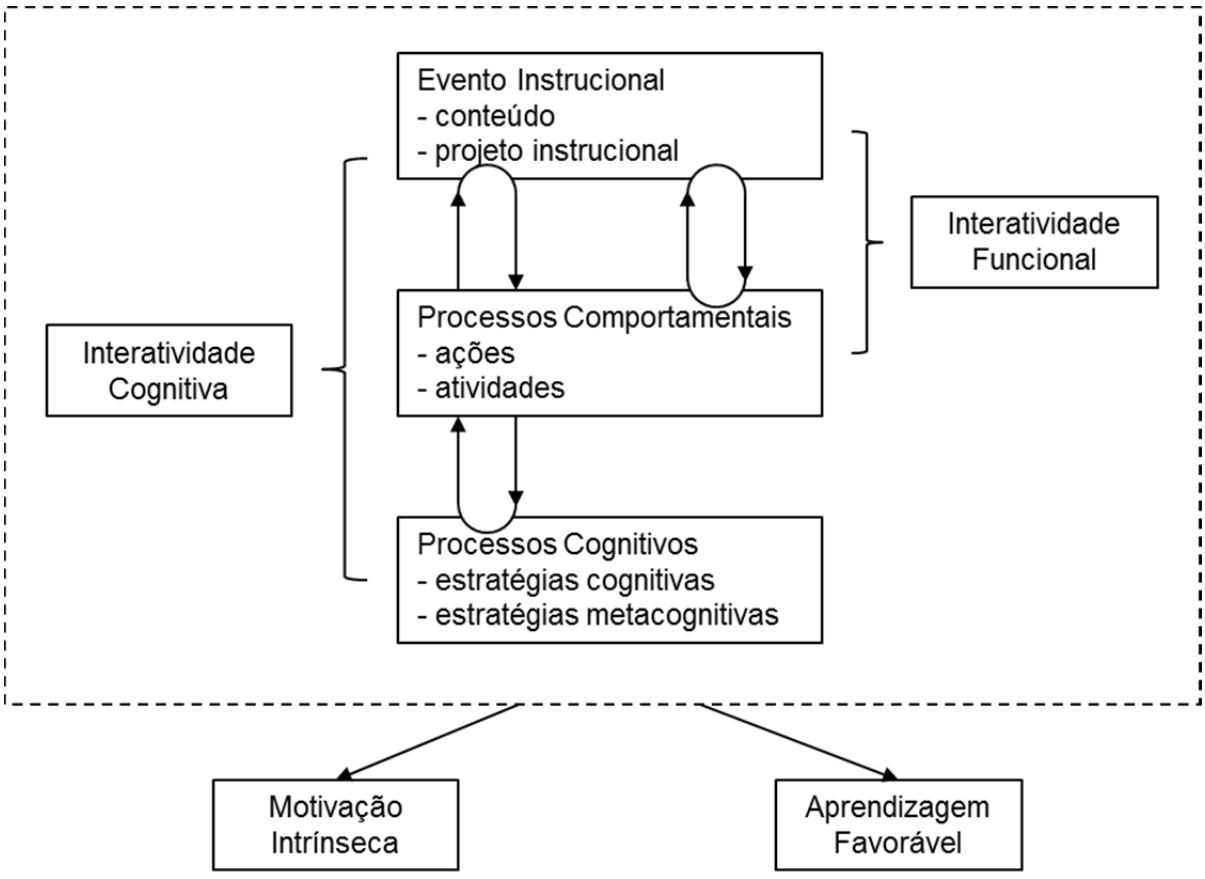
Na literatura sobre conteúdos instrucionais baseados em computador, o termo “interatividade” é frequentemente utilizado para descrever a maleabilidade de representações únicas (ex: definir o ritmo de uma animação ou os parâmetros de uma simulação) enquanto o termo “controle do usuário” está associado à possibilidade de alterar múltiplas representações, isto é, sequenciamento das unidades de informação, seleção de conteúdo a ser apresentado, controle sobre a forma de representação da informação (verbal ou visual) e ritmo da animação, por exemplo. Apesar destas diferenças conotativas, os dois termos – interatividade e controle do usuário – podem ser utilizados de forma intercambiável, já que interatividade, por definição, implica que o indivíduo tem controle sobre a exibição da informação (SCHEITER e GERJETS, 2007).

Para um ambiente de aprendizagem multimídia interativo, Moreno e Mayer (2007) apresentam cinco tipos comuns de interatividade descritos no Quadro 10.

Tipo	Descrição	Exemplo
Diálogo	O aluno recebe questões e perguntas ou *feedback* do seu *input*.	Aluno procura ajuda de um agente na tela, clica em um *hyperlink* e obtém informações adicionais.
Controle	O aluno determina o ritmo e/ou a ordem da apresentação.	Aluno utiliza comandos como pausar, executar ou avançar, por exemplo, enquanto está assistindo a uma animação narrada.
Manipulação	O aluno ajusta parâmetros para uma simulação, aumenta, diminui ou desloca objetos na tela.	Aluno ajusta parâmetros em um jogo de simulação e executa a simulação para ver o que acontece.
Busca	O aluno encontra um novo conteúdo por meio de um critério de busca, recebe opções e seleciona uma delas.	Aluno procura por informações em uma busca na Internet.
Navegação	O aluno muda-se para novas áreas de conteúdo ao escolher entre diversas fontes de busca.	Aluno seleciona uma opção do menu para navegar de uma página na Internet para outra.

Quadro 10: Tipos de Interatividade em Ambientes de Aprendizagem Multimídia.
Fonte: Adaptado de Moreno e Mayer, 2007, p.311.

No âmbito da aquisição do conhecimento e do desenvolvimento de habilidades cognitivas, Sims (1997) considera que a interação é intrínseca para que a prática instrucional efetiva e a descoberta individual sejam bem-sucedidas. Renkl e Atkinson (2007) definem a interatividade, no contexto da aprendizagem auxiliada por computador, como um processo no qual as ações executadas pelos alunos e os seus ambientes de aprendizagem são mutuamente dependentes entre si. Por sua vez, Kennedy (2004) destaca que não são as ações em si que estimulam a aprendizagem, mas os processos cognitivos suscitados pela interatividade e sugere uma reconfiguração do conceito de interatividade na aprendizagem multimídia, ao propor o Modelo de Interação Cognitiva, ilustrado no Esquema 5.



Esquema 5: Modelo de Interação Cognitiva.
Fonte: Adaptado de Kennedy, 2004, p.48.

De acordo com o Modelo de Interação Cognitiva, a interatividade funcional ocorre pela relação bidirecional entre os eventos instrucionais, que se referem às tarefas específicas de um conteúdo instrucional multimídia apresentadas ou executadas pelos alunos com a proposta de aprendizagem, e os processos comportamentais dos alunos que podem ser representados de várias formas, como, por exemplo, as ações de pausar, avançar ou retornar a uma animação.

A interatividade cognitiva propõe que a relação entre os eventos instrucionais e os processos cognitivos dos alunos é mediada pelos processos comportamentais. Estes processos cognitivos são caracterizados pelas estratégias cognitivas (processos mentais internos, operações e procedimentos por meio dos quais os alunos coletam, integram, organizam e retêm novas informações) e pelas estratégias metacognitivas, isto é, os processos específicos pelos quais os alunos avaliam e monitoram os seus próprios pensamentos e estruturas de conhecimento.

De acordo com o Modelo de Interação Cognitiva, é possível alcançar como benefício a promoção da motivação intrínseca, pelo maior engajamento dos alunos, que se transforma em interesse situacional (HIDI e RENNINGER, 2006) com a interação dinâmica e contínua entre eventos instrucionais, processos comportamentais e processos cognitivos, o que leva à primeira hipótese deste estudo:

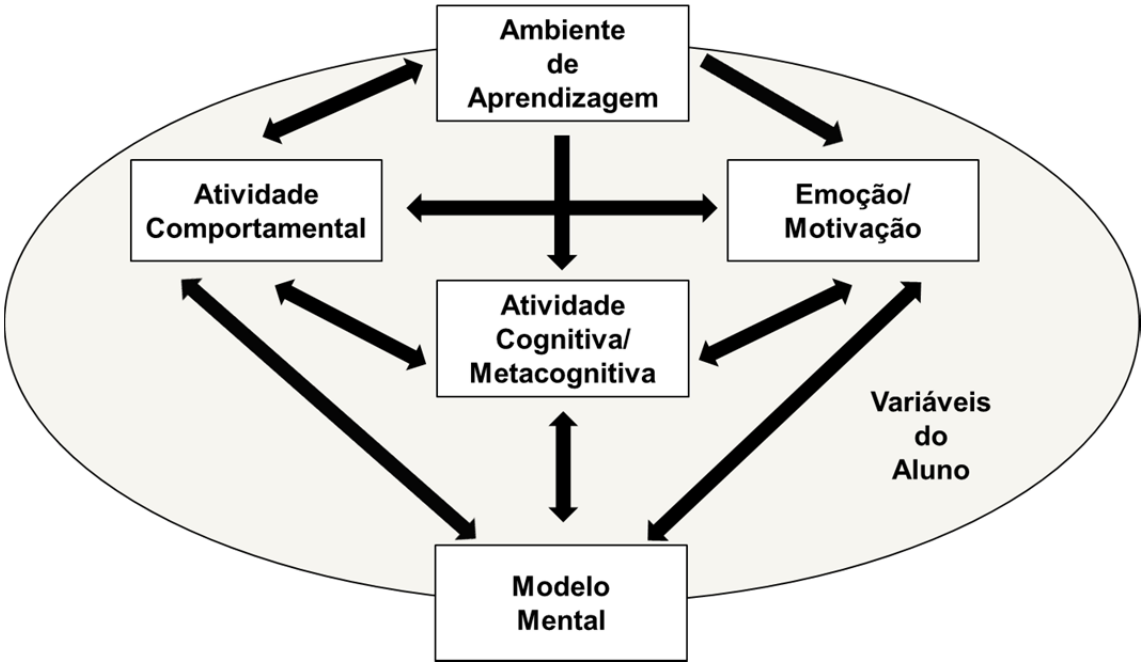
H_1: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse dos alunos.

Do ponto de vista da aprendizagem, deve-se considerar que os ambientes de aprendizagem interativos respondem dinamicamente às ações dos alunos e espera-se que estes ambientes estimulem processos cognitivos e resultem em uma construção ativa de novos conhecimentos (SCHIEFELE, 2009). Neste contexto, Kennedy (2004) sugere que os processos cognitivos empregados pelos alunos, em ambientes de aprendizagem interativos, têm impacto na qualidade da aprendizagem e, dessa forma, a seguinte hipótese é proposta:

H_2: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem dos alunos.

Domagk et al. (2010) consideram que a motivação e a aprendizagem não são apenas os produtos finais de um ambiente de aprendizagem interativo, mas podem

retroalimentar o ciclo, influenciando as atividades comportamentais e cognitivas dos alunos e, dessa forma, propõe o Modelo Integrado de Interatividade Multimídia, ilustrado no Esquema 6.



Esquema 6: Modelo Integrado de Interatividade Multimídia.
Fonte: Adaptado de Domagk et al., 2010, p.1026.

Este modelo consiste de seis componentes principais:

- ambiente de aprendizagem, que inclui o projeto instrucional e as possibilidades de interatividade oferecidas pelo sistema de aprendizagem;
- atividades comportamentais, que correspondem às ações físicas dos alunos para interagir com o sistema de aprendizagem;
- atividades cognitivas e metacognitivas, que são as operações mentais, procedimentos e processos executados pelos alunos, a fim de selecionar, organizar e integrar novas informações em estruturas de conhecimento coerentes;
- motivação/emoção, que são condições dos alunos que emergem de uma dada situação;

- variáveis do aluno, tais como conhecimento prévio, traços afetivos como autoeficácia e ansiedade; e

- modelo mental, termo empregado pelos autores para se referir às estruturas de conhecimento já existentes e à aprendizagem adquirida ao final de uma lição.

Outras duas diferenças importantes deste modelo, comparado ao Modelo de Interação Cognitiva, são: (1) a influência das características individuais dos alunos sobre todos os componentes do modelo e (2) a adição de uma ligação unidirecional entre o ambiente de aprendizagem e as atividades cognitivas e metacognitivas para reconhecer que o sistema de aprendizagem pode engajar os alunos em processos cognitivos antes ou mesmo na ausência de qualquer resposta comportamental ao sistema, ou seja, as possibilidades de interação do sistema podem iniciar um processo cognitivo antes de uma ação por parte do aluno.

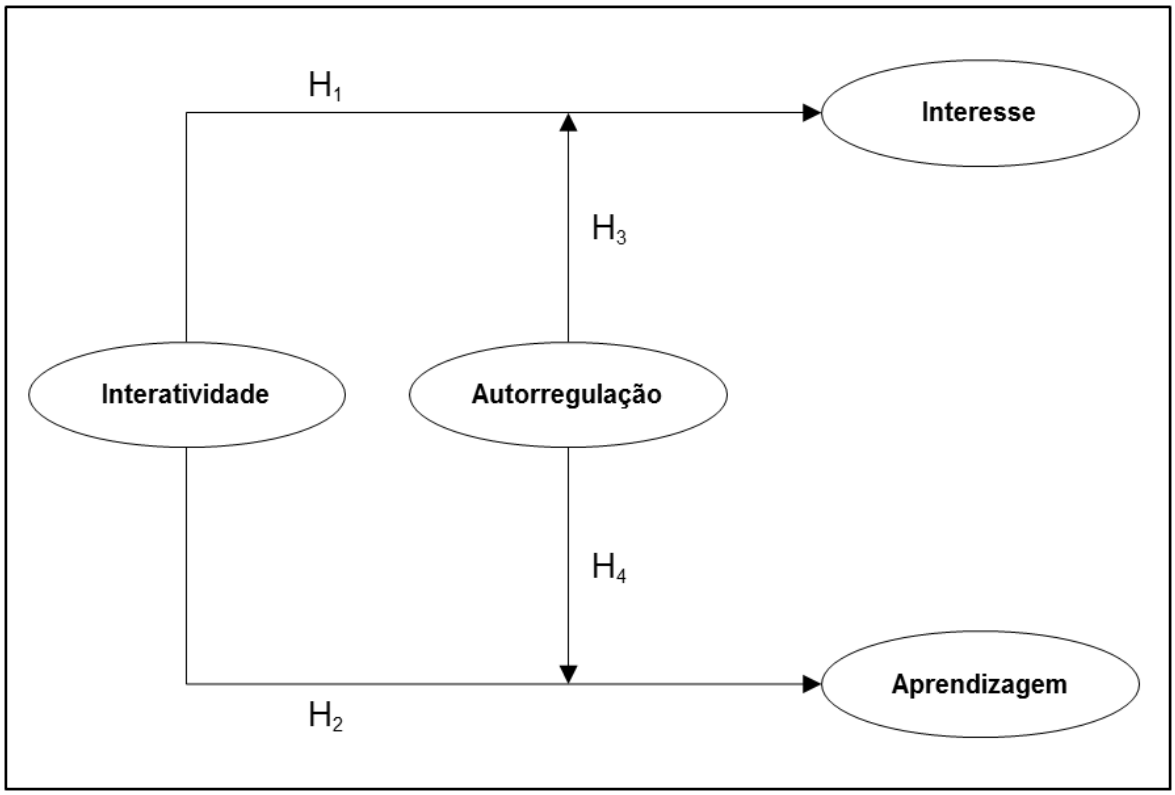
Em comum, os dois modelos apresentados reconhecem o papel das atividades metacognitivas, já que a autorregulação da aprendizagem pode contribuir para aumentar o interesse, o engajamento continuado (HIDI e AINLEY, 2012) e melhorar a aprendizagem (PLASS, KALYUGA e LEUTNER, 2010). Para Betrancourt (2005) e Scheiter (2014), por exemplo, a adição de controles de alto nível de interatividade sobre uma animação deve ser empregada levando-se em consideração as diferenças cognitivas individuais dos alunos, isto é, quando se pode assumir que os alunos têm as capacidades para monitorar os recursos cognitivos que eles devem alocar em cada fase da animação, a fim de que a informação apresentada seja mais bem compreendida.

Dessa forma, como complemento às hipóteses H_1 e H_2, este estudo pretende analisar o efeito da autorregulação da aprendizagem sobre o interesse e a aprendizagem, em ambientes de aprendizagem multimídia interativos, propondo as seguintes hipóteses:

H_3: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.

H_4: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.

As hipóteses propostas até aqui estão ilustradas no Esquema 7.



Esquema 7: Representação das Hipóteses H_1 a H_4.
Fonte: Elaboração própria.

3. MÉTODO

Este estudo segue a concepção filosófica pós-positivista que defende a necessidade de identificar e avaliar as causas que influenciam os resultados, mas desafia a noção tradicional da verdade absoluta do conhecimento, ao reconhecer que não podemos ser “positivos” sobre nossas declarações de conhecimento quando estudamos o comportamento e as ações de seres humanos (CRESWELL, 2010), ou seja, admite que, por mais fervorosamente que um cientista adira ao método científico, os resultados de uma pesquisa não são totalmente objetivos nem inquestionavelmente certos (CROTTY, 1998).

Com base em uma abordagem quantitativa com finalidade explanatória, uma vez que pretende entender um fenômeno descobrindo e mensurando relações causais entre variáveis (COLLINS e HUSSEY, 2005), este estudo adotou, como estratégia de investigação, a realização de experimentos verdadeiros (CAMPBELL e STANLEY, 1963), isto é, aqueles nos quais pelo menos uma variável é manipulada e as unidades de teste são atribuídas aleatoriamente a diferentes grupos experimentais (PEDHAZUR e SCHMELKIN, 1991). Os experimentos verdadeiros são especialmente efetivos para estabelecer relações de causa e efeito (SHAUGHNESSY, ZECHMEISTER e ZECHMEISTER, 2012) e, segundo Mayer (2011), representam a forma mais poderosa para determinar se uma manipulação no método instrucional pode causar uma mudança no conhecimento dos alunos.

Os delineamentos fatoriais empregados neste estudo representam uma estrutura de pesquisa na qual duas ou mais variáveis independentes são justapostas, a fim de estudar os seus efeitos independentes e interativos sobre uma variável dependente (KERLINGER e LEE, 2000) e são descritos detalhadamente nas subseções correspondentes dos experimentos 1 e 2, apresentados a seguir.

4. EXPERIMENTO 1

O objetivo principal do Experimento 1 foi determinar se lições com alta interatividade sobre dispositivos mecânicos geram resultados de aprendizagem melhores e índices mais elevados de interesse do que lições com baixa interatividade para estudantes de engenharia e, em particular, examinar se a adição de recursos de interatividade tem diferentes efeitos para estudantes com baixa autorregulação de aprendizagem quando comparados àqueles com alta autorregulação de aprendizagem.

4.1 Participantes e Delineamento Experimental

Participaram deste experimento 80 estudantes (50 homens e 30 mulheres) do sexto ano do curso noturno de Engenharia de Produção do Centro Universitário da FEI em São Bernardo do Campo, SP. A idade média foi de 23,91 anos e desvio padrão (*DP*) de 2,37.

O estudo foi baseado em um delineamento fatorial entre sujeitos do tipo 2 × 2, tendo interatividade como primeiro fator (baixa e alta) e autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta).

Quarenta estudantes estavam no grupo de baixa interatividade, isto é, eles estudaram a animação mostrando o procedimento de manutenção do dispositivo mecânico em um computador do tipo *tablet* com botões acionados em tela sensível ao toque (*touch screen*) para reproduzir, pausar, avançar e voltar à animação. Os demais quarenta estudantes estavam no grupo de alta interatividade, isto é, eles estudaram a mesma animação com recursos adicionais para ampliar, reduzir e rotacionar a animação. No grupo de baixa interatividade, 23 estudantes foram classificados como tendo baixa autorregulação de aprendizagem e 17 como tendo alta autorregulação de aprendizagem. No grupo de alta interatividade, 19 estudantes foram classificados como tendo baixa autorregulação de aprendizagem e 21 como tendo alta autorregulação de aprendizagem.

4.2 Material de Apoio e Instrumentos

O material de apoio consistiu de duas versões de uma animação multimídia 3D com duração de 1 minuto e 26 segundos, descrevendo seis passos da manutenção e reparo de um dispositivo mecânico chamado Tomada de Força:

(1) Remova a esfera e o pino de mola. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria.

(2) Remova o *plug* NWD. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria.

(3) Remova o eixo louco. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria.

(4) Substitua o anel de vedação O-Ring.

(5) Remova a montagem do conjunto de engrenagens de entrada.

(6) Remova as arruelas e os rolamentos da engrenagem.

As tomadas de força são caixas de engrenagens mecânicas conectadas às caixas de transmissão de veículos pesados com o objetivo de transmitir potência do motor do veículo, por um eixo de rotação, para dispositivos auxiliares, normalmente uma bomba hidráulica. O fluxo hidráulico gerado pela bomba é então direcionado para cilindros e/ou motores hidráulicos para realizar trabalho. Em algumas aplicações, tais como geradores, compressores de ar, ventiladores pneumáticos, bombas de vácuo e bombas de transferência de líquidos, a tomada de força fornece energia, sob a forma de um eixo rotativo, diretamente para o dispositivo comandado. A animação incluiu textos exibidos na tela, descrevendo cada passo da animação, como ilustrado nas Figuras 8 a 13.

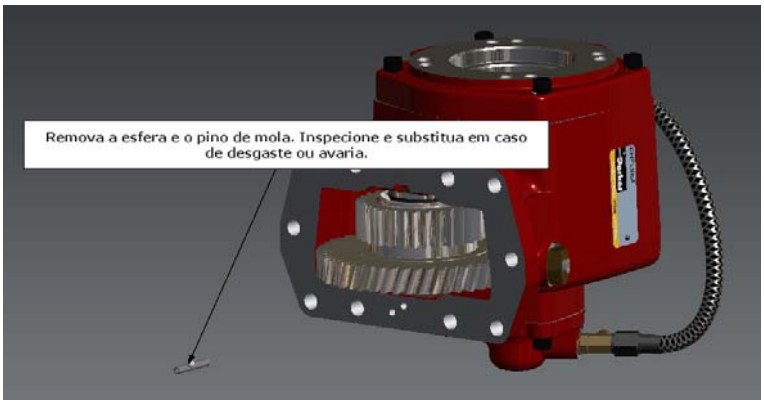


Figura 8: Remova a esfera e o pino de mola. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria.

Fonte: Elaboração própria.

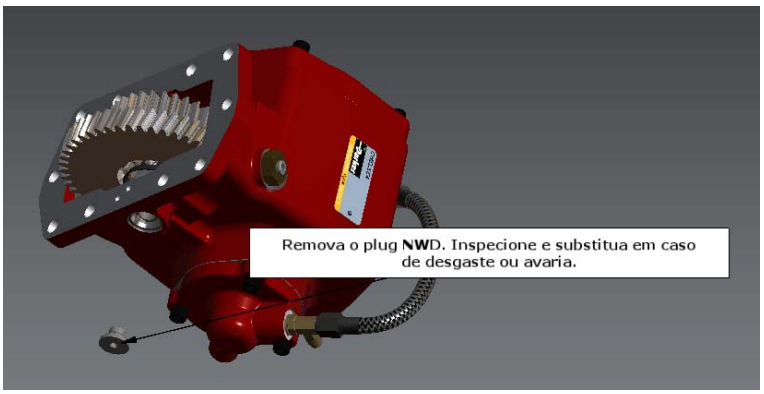


Figura 9: Remova o plug NWD. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria.

Fonte: Elaboração própria.

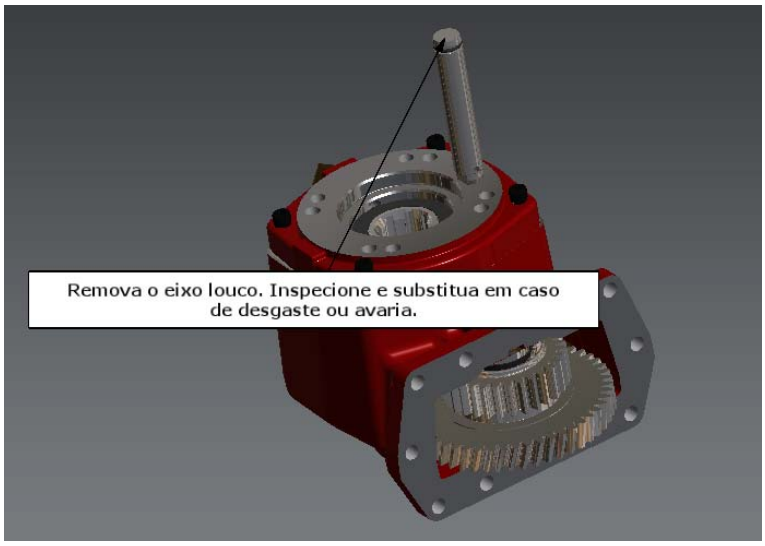


Figura 10: Remova o eixo louco. Inspecione e substitua em caso de desgaste ou avaria.

Fonte: Elaboração própria.

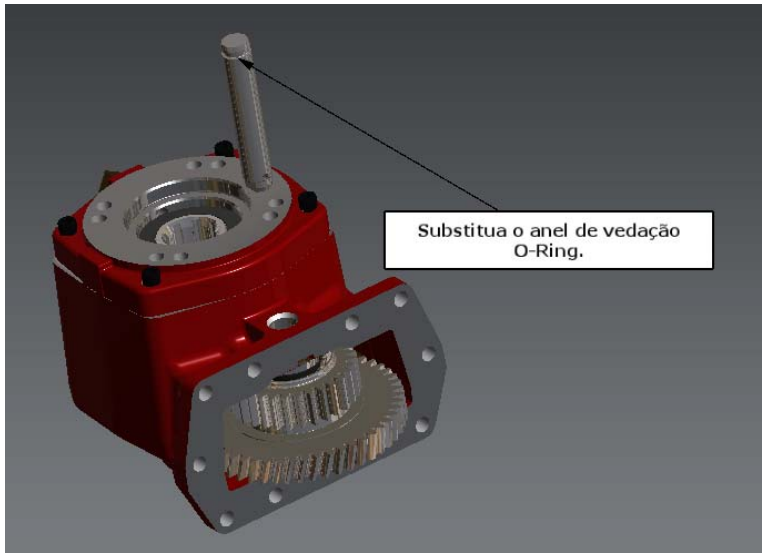


Figura 11: Substitua o anel de vedação O-Ring.

Fonte: Elaboração própria.

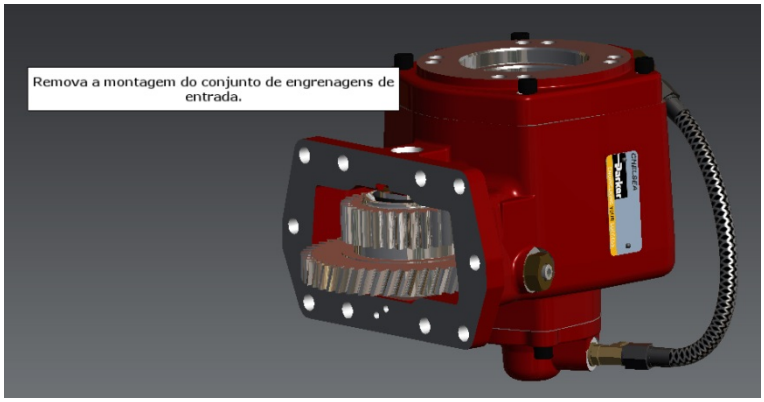


Figura 12: Remova a montagem do conjunto de engrenagens de entrada.

Fonte: Elaboração própria.

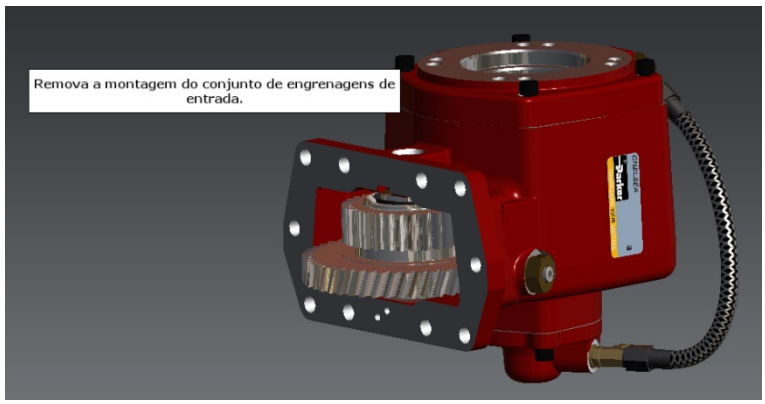


Figura 13: Remova as arruelas e os rolamentos da engrenagem.

Fonte: Elaboração própria.

A animação da lição foi criada com o *software* Autodesk Inventor Publisher 2013 e, em seguida, publicada em dois formatos de arquivo para utilização em *tablets* iPad®: o formato MP4, no qual os estudantes eram capazes de reproduzir, pausar, avançar e voltar à animação por meio de botões acionados por *touch screen* (lição de baixa interatividade), conforme ilustrado na Figura 14, e o formato IPM (Inventor Publisher Mobile), desenvolvido pela Autodesk Inc., no qual os estudantes podiam também tocar e deslizar um dedo na tela para rotacionar a animação 3D ou tocar a tela com dois dedos, abrindo-os ou fechando-os para ampliar ou reduzir a animação (lição de alta interatividade), conforme ilustrado nas Figuras 15 e 16.

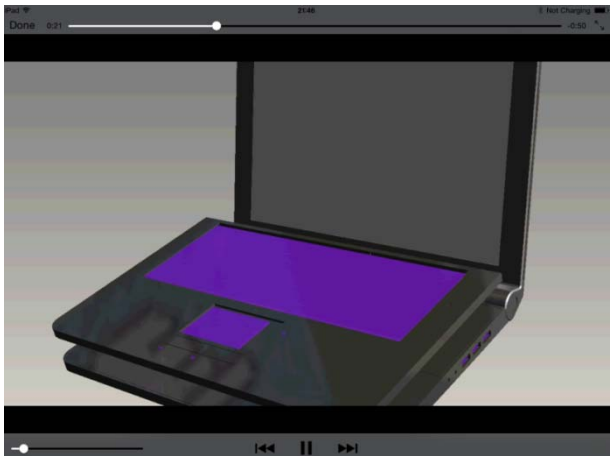


Figura 14: Exemplo de instrução para reproduzir, pausar, avançar e voltar a animação.

Figura 15: Exemplo de instrução para rotacionar a animação.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 16: Exemplo de instrução para ampliar a animação.
Fonte: Elaboração própria.

O material impresso consistiu de um Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas, um Questionário de Interesse Situacional e um Teste de Aprendizagem.

O Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas consistiu de uma única folha de papel (Apêndice A) em que se solicitava aos participantes que informassem idade e gênero e colocassem uma marca em uma escala Likert de sete pontos, variando de “discordo totalmente” (1) até “concordo totalmente” (7), para cada uma das dez declarações adaptadas da seção “Autorregulação Metacognitiva” (α de Cronbach = 0,79) do Questionário de Estratégias Motivadas para a Aprendizagem ou Motivated Strategies for Learning Questionaire – MSLQ (PINTRICH *et al.*, 1991), tais como:

- “Se o material de um curso é difícil de entender, eu mudo o modo de ler o material”.
- “Antes de estudar todo o material de um novo curso, eu o analiso superficialmente para ver como ele está organizado”.
- “Eu tento mudar o modo como estudo para me adaptar às exigências do curso e ao estilo de ensino do professor”.

O Questionário de Interesse Situacional consistiu de uma única folha de papel (Apêndice B) em que se solicitava aos participantes que colocassem uma marca em uma escala Likert de sete pontos, variando de “discordo totalmente” (1) até “concordo totalmente” (7), para cada uma das seis declarações adaptadas do “Levantamento de Interesse Situacional” (α de Cronbach = 0,86) ou Situated Interest Survey desenvolvido por Linnenbrink-Garcia *et al.* (2010), dentro da perspectiva teórica adotada neste trabalho sobre interesse (HIDI, SUZANNE, 2001; HIDI e HARACKIEWICZ, 2000; HIDI e RENNINGER, 2006; KRAPP, HIDI e RENNINGER, 1992; SCHRAW e LEHMAN, 2001), tais como:

- "A animação utilizada neste exercício é interessante".
- "A forma de interação com a animação prende a minha atenção".
- "Gosto dos recursos disponíveis para controlar a animação".

Este estudo adotou um método clássico e amplamente utilizado na psicologia cognitiva para medir o resultado de uma aprendizagem (MAYER, 2011): as questões de retenção, que focam na lembrança das informações apresentadas em uma lição, e as questões de transferência, que focam na compreensão do material instrucional e em como a nova aprendizagem pode ser aplicada em situações similares ou totalmente novas (HASKELL, 2001). O Teste de Aprendizagem consistiu de 4 questões de retenção (1 a 4) e 4 questões de transferência (5 a 8):

(1) “De que forma uma tomada de força transmite potência?” (Resposta: através de um eixo de rotação)

(2) “Qual foi a primeira ação apresentada no procedimento de manutenção?” (Resposta: remova a esfera e o pino de mola.)

(3) “Que ação deve ser realizada após a inspeção do eixo louco?” (Resposta: troca do O-ring)

(4) “Quantos rolamentos são exibidos ao final da instrução?” (Resposta: dois)

(5) “Dê um exemplo de aplicação prática de uma tomada de força para veículos estacionados” (Respostas possíveis: caminhões basculantes, caminhões caçamba)

(6) "Dê um exemplo de aplicação prática de uma tomada de força para veículos em movimento." (Respostas possíveis: caminhões de lixo, misturadores de concreto)

(7) "Dê um exemplo de fator a ser considerado ao selecionar uma tomada de força." (Respostas possíveis: a rotação desejada para o funcionamento do implemento, o torque necessário, a potência necessária) e

(8) "Dê um exemplo de fator que pode influenciar a velocidade de saída (rotações por minuto) de uma tomada de força." (Respostas possíveis: Velocidade do motor do veículo (RPM), relação de transmissão interna da tomada de força)

Neste experimento foram utilizados 40 computadores do tipo *tablet* iPad® 3 com tela de 9,7 polegadas (diagonal) retroiluminada por LED e 16 GB de memória.

4.3 Procedimento

O experimento foi conduzido em duas aulas distintas com 40 participantes em cada uma. As folhas dos questionários e do teste e os *tablets* foram etiquetados com códigos de identificação para garantir a correta atribuição dos resultados aos seus respectivos participantes e, ao mesmo tempo, manter o anonimato.

Inicialmente, o experimentador apresentou brevemente o experimento e explicou que a performance no estudo não seria considerada no cálculo da nota de nenhuma disciplina do curso. O experimentador distribuiu aleatoriamente entre os participantes os 20 *tablets* contendo os arquivos no formato MP4 (lição de baixa interatividade) e os 20 *tablets* contendo os arquivos no formato IPM (lição de alta interatividade), com cada computador acompanhado do Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas e de um envelope lacrado, contendo o Questionário de Interesse Situacional e o Teste de Aprendizagem.

Na sequência, o Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas, devidamente preenchido, foi recolhido e solicitou-se aos participantes que ligassem os seus *tablets*. Depois disso, o experimentador forneceu instruções sobre como interagir com o conteúdo multimídia, utilizando uma animação de exemplo e uma apresentação passo-a-passo em PowerPoint com 18 slides. Foram concedidos dois minutos para que os participantes pudessem utilizar a animação de exemplo e garantir que eles entendessem como utilizar os recursos de interatividade.

Na etapa seguinte, solicitou-se aos participantes que abrissem os seus arquivos multimídia, utilizando o aplicativo apropriado ("Vídeo" para o grupo de baixa interatividade e "Inventor Publisher Mobile Viewer" para o grupo de alta interatividade), a fim de estudar o conteúdo instrucional durante cinco minutos. Ao final dos cinco minutos, o experimentador solicitou aos participantes que desligassem os *tablets* e abrissem os envelopes lacrados contendo o Questionário de Interesse Situacional e o Teste de Aprendizagem. Foram concedidos dez minutos para que os participantes respondessem o questionário e o teste. Depois dos dez minutos, os *tablets*, questionários e testes foram recolhidos e o experimentador agradeceu aos estudantes por sua participação.

4.4 Resultados[1]

A soma das dez respostas do Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas, cada uma variando de "discordo totalmente" (1) até "concordo totalmente" (7), gerou uma pontuação de autorregulação de aprendizagem, com um máximo de 70 pontos (α de Cronbach = 0,41). Alunos com pontuação superior ao valor da mediana foram classificados como alunos de alta autorregulação da aprendizagem e os demais foram classificados como alunos de baixa autorregulação de aprendizagem.

A soma das seis respostas do Questionário e Interesse Situacional, cada uma variando de "discordo totalmente" (1) até "concordo totalmente" (7), gerou uma pontuação de interesse, com um máximo de 42 pontos (α de Cronbach = 0,82).

[1] Os resultados dos testes estatísticos do Experimento 1 são apresentados no Apêndice I.

A soma das respostas corretas (1 ponto cada, 0 ponto em caso contrário) para as 8 questões do Teste de Aprendizagem gerou uma pontuação de aprendizagem com um máximo de 8 pontos. Este teste foi corrigido por dois avaliadores e as diferenças resolvidas por consenso.

4.4.1 Os grupos diferiram nas características demográficas básicas?

O primeiro passo foi determinar se os grupos eram equivalentes em características demográficas básicas. Uma análise de variância (ANOVA) indicou que os grupos não diferiram significativamente (com $p > 0,05$) na média das idades conforme ilustrado na Figura 17.

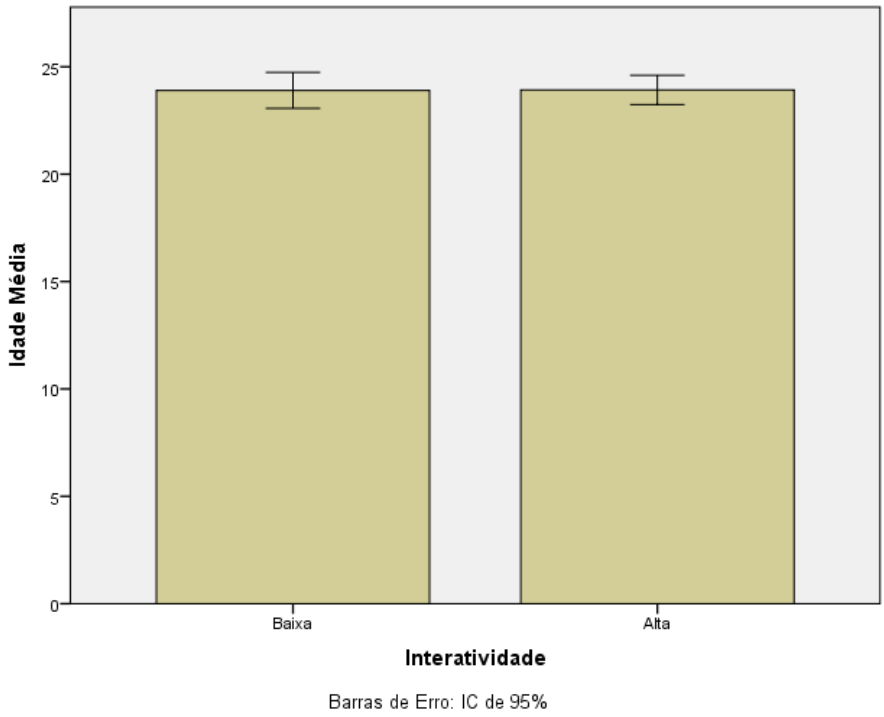


Figura 17: Idade Média dos Participantes do Experimento 1.
Fonte: Elaboração própria.

Um teste qui-quadrado (com $p > 0,05$) indicou que os grupos não diferiram significativamente na proporção de homens e mulheres conforme ilustrado na Figura 18. Concluiu-se que a distribuição aleatória criou grupos equivalentes em características demográficas básicas.

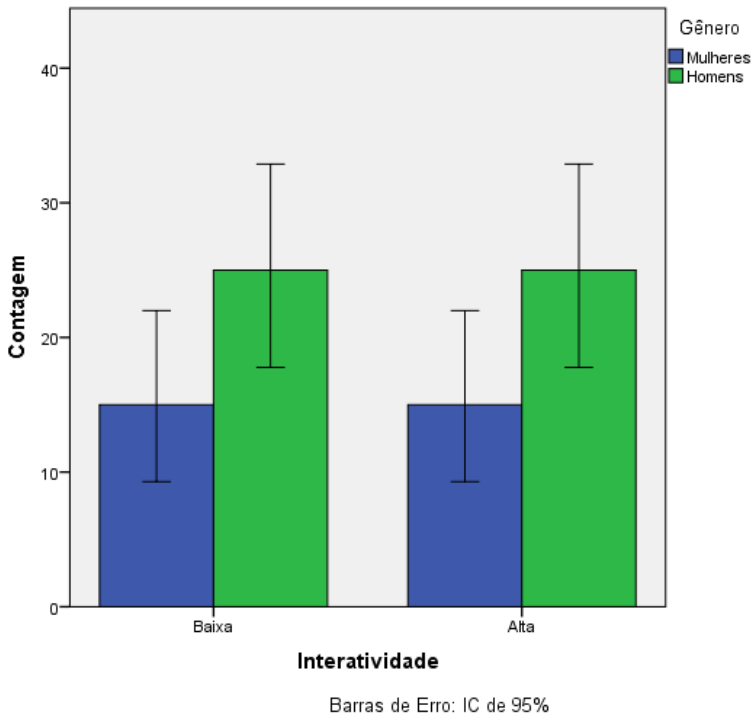


Figura 18: Proporção de Homens e Mulheres do Experimento 1.
Fonte: Elaboração própria.

4.4.2 A interatividade afeta o interesse dos alunos?

A primeira coluna da Tabela 1 apresenta a média das pontuações de interesse e respectivos desvios padrões de cada grupo. Uma ANOVA demonstrou que a média da pontuação do grupo de alta interatividade foi significativamente maior do que a do grupo de baixa interatividade, $F(1, 78) = 18{,}817$, $p < 0{,}001$ e tamanho de efeito d de Cohen (1988), $d = 1{,}00$.

Tabela 1: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Baixa Interatividade e de Alta Interatividade – Experimento 1

Grupo	Interesse		Aprendizagem	
	Média	*DP*	*Média*	*DP*
Baixa interatividade	5,55	1,05	3,38	1,56
Alta interatividade	6,40*	0,64	3,68	1,49

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Asterisco (*) indica diferença significativa ao nível de $p < 0,05$. Pontuação máxima de interesse é 7; pontuação máxima de aprendizagem é 8.

4.4.3 A interatividade afeta a aprendizagem dos alunos?

A segunda coluna da Tabela 1 apresenta a média das pontuações de aprendizagem e respectivos desvios padrões de cada grupo. Uma ANOVA demonstrou que a média da pontuação do grupo de alta interatividade não foi significativamente diferente do que a do grupo de baixa interatividade, $F(1, 78) = 0,771$, $p = 0,383$.

4.4.4 Análises Complementares

Como complemento, este estudo também analisou diferentes combinações dos fatores considerados no Experimento 1, que são apresentadas a seguir.

<u>Interatividade e Autorregulação</u>

A parte superior da Tabela 2 apresenta as médias e os respectivos desvios padrões das pontuações de interesse e as médias e respectivos desvios padrões das pontuações máximas de aprendizagem para os alunos com baixa autorregulação de aprendizagem, enquanto a parte inferior da Tabela 2 apresenta os mesmos dados para os alunos com alta autorregulação de aprendizagem.

Tabela 2: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Baixa Interatividade e de Alta Interatividade pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 1

Grupo	Interesse		Aprendizagem	
	Média	*DP*	*Média*	*DP*
Baixa Autorregulação				
Baixa interatividade	5,52	1,06	3,09	1,51
Alta interatividade	6,31	0,52	3,89	1,24
Alta Autorregulação				
Baixa interatividade	5,59	1,08	3,72	1,60
Alta interatividade	6,47	0,74	3,48	1,69

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Pontuação máxima de interesse é 7; pontuação máxima de aprendizagem é 8.

Uma ANOVA 2 × 2, tendo interatividade como primeiro fator (baixa e alta), autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta) e interesse como variável dependente, mostrou que a média da pontuação de interesse do grupo de alta autorregulação de aprendizagem não foi significativamente diferente do que a do grupo de baixa autorregulação de aprendizagem, $F(1, 76) = 0{,}339$, $p = 0{,}562$.

Uma ANOVA 2 × 2, tendo interatividade como primeiro fator (baixa e alta), autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta) e aprendizagem como variável dependente, demonstrou que a média da pontuação de aprendizagem do grupo de alta autorregulação de aprendizagem não foi significativamente diferente do que a do grupo de baixa autorregulação de aprendizagem, $F(1, 76) = 0{,}097$, $p = 0{,}756$.

Interesse e Autorregulação

A parte superior da Tabela 3 apresenta as médias e respectivos desvios padrões das pontuações máximas de aprendizagem para os alunos com baixa autorregulação de aprendizagem, enquanto a parte inferior da Tabela 3 apresenta os mesmos dados para os alunos com alta autorregulação de aprendizagem.

Tabela 3: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Baixo Interesse e de Alto Interesse pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 1

Grupo	Aprendizagem	
	Média	*DP*
Baixa Autorregulação		
Baixo interesse	3,57	1,56
Alto interesse	3,33	1,28
Alta Autorregulação		
Baixo interesse	3,41	1,37
Alto interesse	3,73	1,83

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Pontuação máxima de aprendizagem é 8.

Uma ANOVA 2 × 2, tendo interesse como primeiro fator (baixo e alto), autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta) e aprendizagem como variável dependente, demonstrou que a média da pontuação de aprendizagem do grupo de alta autorregulação de aprendizagem não foi significativamente diferente do que a do grupo de baixa autorregulação de aprendizagem, $F(1, 76) = 0,119$, $p = 0,731$.

Os resultados do Experimento 1 são apresentados no Quadro 11.

Hipótese	Resultado
H_1: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse dos alunos.	Suportada
H_2: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem dos alunos.	Não Suportada
H_3: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.	Não Suportada
H_4: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.	Não Suportada

Quadro 11: Resultados dos Testes de Hipóteses do Experimento 1.

Fonte: Elaboração própria.

5. REVISÃO DA LITERATURA – PARTE 2

O Experimento 1 mostrou que animações de dispositivos mecânicos resultaram em maior interesse, mas não em melhor aprendizagem dos alunos de Engenharia. Para ampliar o escopo deste estudo, optou-se por considerar um fator adicional que pode afetar a eficácia de ambientes de aprendizagem interativos: o estilo cognitivo dos alunos (HÖFFLER e SCHWARTZ, 2011; SCHEITER e GERJETS, 2007).

5.1 Estilos de Aprendizagem

O estilo cognitivo está relacionado a um princípio popular no meio educacional, segundo o qual alguns estudantes têm um estilo de aprendizagem visual (alunos visuais), isto é, aprendem melhor com o auxílio de imagens, e outros têm um estilo de aprendizagem verbal, ou seja, aprendem melhor com palavras e sons (alunos verbais). Trata-se do Princípio do Estilo de Aprendizagem, cuja ideia central é a de que as pessoas devem receber o método instrucional correspondente ao seu estilo de aprendizagem (MAYER, 2011).

As pesquisas sobre estilos de aprendizagem e suas formas de avaliação têm sido objeto de interesse crescente, em especial no campo da instrução multimídia, no qual a utilização de novas tecnologias de visualização faz com que diferenças individuais relacionadas às habilidades verbais e visuais dos indivíduos ganhem uma importância maior (LEUTNER e PLASS, 1998).

Apesar do forte apelo intuitivo pela ideia de que professores e conteúdos instrucionais devam dar mais atenção aos estilos de aprendizagem dos alunos, diagnosticando-os e encorajando os estudantes a refletir sobre os seus próprios estilos, existe uma série de problemas conceituais e empíricos relacionados ao tema (COFFIELD *et al.*, 2004). No caso dos estilos verbal e visual de aprendizagem, Leutner e Plass (1998) alertam para os problemas relacionados aos métodos empregados para a medição desta dimensão.

Mayer e Massa (2003) sugerem que o primeiro passo para a pesquisa das diferenças individuais na aprendizagem multimídia seja esclarecer a dimensão visualizador-verbalizador e definir meios econômicos para a sua medição. Os

autores testaram e validaram três facetas distintas desta dimensão, resumidas no Quadro 12, que permitem distinguir os alunos visuais dos alunos verbais: a habilidade cognitiva, que se refere às coisas que as pessoas são capazes de fazer; o estilo cognitivo, que se refere aos modos como as pessoas processam e representam a informação; e as preferências de aprendizagem, que se referem às formas como as pessoas gostam que as informações sejam apresentadas a elas.

Faceta	Tipos de Aluno	Definição
Habilidade Cognitiva	Alta habilidade espacial	Alta proficiência para criar, manter e manipular representações espaciais.
	Baixa habilidade espacial	Baixa proficiência para criar, manter e manipular representações espaciais.
Estilo Cognitivo	Visualizador	Emprega um modo visual de pensamento.
	Verbalizador	Emprega um modo verbal de pensamento.
Preferência de Aprendizagem	Visual	Prefere instruções envolvendo imagens.
	Verbal	Prefere instruções envolvendo palavras.

Quadro 12: Três Facetas da Dimensão Visualizador-Verbalizador.
Fonte: Adaptado de Mayer e Massa, 2003, p.838.

Apesar de confirmada a hipótese de que é possível utilizar instrumentos para distinguir visualizadores de verbalizadores (MASSA e MAYER, 2006), a busca na literatura tem revelado poucas e fragmentadas evidências que justificam a incorporação do conceito de estilo de aprendizagem nas práticas educacionais. Entretanto, considerando-se a lacuna de estudos metodologicamente sólidos sobre estilos de aprendizagem, seria um erro concluir que todas as possíveis versões de estilo de aprendizagem tenham sido testadas e descartadas; muitas simplesmente sequer foram testadas (PASHLER *et al.*, 2008).

Neste estudo aborda-se o possível efeito da preferência de aprendizagem que, apesar de ser um fator distinto da habilidade cognitiva e do estilo cognitivo (MAYER e MASSA, 2003), está relacionada a estes, pois as pessoas preferem utilizar as habilidades mentais e controles cognitivos com os quais estão mais aptas e familiarizadas (JONASSEN e GRABOWSKI, 1993, p. 5).

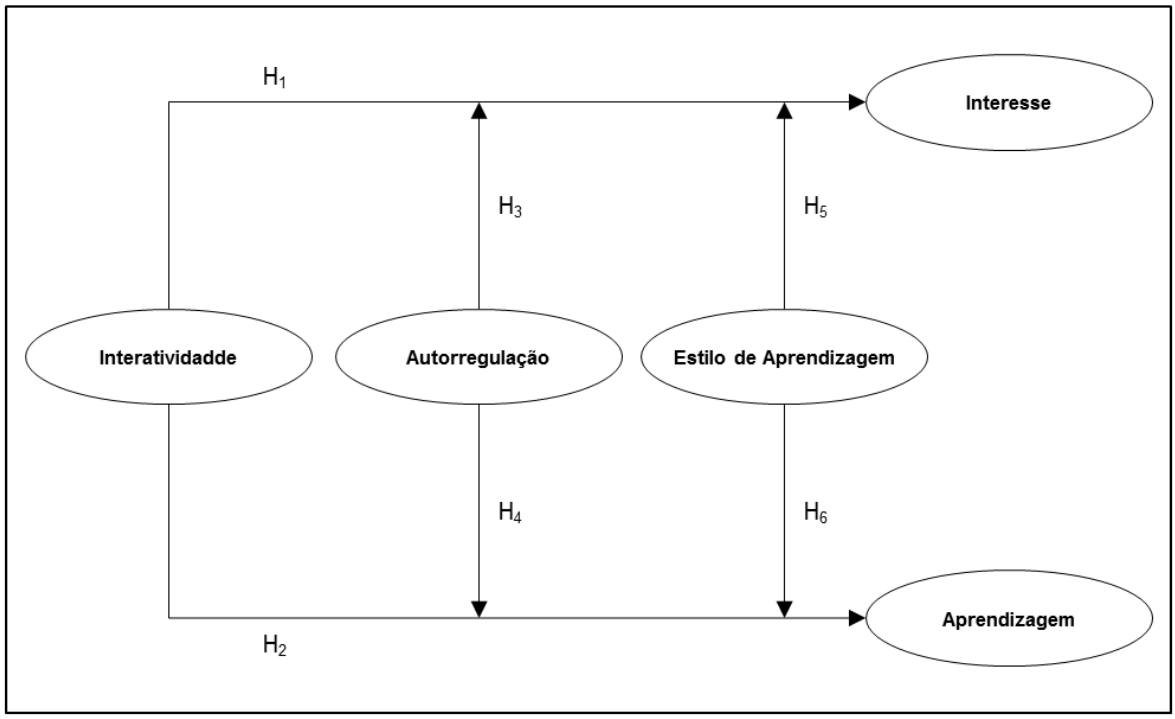
Apesar das evidências de que a habilidade espacial é um fator determinante de sucesso na aprendizagem, ao se utilizar animações em ambientes virtuais interativos (MÜNZER, 2012), Münzer, Seufert e Brünken (2009) apresentaram evidências de um efeito facilitador das animações (SCHNOTZ e RASCH, 2005) para indivíduos com baixa habilidade espacial, sugerindo que este efeito proporciona um verdadeiro apoio no processamento visual-espacial interno ao reduzir os recursos cognitivos necessários, que seriam a princípio mais bem administrados por indivíduos com alta habilidade espacial (MAYER e SIMS, 1994), e os liberar para atividades mais construtivas. Dessa forma, a adição de recursos de alta interatividade sobre uma animação, como rotação, ampliação e redução, pode representar uma forma de alinhamento de remediação (JONASSEN e GRABOWSKI, 1993, p. 36) para alunos verbais, compensando as suas carências de habilidades espaciais, mas, ao mesmo tempo, agregando pouco valor para os alunos visuais.

A partir destas premissas, este estudo propõe as seguintes hipóteses:

H_5: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos verbais quando comparados com alunos visuais.

H_6: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos verbais quando comparados com alunos visuais.

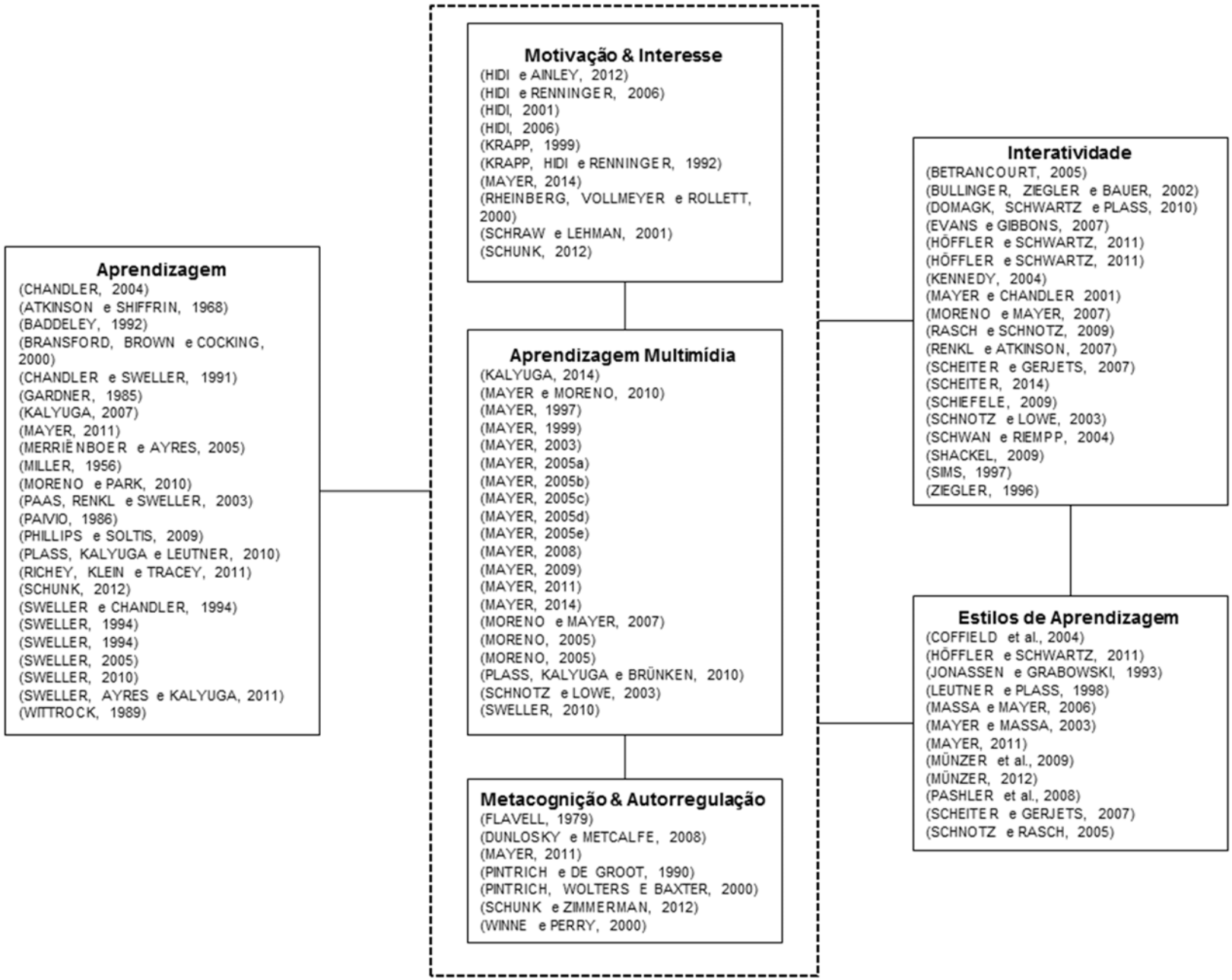
O Esquema 8 apresenta as hipóteses do Experimento 2.



Esquema 8: Representação das Hipóteses do Experimento 2.
Fonte: Elaboração própria.

Esta seção conclui a revisão da literatura deste estudo (Partes 1 e 2) que é ilustrada, de forma sintetizada, pelo Esquema 9.

Na seção seguinte, é apresentado o Experimento 2.



Esquema 9: Mapa da Revisão da Literatura.

Fonte: Elaboração própria.

6. EXPERIMENTO 2

O objetivo do Experimento 2 foi examinar os efeitos da interatividade na aprendizagem sobre dispositivos mecânicos em alunos de áreas de formação diferentes de Engenharia e, em particular, examinar se a adição de recursos de interatividade tem diferentes efeitos para alunos verbais quando comparados aos alunos visuais. A fim de ter um teste mais amplo sobre as hipóteses de que um maior nível de interatividade aumenta o interesse e melhora a aprendizagem, o Experimento 2 adicionou o grupo de nenhuma interatividade aos grupos de baixa interatividade e de alta interatividade utilizados no Experimento 1 e expandiu o Teste de Aprendizagem para obter uma medição de aprendizagem mais abrangente.

6.1 Participantes e Delineamento Experimental

Participaram deste experimento 68 estudantes (7 homens e 61 mulheres) de diversas áreas de formação, com exceção de Engenharia, recrutados pelo Departamento de Psicologia da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara, Estados Unidos. A idade média foi de 18,60 anos (*DP* = 0,80).

Em um primeiro estudo, empregou-se um delineamento fatorial entre sujeitos do tipo 3 × 2, tendo interatividade como primeiro fator (nenhuma, baixa e alta) e autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta). Vinte e quatro estudantes participaram do grupo de nenhuma interatividade, 20 estudantes participaram do grupo de baixa interatividade e 24 estudantes participaram do grupo de alta interatividade. Dentro do grupo de nenhuma interatividade, 14 estudantes foram classificados como tendo baixa autorregulação de aprendizagem e 10 como tendo alta nível de autorregulação. Dentro do grupo de baixa interatividade, 8 estudantes foram classificados como tendo baixa autorregulação de aprendizagem e 12 como tendo alta nível de autorregulação. Dentro do grupo de alta interatividade, 11 estudantes foram classificados como tendo baixa autorregulação de aprendizagem e 13 como tendo alta nível de autorregulação.

Em um segundo estudo, empregou-se um delineamento fatorial entre sujeitos do tipo 3 × 2, tendo interatividade como primeiro fator (nenhuma, baixa e alta) e estilo de

aprendizagem como segundo fator (verbal e visual). Vinte e quatro estudantes participaram do grupo de nenhuma interatividade, 20 estudantes participaram do grupo de baixa interatividade e 24 estudantes participaram do grupo de alta interatividade. Dentro do grupo de nenhuma interatividade, 9 estudantes foram classificados como verbalizadores e 15 como visualizadores. Dentro do grupo de baixa interatividade, 5 estudantes foram classificados como verbalizadores e 15 como visualizadores. Dentro do grupo de alta interatividade, 7 estudantes foram classificados como verbalizadores e 17 como visualizadores.

6.2 Material de Apoio e Instrumentos

O material baseado em computador consistiu das versões de baixa interatividade e de alta interatividade da lição de animação multimídia utilizada no Experimento 1 e de uma versão que não apresentava nenhum tipo de interatividade, na qual os estudantes podiam apenas assistir à animação de forma contínua e sem interrupção.

O material impresso consistiu de um Formulário de Consentimento, um Questionário de Participante, um Questionário de Interesse Situacional, um Questionário de Estilo de Aprendizagem e um Teste de Aprendizagem.

O Formulário de Consentimento Informado consistiu de uma única folha de papel (Apêndice C) que apresentava informações sobre o experimento e solicitava que os participantes que estivessem de acordo em participar o assinassem.

O Questionário de Participante consistiu de uma única folha de papel (Apêndice D) que solicitava aos participantes que informassem alguns dados demográficos e que colocassem uma marca em nove declarações como “Eu troquei o óleo de um carro” e “Eu troquei a arruela de uma torneira de pia” e ainda que escolhessem a alternativa que melhor descrevia as suas percepções para declarações como “Por favor, classifique o seu conhecimento de mecânica de carro” e “Por favor, classifique o seu conhecimento de como consertar máquinas e aparelhos domésticos”. As opções para estas duas últimas declarações eram alto, um pouco alto, médio, um pouco baixo e baixo.

O Questionário de Interesse Situacional foi o mesmo utilizado no Experimento 1, sendo apenas traduzido para a língua inglesa.

O Questionário de Estilo de Aprendizagem consistiu de uma única folha de papel (Apêndice E) em que se solicitava aos participantes que colocassem uma marca em uma escala Likert de sete pontos, variando de “discordo totalmente” (1) até “concordo totalmente” (7), para cada uma das duas declarações sobre as suas estratégias de aprendizagem: “Eu sou um estudante visual” e “Eu sou um estudante verbal”. Além disso, este questionário incluiu também as declarações do Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas utilizado no Experimento 1.

Para obter uma medição de aprendizagem mais ampla, o Teste de Aprendizagem do Experimento 2 incluiu, além das mesmas oito questões do Experimento 1:

(a) um teste de *recall* (memória) em uma única folha de papel, solicitando aos participantes “Por favor, escreva todas as informações que você consegue lembrar da lição”;

(b) duas questões de correspondência apresentadas em uma única folha de papel (Apêndice F), contendo duas imagens da tomada de força com uma flecha apontando para uma peça em cada uma delas e solicitando aos participantes “Por favor, escreva o nome de cada peça na caixa apropriada”; e

(c) um teste de ordenamento, também em uma única folha de papel (Apêndice G), contendo seis imagens capturadas da animação com as descrições de cada um dos seis passos do procedimento de manutenção juntamente com as instruções: “Por favor, escreva 1 na caixa próxima ao primeiro passo, 2 na caixa próxima ao segundo passo, e assim por diante, para indicar a ordem dos passos que foram apresentados durante a lição”.

Neste experimento foram utilizados 4 computadores do tipo *tablet* iPad® 3 com tela de 9,7 polegadas (diagonal) retroiluminada por LED e 16 GB de memória.

6.3 Procedimento

Os estudantes foram atribuídos aleatoriamente aos grupos de tratamento e testados em grupos de 1 a 4 participantes por sessão. O experimento foi realizado em um laboratório onde cada participante era acomodado em um cubículo individual, que incluia uma mesa e um *tablet* com a animação já carregada correspondente ao grupo de tratamento do estudante, isto é, nenhuma interatividade, baixa interatividade e alta interatividade.

Cada sessão tinha início com o experimentador explicando brevemente o experimento aos participantes e destacando que a performance no estudo não seria considerada no cálculo da nota de nenhuma disciplina dos seus cursos. Os participantes eram convidados a ler e assinar o Formulário de Consentimento Informado, caso eles concordassem em participar do experimento. Após assinar o Formulário de Consentimento, os participantes preenchiam o Questionário do Participante e, então, o experimentador fornecia instruções sobre como interagir com a animação, utilizando arquivo de exemplo e apresentações passo-a-passo em PowerPoint, como no Experimento 1. Os participantes tinham dois minutos para que pudessem trabalhar com os arquivos de exemplo e assegurar que eles entendessem como utilizar os recursos de interatividade. Depois disso, os participantes eram instruídos para carregar o arquivo da lição e estudá-la por 5 minutos, utilizando os recursos de interatividade disponíveis em seus grupos de tratamento.

Após estudar a lição por 5 minutos, os participantes eram instruídos a fechar a capa do *tablet* e o experimentador distribuía o teste de *recall* (memória), o qual os participantes tinham dois minutos para responder. Em seguida, o experimentador começava a distribuir as 8 questões (utilizadas no Experimento 1), uma de cada vez, dando aos participantes um minuto para responder cada uma. Finalmente, os participantes tinham um minuto para completar a folha com as questões de correspondência, que era coletada antes que o experimentador distribuísse o teste de ordenamento, o qual os participantes tinham dois minutos para completar.

Na última parte do experimento, os participantes preenchiam o Questionário de Interesse Situacional e o Questionário de Estilo de Aprendizagem em seus próprios

tempos. Ao final, o experimentador recolhia os materiais e agradecia aos estudantes pela participação.

6.4 Resultados[2]

As pontuações das oito questões do Teste de Aprendizagem bem como das dez respostas do Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas (α de Cronbach = 0,74) e das seis respostas do Questionário de Interesse Situacional (α de Cronbach = 0,87) foram calculadas da mesma forma que no Experimento 1. Também como no Experimento 1, os alunos que alcançaram, no Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas, pontuação superior ao valor da mediana, foram classificados como alunos de alta autorregulação de aprendizagem e os demais foram classificados como alunos de baixa autorregulação de aprendizagem.

Uma pontuação visualizador-verbalizador foi determinada subtraindo-se o valor atribuído para a aprendizagem verbal do valor atribuído para a aprendizagem visual, baseada no Questionário de Estilo de Aprendizagem, gerando valores de -6 a +6. Alunos com pontuações positivas foram classificados como “alunos visuais” e alunos com pontuação 0 ou negativa foram classificados como “alunos verbais”.

O teste de *recall* (memória) foi pontuado determinando-se o número de unidades de ideias principais, apresentadas no Apêndice H, que os participantes incluíram em suas respostas escritas, independentemente das palavras específicas empregadas, gerando uma pontuação de 0 a 30.

As duas questões de correspondência foram pontuadas determinando-se quantas peças foram corretamente nomeadas, gerando uma pontuação de 0 a 2.

O teste de ordenamento foi pontuado determinando-se o número de passos corretamente ordenados, gerando uma pontuação de 0 a 6.

Uma pontuação de Aprendizagem Geral foi determinada ao somar as pontuações do teste de aprendizagem, do teste de *recall* (memória), das duas questões de correspondência e do teste de ordenamento, gerando uma pontuação de 0 a 30.

[2] Os resultados dos testes estatísticos do Experimento 2 são apresentados no Apêndice J.

6.4.1 Os grupos diferiram nas características demográficas básicas?

Como no Experimento 1, o primeiro passo foi determinar se os grupos eram equivalentes em características demográficas básicas. Uma ANOVA indicou que os grupos não diferiram significativamente (com $p > 0,05$) na média das idades conforme ilustrado na Figura 19.

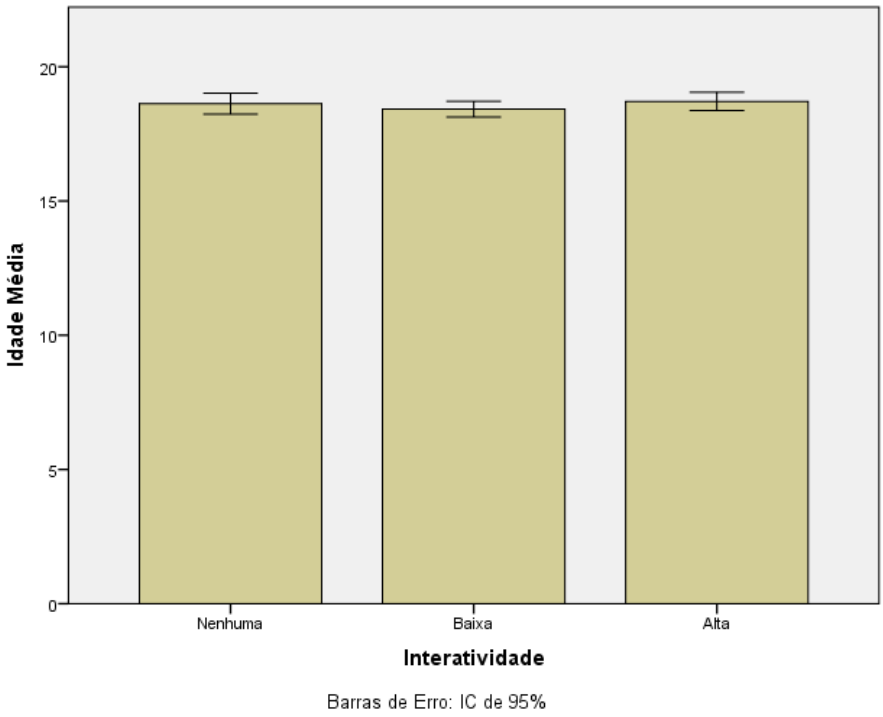


Figura 19: Idade Média dos Participantes do Experimento 2.
Fonte: Elaboração própria.

Um teste qui-quadrado (com $p > 0,05$) indicou que os grupos não diferiram significativamente na proporção de homens e mulheres conforme ilustrado na Figura 20. Concluiu-se que a distribuição aleatória criou grupos equivalentes em características demográficas básicas.

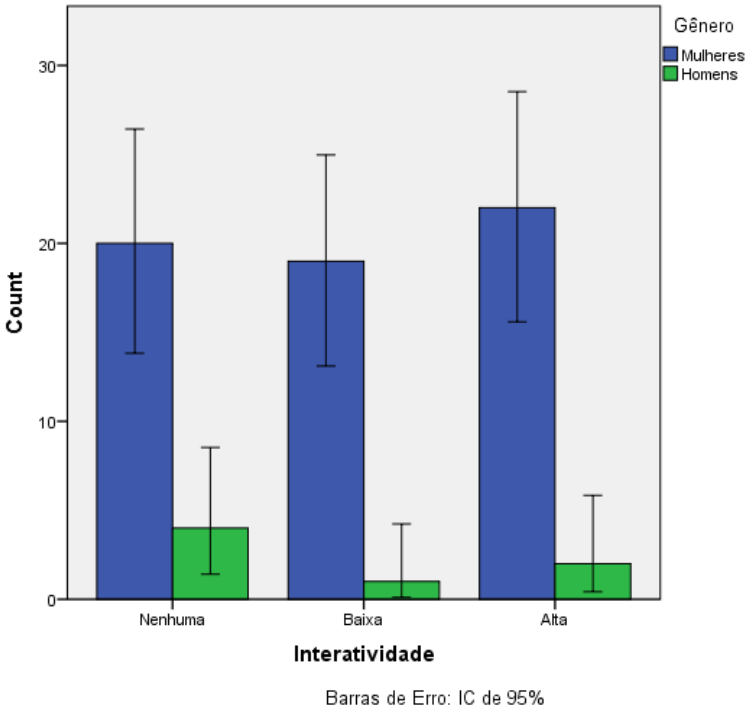


Figura 20: Proporção de Homens e Mulheres do Experimento 2.
Fonte: Elaboração própria.

6.4.2 A interatividade afeta o interesse dos alunos?

Como no Experimento 1, o primeiro objetivo deste estudo foi determinar se o nível de interatividade poderia afetar o interesse dos participantes. As colunas à esquerda da Tabela 4 apresentam a média das pontuações de interesse e respectivos desvios padrões para os três grupos de interatividade. Uma ANOVA baseada nestes dados mostrou que os grupos diferiram significativamente nos seus interesses reportados, $F(2, 65) = 3{,}877$, $p = 0{,}026$, com testes *post hoc* de Tukey ao nível de $p < 0{,}05$, indicando que o grupo de alta interatividade reportou um interesse significativamente maior do que o grupo de nenhuma interatividade.

Tabela 4: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e de Alta Interatividade – Experimento 2

Grupo	Interesse		Aprendizagem Geral	
	Média	*DP*	*Média*	*DP*
Nenhuma interatividade	4,38	1,51	12,21	6,99
Baixa interatividade	4,66	1,25	14,60	5,55
Alta interatividade	5,37*	1,02	12,38	5,87

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Asterisco (*) indica diferença significativa ao nível de $p < 0,05$. Pontuação máxima de interesse é 7; pontuação máxima de aprendizagem geral é 30.

6.4.3 A interatividade afeta a aprendizagem dos alunos?

O segundo objetivo do Experimento 2 foi determinar se o nível de interatividade afeta a aprendizagem. As colunas à direita da Tabela 4 apresentam a média das pontuações de aprendizagem geral e respectivos desvios padrões para os três grupos de interatividade. Como no Experimento 1, uma ANOVA não mostrou diferenças significativas entre os grupos para as médias das pontuações de aprendizagem, $F(2, 65) = 0,982$, $p = 0,380$ e, dessa forma, não há evidência para suportar a hipótese de que um maior nível de interatividade leva a uma melhor aprendizagem.

6.4.4 Análises Complementares

Como complemento, este estudo também analisou diferentes combinações dos fatores considerados no Experimento 2, que são apresentadas a seguir.

<u>Interatividade e Autorregulação</u>

A parte superior da Tabela 5 apresenta as médias e os respectivos desvios padrões das pontuações de interesse e as médias e respectivos desvios padrões das

pontuações de aprendizagem geral para os alunos com baixa autorregulação de aprendizagem, enquanto a parte inferior da Tabela 4 apresenta os mesmos dados para os alunos com alta autorregulação de aprendizagem.

Uma ANOVA, tendo interatividade como primeiro fator (nenhuma, baixa e alta), autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta) e interesse como variável dependente, mostrou que a média da pontuação de interesse do grupo de alta autorregulação de aprendizagem não foi significativamente diferente do que a do grupo de baixa autorregulação de aprendizagem, $F(1, 62) = 0{,}413$, $p = 0{,}523$.

Tabela 5: Pontuação Média do Interesse e da Aprendizagem para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e de Alta Interatividade pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 2

Grupo	Interesse		Aprendizagem Geral	
	Média	*DP*	*Média*	*DP*
Baixa Autorregulação				
Nenhuma interatividade	4,37	1,60	12,00	7,33
Baixa interatividade	4,27	1,25	12,63	7,67
Alta interatividade	5,40	1,06	10,38	5,28
Alta Autorregulação				
Nenhuma interatividade	4,39	1,45	12,56	6,80
Baixa interatividade	4,92	1,23	15,92	3,32
Alta interatividade	5,35	1,02	14,73	5,87

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Pontuação máxima de interesse é 7; pontuação máxima de aprendizagem geral é 8.

Uma ANOVA, tendo interatividade como primeiro fator (nenhuma, baixa e alta), autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta) e aprendizagem como variável dependente, demonstrou que a média da pontuação de aprendizagem do grupo de alta autorregulação de aprendizagem não foi significativamente diferente do que a do grupo de baixa autorregulação de aprendizagem, $F(1, 62) = 3{,}216$, $p = 0{,}078$.

Interatividade e Estilo de Aprendizagem

Uma questão nova e importante no Experimento 2 é se a interatividade tem diferentes efeitos entre alunos verbais e alunos visuais (baseada em autoavaliações). A parte superior da Tabela 6 apresenta a média das pontuações de interesse, com os seus respectivos desvios padrões, para os alunos verbais dos três grupos de interatividade, enquanto a parte inferior apresenta os mesmos resultados para os alunos visuais.

Uma ANOVA, tendo interatividade como primeiro fator (nenhuma, baixa e alta), estilo de aprendizagem como segundo fator (visual e verbal) e interesse como variável dependente, apresentou uma interação significativa entre interatividade e estilo de aprendizagem, $F(2, 62) = 4{,}439$, $p = 0{,}016$, na qual um maior nível de interatividade resultou em um interesse maior para alunos verbais, mas não para alunos visuais, conforme ilustrado nos Gráficos 1 e 2 .

Testes *post hoc* de efeitos principais simples, ao nível de $p < 0{,}05$, mostraram que o grupo de alta interatividade reportou um nível de interesse significativamente maior do que o grupo de nenhuma interatividade para os alunos verbais ($d = 1{,}82$), mas não para os alunos visuais ($d = 0{,}20$).

Tabela 6: Pontuação Média do Interesse para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e de Alta Interatividade pelo Estilo de Aprendizagem Verbal e Visual – Experimento 2

Grupo	Interesse	
	Média	*DP*
Estilo Verbal		
Nenhuma interatividade	3,15	1,32
Baixa interatividade	4,43	1,19
Alta interatividade	5,40*	1,15
Estilo Visual		
Nenhuma interatividade	5,11	1,10
Baixa interatividade	4,73	1,30
Alta interatividade	5,36	1,00

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Asterisco (*) indica diferença significativa ao nível de $p < 0,05$. Pontuação máxima de interesse é 7.

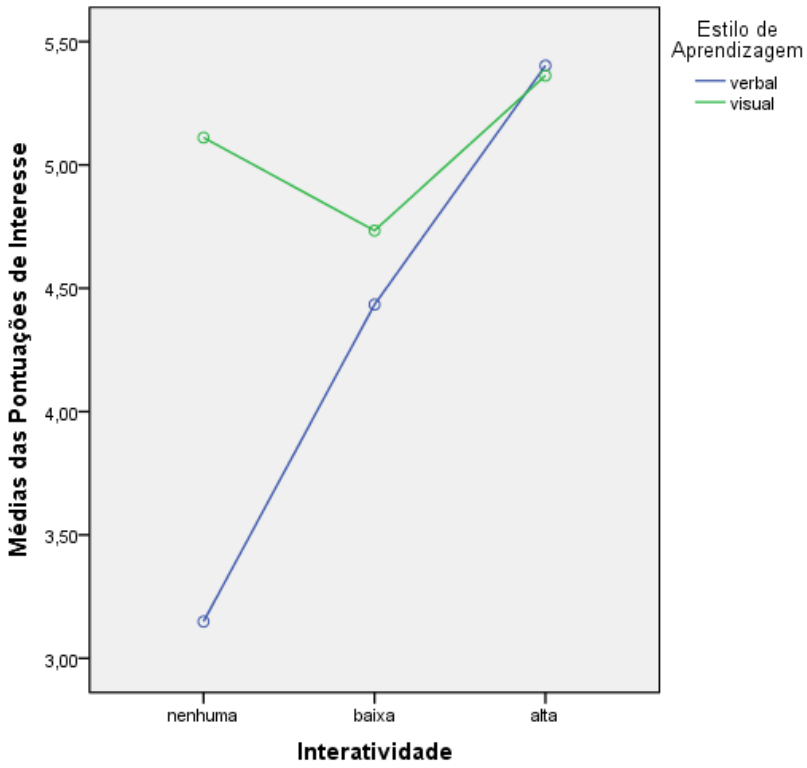


Gráfico 1: Médias das Pontuações de Interesse: Estilo de Aprendizagem *versus* Interatividade.

Fonte: Elaboração própria.

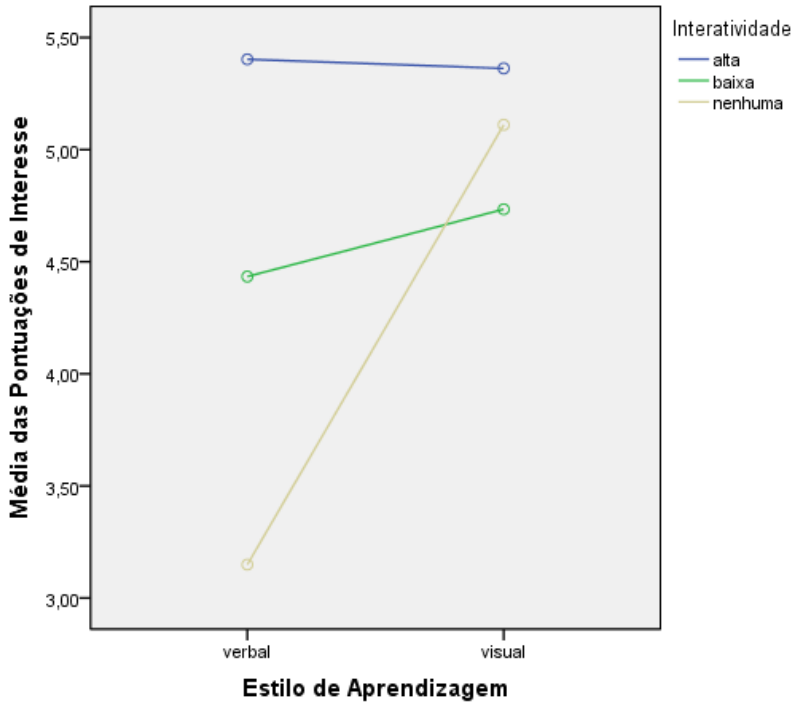


Gráfico 2: Médias das Pontuações de Interesse: Interatividade *versus* Estilo de Aprendizagem.

Fonte: Elaboração própria.

Além disso, houve um efeito principal significante do estilo de aprendizagem F(1, 62) = 5.642, *p* = .021, no qual alunos visuais (*M* = 5,08, *DP* = 1,14) relataram um interesse significativamente maior do que os alunos verbais (*M* = 4,21, *DP* = 1,55); e um efeito principal significante da interatividade, F(2, 62) = 6,184, *p* = 0,004, no qual maior interatividade levou a um maior interesse, como mostrado na Tabela 6.

A parte superior da Tabela 7 apresenta a média das pontuações da aprendizagem geral, com os seus respectivos desvios padrões, para os alunos verbais dos três grupos de interatividade, enquanto a parte inferior apresenta os mesmos resultados para os alunos visuais.

Uma ANOVA, tendo interatividade como primeiro fator (nenhuma, baixa e alta), estilo de aprendizagem como segundo fator (visual e verbal) e aprendizagem geral como variável dependente, produziu uma interação significativa entre interatividade e estilo de aprendizagem, F(2, 62) = 6,058, *p* = 0,004, na qual um maior nível de interatividade resultou em uma pontuação maior da aprendizagem para alunos verbais, mas não para alunos visuais, conforme ilustrado nos Gráficos 3 e 4.

Testes *post hoc* de efeitos principais simples, ao nível de $p < 0,05$, mostraram que o grupo de alta interatividade alcançou uma pontuação de aprendizagem significativamente maior do que o grupo de nenhuma interatividade para os alunos verbais (*d* = 1,23), mas não para os alunos visuais (*d* = 0,73), assim como o grupo de baixa interatividade alcançou uma pontuação de aprendizagem significativamente maior do que o grupo de nenhuma interatividade para os alunos verbais (*d* = 1,77), mas não para os alunos visuais (*d* = 0,19). Além disso, não houve um efeito principal significante do estilo de aprendizagem, F(1, 62) = 2,308, *p* = 0,134, ou da interatividade, F(2, 62) = 1,785, *p* = 0,176.

Tabela 7: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Nenhuma Interatividade, Baixa Interatividade e Alta Interatividade pelo Estilo de Aprendizagem Verbal e Visual – Experimento 2

Grupo	Aprendizagem Geral	
	Média	*DP*
<u>Estilo Verbal</u>		
Nenhuma interatividade	6,44	5,59
Baixa interatividade	14,60	3,65
Alta interatividade	14,00*	6,73
<u>Estilo Visual</u>		
Nenhuma interatividade	15,67	5,31
Baixa interatividade	14,60	6,16
Alta interatividade	11,71	5,55

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Asterisco (*) indica diferença significativa ao nível de $p < 0,05$. Pontuação máxima de aprendizagem geral é 30.

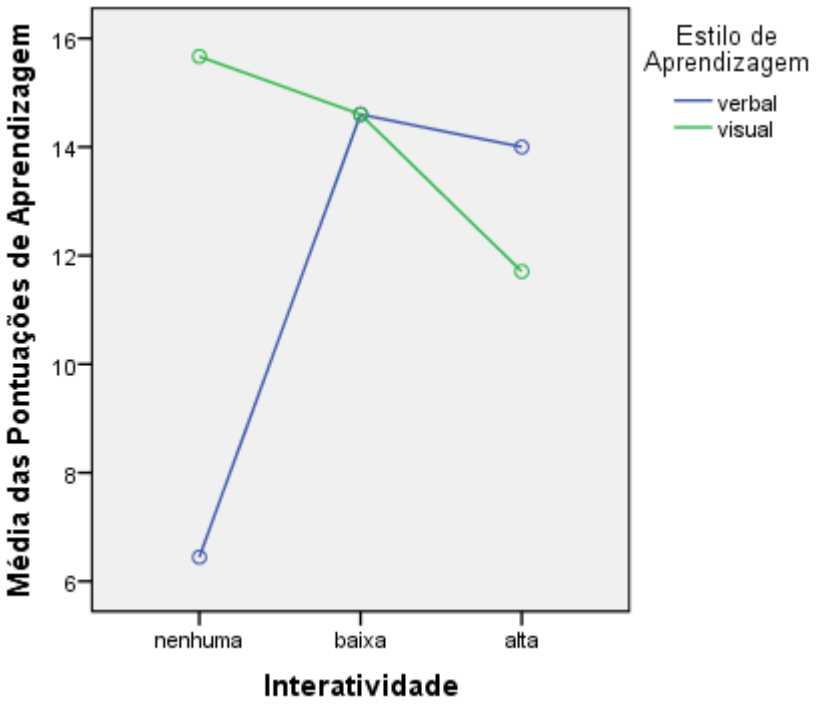


Gráfico 3: Médias das Pontuações de Aprendizagem: Estilo de Aprendizagem *versus* Interatividade.

Fonte: Elaboração própria.

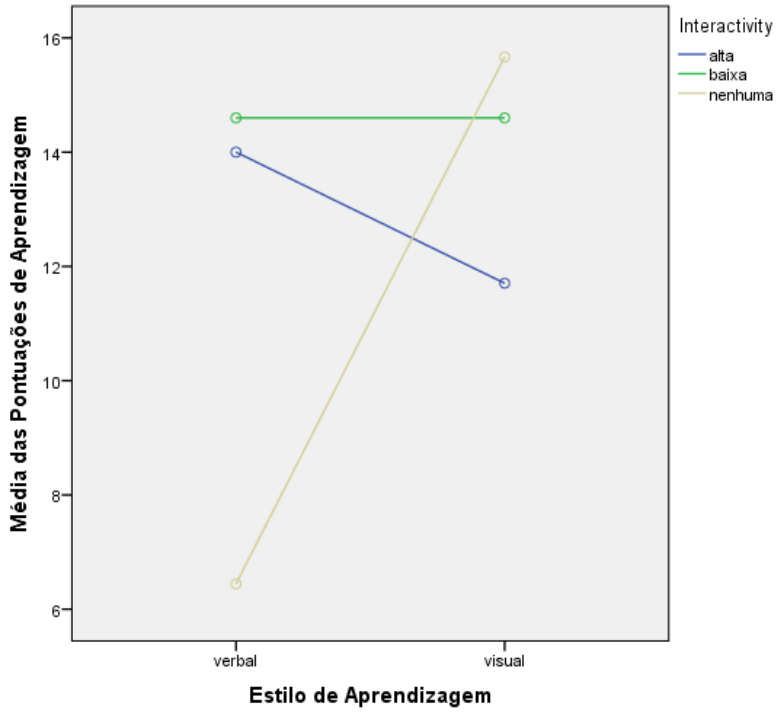


Gráfico 4: Médias das Pontuações de Aprendizagem: Interatividade *versus* Estilo de Aprendizagem.
Fonte: Elaboração própria.

Interesse e Autorregulação

A parte superior da Tabela 8 apresenta as médias e respectivos desvios padrões das pontuações máximas de aprendizagem geral para os alunos com baixa autorregulação de aprendizagem, enquanto a parte inferior da Tabela 8 apresenta os mesmos dados para os alunos com alta autorregulação de aprendizagem.

Uma ANOVA 2 × 2, tendo interesse como primeiro fator (baixo e alto), autorregulação de aprendizagem como segundo fator (baixa e alta) e aprendizagem como variável dependente, apresentou uma interação significativa entre autorregulação e interesse, $F(2, 62) = 6{,}906$, $p = 0{,}011$, na qual um maior nível de interesse resultou em uma pontuação maior da aprendizagem geral para alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem, mas não para alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem, conforme ilustrado no Gráfico 5.

Tabela 8: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Baixo Interesse e de Alto Interesse pelo Nível de Autorregulação de Aprendizagem – Experimento 2

Grupo	Aprendizagem Geral	
	Média	*DP*
<u>Baixa Autorregulação</u>		
Baixo interesse	8,17	6,43
Alto interesse	14,94*	5,37
<u>Alta Autorregulação</u>		
Baixo interesse	14,75	6,31
Alto interesse	14,38	4,44

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Asterisco (*) indica diferença significativa ao nível de $p < 0,05$. Pontuação máxima de aprendizagem geral é 30.

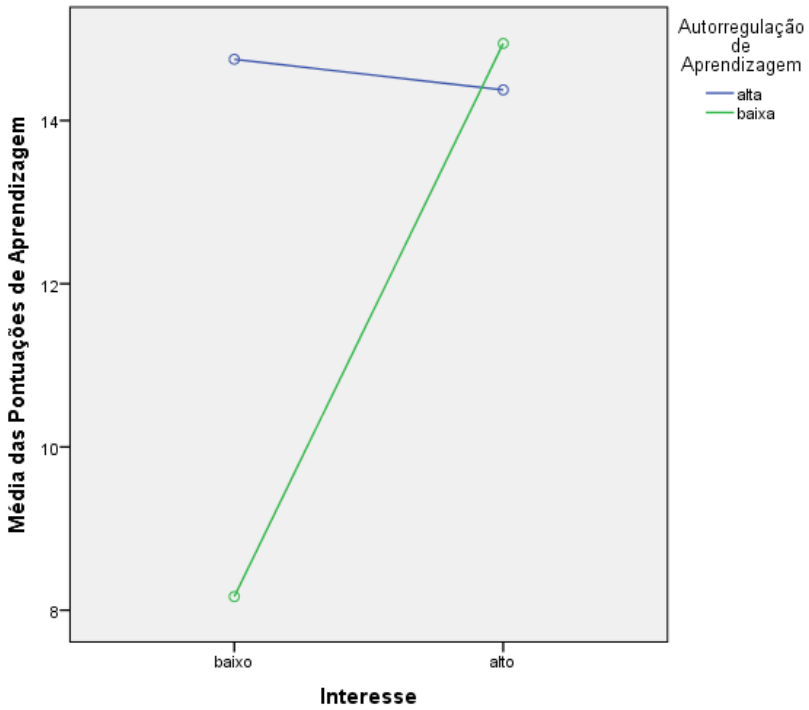


Gráfico 5: Médias das Pontuações de Aprendizagem: Autorregulação de Aprendizagem *versus* Interesse.

Fonte: Elaboração própria.

Além disso, houve um efeito principal significante do nível de autorregulação de aprendizagem F(1, 64) = 4.882, *p* = .031, no qual alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem (*M* = 14,56, *DP* = 5,37) obtiveram uma média de pontuação de aprendizagem geral significativamente maior do que os alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem (*M* = 11,56, *DP* = 6,61); e um efeito principal significante do interesse, F(1, 64) = 5,533, *p* = 0,022, no qual maior interesse levou a uma maior média de pontuação de aprendizagem, como mostrado na Tabela 8.

Interesse e Estilo de Aprendizagem

A parte superior da Tabela 9 apresenta as médias e respectivos desvios padrões das pontuações máximas de aprendizagem geral para os alunos verbais, enquanto a parte inferior da Tabela 8 apresenta os mesmos dados para os alunos visuais.

Uma ANOVA 2 × 2, tendo interesse como primeiro fator (baixo e alto), estilo de aprendizagem como segundo fator (verbal e visual) e aprendizagem geral como variável dependente, apresentou um efeito principal significante do interesse, F(1, 64) = 6,412, *p* = 0,014, no qual maior interesse resultou em uma maior média de pontuação de aprendizagem para alunos verbais, mas não para alunos visuais, como mostrado na Tabela 9.

Tabela 9: Pontuação Média da Aprendizagem para os Grupos de Baixo Interesse e de Alto Interesse pelo Estilo de Aprendizagem Verbal e Visual – Experimento 2

Grupo	Aprendizagem Geral	
	Média	*DP*
Estilo Verbal		
Baixo interesse	8,64	6,55
Alto interesse	15,43*	4,43
Estilo Visual		
Baixo interesse	13,10	7,06
Alto interesse	14,48	4,76

Fonte: Elaboração própria.
Nota: Asterisco (*) indica diferença significativa ao nível de $p < 0,05$. Pontuação máxima de aprendizagem geral é 30.

Os resultados do Experimento 2 são apresentados no Quadro 13.

Hipótese	Resultado
H_1: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse dos alunos.	Suportada
H_2: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem dos alunos.	Não Suportada
H_3: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.	Não Suportada
H_4: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.	Não Suportada
H_5: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos verbais quando comparados com alunos visuais.	Suportada
H_6: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos verbais quando comparados com alunos visuais.	Suportada

Quadro 13: Resultados dos Testes de Hipóteses do Experimento 2.

Fonte: Elaboração própria.

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No Experimento 1 (com alunos de Engenharia) e no Experimento 2 (com alunos de outras áreas), o aumento do nível de interatividade, com um conteúdo instrucional multimídia baseado em *tablet*, resultou em um maior interesse, mas não em uma melhor aprendizagem, independentemente do nível de autorregulação de aprendizagem dos alunos. No Experimento 2, as lições com maior nível de interatividade levaram a um maior interesse e melhor aprendizagem para os alunos verbais, mas não para os alunos visuais. Também no Experimento 2, o aumento do interesse levou a uma melhor aprendizagem para os alunos verbais e para os alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem. O Quadro 14 apresenta os resultados dos testes de hipóteses deste estudo.

Hipótese	Experimento 1	Experimento 2
H_1: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse dos alunos.	Suportada	Suportada
H_2: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem dos alunos.	Não Suportada	Não Suportada
H_3: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.	Não Suportada	Não Suportada
H_4: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos com alto nível de autorregulação de aprendizagem quando comparados com alunos com baixo nível de autorregulação de aprendizagem.	Não Suportada	Não Suportada
H_5: Um maior nível de interatividade aumenta o interesse de alunos verbais quando comparados com alunos visuais.	-	Suportada
H_6: Um maior nível de interatividade melhora a aprendizagem de alunos verbais quando comparados com alunos visuais.	-	Suportada

Quadro 14: Resultados dos Testes de Hipóteses dos Experimentos 1 e 2.

Fonte: Elaboração própria.

As hipóteses deste estudo foram propostas para verificar o possível efeito da interatividade sobre o interesse e a aprendizagem dos alunos. Conforme previsto, os experimentos constataram o efeito da interatividade sobre o interesse, mas, ao contrário do que era esperado pela revisão da literatura, não se encontrou evidências da influência direta da interatividade sobre a aprendizagem, exceto para um subgrupo de alunos em função do seu estilo de aprendizagem (alunos verbais).

Efeito da interatividade sobre o interesse

Os experimentos 1 e 2 apresentam um padrão de resultados consistente e que suporta a hipótese H1 de que maiores níveis de interatividade geram maior interesse do que baixa interatividade ou nenhuma interatividade, em especial para alunos verbais, conforme previsto por Jonassen e Grabowski (1993), suportando também a hipótese H5. Estes resultados sugerem que o maior nível de interesse dos participantes, cujas lições foram apresentadas com alto nível de interatividade, pode ser explicado pela ocorrência da interatividade cognitiva, ou seja, o conteúdo instrucional multimídia da lição foi interativo em um nível cognitivo, em vez de em um nível funcional, conforme proposto por Kennedy (2004) e Schiefele (2009).

Entretanto, nos dois experimentos realizados não foram encontradas evidências que permitam concluir que a autorregulação da aprendizagem dos participantes tenha um papel significante em ambientes de aprendizagem multimídia interativos, já que as diferenças das médias das pontuações de interesse entre os diferentes grupos de interatividade não foram significativas, não suportando a hipótese H_3 e gerando dúvidas sobre o papel da autorregulação da aprendizagem na promoção do interesse nestes ambientes. É importante destacar que o resultado do teste de confiabilidade do Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas aplicado no Experimento 1 levanta questionamentos sobre a sua eficácia deste instrumento.

Efeito da interatividade sobre a aprendizagem

Um dos princípios para o projeto de materiais instrucionais, em ambientes de aprendizagem interativos multimodais, sugere que a adição de interatividade, na forma de controle do ritmo da apresentação do material instrucional, melhora a aprendizagem, já que este controle permite que os alunos processem quantidades menores de informação na memória de trabalho (MORENO e MAYER, 2007). Mayer

e Chandler (2001), por exemplo, observaram que uma informação sobre o funcionamento de um determinado sistema apresentada na forma de animação é mais bem compreendida quando os alunos podem controlar o ritmo da apresentação ao pressionar o botão "*Play*". Apesar de outros trabalhos como os de Mayer *et al.* (2003) e Moreno (2007) apresentarem resultados parecidos, Scheiter (2014) alerta para a falta de evidências convincentes quando se utilizam formas mais sofisticadas de controle por parte dos alunos. Este estudo buscou verificar este mesmo padrão de melhoria da aprendizagem em lições com níveis mais altos de interatividade não empregados em trabalhos anteriores.

No Experimento 1, embora os estudantes de Engenharia tenham demonstrado maior interesse pela lição com alta interatividade do que pela lição com baixa interatividade, eles não aprenderam mais em função disso.

Da mesma forma que no Experimento 1, os resultados do Experimento 2 mostram que os estudantes gostam mais de alta interatividade do que de baixa interatividade, mas não aprendem melhor em função disso. Portanto, uma contribuição importante do Experimento 2 é que ele replica o padrão de resultados do Experimento 1 com medições de aprendizagem mais amplas e com alunos de áreas diferentes de Engenharia. Estes resultados não suportam a hipótese H_2 de que maiores níveis de interatividade melhoram a aprendizagem em relação à baixa interatividade ou nenhuma interatividade.

Deve-se observar, entretanto, que este estudo apresenta uma nova e importante contribuição ao identificar que o aumento da interatividade também melhorou a aprendizagem dos alunos verbais, embora isto não tenha ocorrido com os alunos visuais, que não demonstraram melhor aprendizagem em função do aumento do nível de interatividade. Estes resultados suportam a hipótese H_6 e corroboram a ideia de efeito de remediação de Jonassen e Grabowski (1993), na medida em que os alunos verbais utilizaram recursos externos para rotacionar, ampliar ou reduzir o modelo 3D do dispositivo mecânico apresentado nas lições, enquanto os alunos visuais foram capazes de manipular o mesmo modelo mentalmente. Esta linha de raciocínio é também análoga à de Rasch e Schnotz (2009), pela qual, em algumas situações, as animações interativas possibilitam que alunos executem processos cognitivos com suporte externo, que de outra forma seria impossível para eles, ou

simplesmente facilitam um processo que exigiria uma grande capacidade de memória de trabalho e seria, portanto, muito difícil.

Um resultado intrigante obtido nos dois experimentos aponta para a falta de evidências de que o nível de interatividade empregado em uma lição tenha efeito diferente sobre a aprendizagem dos alunos em função dos seus níveis de autorregulação de aprendizagem, não suportando a hipótese H_4.

Este resultado contraria o Modelo de Interação Cognitiva (KENNEDY, 2004), que sugere a melhoria da aprendizagem como consequência dos processos cognitivos estimulados pela interatividade. Dessa forma, como explicar por meio deste modelo que os processos cognitivos promoveram o interesse, mas não levaram a uma melhoria da aprendizagem? Ao analisar os possíveis efeitos do interesse sobre a autorregulação da aprendizagem e o estilo de aprendizagem dos alunos, este estudo identificou uma melhoria significativa da aprendizagem tanto para os alunos com baixa autorregulação de aprendizagem como para os alunos verbais.

Dessa forma, este estudo traz uma nova e importante contribuição para auxiliar na compreensão dos fatores envolvidos em um ambiente de aprendizagem multimídia e sugere uma investigação mais detalhada para verificar a melhoria da aprendizagem como uma possível consequência que o interesse pode proporcionar aos alunos, ao considerar os seus estilos de aprendizagem e nível de autorregulação de aprendizagem quando se oferece níveis maiores de interatividade.

8. CONCLUSÕES

O lançamento de novas tecnologias é um fenômeno que ocorre com velocidade crescente. A evolução da tecnologia 3D digital e o advento dos computadores do tipo *tablet*, por exemplo, sugerem uma nova onda tecnológica capaz de empreender profundas mudanças na vida das pessoas. Para fins educacionais, a adoção de novas tecnologias deveria, a princípio, ser submetida a rigorosos estudos empíricos capazes de testar os reais efeitos que elas podem causar nos processos cognitivos dos alunos e, consequentemente, na sua aprendizagem.

Este trabalho teve como proposta inicial analisar os possíveis benefícios proporcionados pela adoção destas tecnologias por empresas no treinamento dos seus colaboradores.

O início da revisão da literatura deixou claro que a melhoria da qualidade da aprendizagem das pessoas encontra nos seus processos cognitivos a chave para um aprendizado significativo e não nas tecnologias em si, sejam elas, no caso da Tecnologia de Informação, provenientes de inovações de *software* ou *hardware*. Dessa forma, ficou clara a importância do desenvolvimento de um estudo capaz de integrar os conhecimentos da TI com aqueles provenientes da Psicologia Cognitiva.

As discussões atuais e em nível global sobre o emprego de computadores do tipo *tablet*, pelas instituições de ensino, levaram este trabalho a rever o seu escopo original, ao considerar os possíveis efeitos destas tecnologias sobre os processos cognitivos dos alunos de uma maneira geral, estimulados pelas novas formas de interatividade disponíveis.

Estabelecendo, como ponto de partida, uma análise dos possíveis efeitos da interatividade sobre o interesse e a aprendizagem, este estudo realizou um experimento com alunos de nível superior de um curso de Engenharia utilizando um conteúdo instrucional multimídia que abordava alguns passos da manutenção de um dispositivo mecânico.

Os resultados do experimento confirmaram o aumento do interesse dos alunos baseado no aumento do nível de interatividade; entretanto, ao contrário do previsto pela revisão da literatura, não houve uma melhoria da aprendizagem dos alunos que

estudaram o conteúdo instrucional com mais recursos de interatividade. Outro resultado inesperado foi a ausência de qualquer efeito do nível de autorregulação de aprendizagem dos alunos em ambientes de aprendizagem multimídia interativos tanto na promoção do interesse como na melhoria da aprendizagem.

A falta de dados capazes de explicar as hipóteses não suportadas neste experimento levou à realização de um segundo experimento que incluiu um grupo de controle sem acesso a qualquer tipo de interatividade e levantou dados para identificar o estilo de aprendizagem dos alunos, além de aumentar a quantidade de testes para mensurar a aprendizagem alcançada. Este novo experimento utilizou o mesmo conteúdo instrucional do primeiro experimento mas, desta vez, aplicado a alunos de nível superior de cursos diferentes de Engenharia.

Como no primeiro experimento, verificou-se o efeito da interatividade sobre o interesse dos alunos e, mais uma vez, não se constatou diferença significativa entre os grupos de interatividade na aprendizagem dos alunos. Não houve também nenhum efeito do nível de autorregulação de aprendizagem dos alunos, em ambientes de aprendizagem multimídia interativos, capaz de afetar o interesse e a aprendizagem desses alunos.

Este novo experimento, entretanto, forneceu dados importantes que podem ajudar a explicar as hipóteses não suportadas neste estudo.

O primeiro achado relevante foi a constatação do efeito do nível de interatividade sobre o estilo de aprendizagem tanto na promoção do interesse como na melhoria da aprendizagem dos alunos verbais. Estes alunos provavelmente encontraram, com a maior interatividade, meios para explorar o modelo 3D da lição que, de outra forma, seria muito difícil para eles e isto pode explicar tanto o aumento do seu interesse como da melhoria da sua aprendizagem.

Uma pergunta continuava sem resposta: por que a autorregulação da aprendizagem, ao contrário do previsto pela literatura, não tinha nenhum efeito, em ambientes de aprendizagem multimídia interativos, na promoção do interesse nem na melhoria da aprendizagem dos alunos?

Análises complementares, realizadas sob uma nova perspectiva, resultaram em achados importantes que podem ajudar a responder esta pergunta.

Inicialmente, verificou-se que os participantes do segundo experimento com maior nível de interesse alcançaram efetivamente melhores resultados nos testes de aprendizagem do que os alunos menos interessados. A partir desta constatação, este estudo decidiu investigar o possível efeito do interesse sobre o nível de autorregulação de aprendizagem e o estilo de aprendizagem dos alunos nos resultados dos testes de aprendizagem.

Análises de variância revelaram que, entre os alunos com baixo nível de autorregulação, aqueles que tiveram aumento do interesse durante a lição alcançaram resultados significativamente melhores de aprendizagem do que os menos interessados. Entre os alunos verbais, aqueles que tiveram aumento do interesse durante a lição alcançaram resultados significativamente melhores de aprendizagem do que os menos interessados.

Dessa forma, surgem evidências que permitem sugerir um possível efeito benéfico da interatividade sobre a aprendizagem dos alunos pelo aumento do interesse que ela demonstra ser capaz de promover tanto em alunos verbais como nos alunos com baixo nível de autorregulação.

Uma última pergunta continuava sem resposta: por que os alunos do primeiro experimento com baixo nível de autorregulação e que tiveram seu interesse aumentado não melhoraram o seu desempenho na aprendizagem?

Uma possível explicação está no fato de que os alunos do primeiro experimento cursavam o último ano de Engenharia e, provavelmente, tinham um conhecimento prévio maior e mais homogêneo sobre o tema da lição, ao passo que os alunos do segundo experimento cursavam o primeiro ano de outras áreas de formação diferentes de Engenharia, ou seja, o domínio geral sobre um determinado assunto também deve ser considerado, o que leva este estudo a sugerir que os benefícios identificados são alcançados por alunos novatos em um determinado tema.

Por fim, este estudo traz, além de contribuições para a teoria, discutidas na seção anterior, uma contribuição para a prática.

A adoção de computadores do tipo *tablet* pelas instituições de ensino é uma questão relevante e atual, mas sobre a qual não há consenso. À medida que instruções multimídia migram de livros, computadores *desktop* e vídeos para dispositivos portáteis e interativos com telas sensíveis ao toque, vale a pena identificar o valor pedagógico dos recursos de interatividade oferecidos por estes dispositivos.

Este estudo contribui para a crescente literatura sobre o uso de *tablets* como um meio de proporcionar aos alunos um maior controle sobre os ambientes de aprendizagem multimídia (CLARK, 2014; SCHEITER, 2014), ao explorar os efeitos de alta interatividade tais como rotação, ampliação e redução, comparados às formas tradicionais de interatividade como reprodução e pausa.

Quando o papel da interatividade é aumentar o interesse dos alunos, o uso de um alto nível de interatividade em *tablets* é justificado, mas, quando o objetivo é melhorar a aprendizagem dos alunos, como é o caso geralmente, altos níveis de interatividade podem não ser justificáveis. Uma exceção importante é que a interatividade pode aumentar tanto o interesse como a aprendizagem para certos subgrupos, como alunos novatos que normalmente não se apoiam em aprendizagem visual (representados no Experimento 2 por alunos de nível superior diferentes de Engenharia classificados como alunos verbais). Quando os alunos carecem de estratégias visuais de domínio específico (como experiência em engenharia) ou de domínio geral (refletido em uma dependência de estratégias de aprendizagem verbal), a adição de altos níveis de interatividade em *tablets* pode ser justificada.

9. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

Este estudo é limitado por focar em uma única e curta lição com um teste imediato e, dessa forma, pesquisas futuras são necessárias para examinar o papel da interatividade com conteúdos de longa duração e a aplicação de testes com maiores intervalos de tempo.

Outra limitação está no uso de questionários de autoavaliação para medir o interesse e o estilo de aprendizagem. Apesar de ser muito utilizado em pesquisas sobre autorregulação de aprendizagem, o Questionário de Estratégias Motivadas para a Aprendizagem ou Motivated Strategies for Learning Questionaire – MSLQ (PINTRICH *et al.*, 1991) é criticado por alguns autores como Kennedy (2004), que alerta para o fato de que neste tipo de questionário se mede um padrão geral de estratégia cognitiva dos alunos e não os processos cognitivos efetivamente associados às tarefas específicas empregadas em uma lição. Assim, seria útil a realização de novas pesquisas que utilizassem medições mais diretas como, por exemplo, a habilidade cognitiva, isto é, a proficiência de criar, manter e manipular representações espaciais.

A teoria da carga cognitiva (SWELLER, AYRES e KALYUGA, 2011) alerta para o fato de que as atividades físicas dos alunos, em um ambiente de aprendizagem interativo, podem não se traduzir em processos cognitivos úteis mas, em vez disso, impor demandas adicionais de processamento sobre os seus recursos cognitivos, causada pela disponibilidade de muitas opções de interatividade (KALYUGA, 2014; SWELLER, AYRES e KALYUGA, 2011), e inibir a aprendizagem (HÖFFLER e SCHWARTZ, 2011; KALYUGA, 2007). Assim, outra sugestão para estudos futuros é a medição da carga cognitiva experimentada pelos alunos que utilizam diferentes níveis de interatividade, a fim de poder analisar o seu eventual efeito sobre o interesse e a aprendizagem.

No Experimento 2, o tamanho da amostra de alunos verbais foi pequeno e, dessa forma, novas pesquisas são necessárias para determinar se a interação entre interatividade e estilo de aprendizagem pode ser replicada.

Finalmente, seria útil comparar diretamente os efeitos da interatividade entre estudantes de Engenharia e estudantes de nível superior de outras áreas em um mesmo experimento.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. M. Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation* [S.l.], v. 8, p. 89-195, 1968.

BADDELEY, A. Working Memory. *Science* [S.l.], v. 255, n. 5044, p. 556-559, 1992.

BETRANCOURT, M. *The Animation and Interactivity Principles in Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2005. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

BRANSFORD, J. D. *et al. How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. The National Academies Press, 2000.

BULLINGER, H.-J. *et al.* Intuitive Human-Computer Interaction—Toward a User-Friendly Information Society. *International Journal of Human-Computer Interaction* [S.l.], v. 14, n. 1, p. 1-23, 2002.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Houghton Mifflin Company, 1963.

CHANDLER, P. The crucial role of cognitive processes in the design of dynamic visualizations. *Learning and Instruction* [S.l.], v. 14, n. 3, p. 353-357, 6// 2004.

CHANDLER, P.; SWELLER, J. Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition & Instruction* [S.l.], v. 8, n. 4, p. 293, 1991.

CLARK, R. C. *Multimedia learning in e-courses*. 2ª. ed. New York: Cambridge University Press, 2014. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

COFFIELD, F. *et al.* Learning styles and pedagogy in post-16 learning: a systematic and critical review. Learning & Skills Research Centre, 2004.

COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2ª. ed.: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COLLINS, J.; HUSSEY, R. *Pesquisa em Administração - Um guia prático para alunos de graduação e de pós-graduação*. 2ª. ed.: Bookman, 2005.

CRESWELL, J. W. *Projeto de Pesquisa - Métodso Qualitativo, Quantitativo e Misto*. 3ª. ed.: Artmed, 2010.

CROTTY, M. *The Foundations of Social Research: Meaning and Perspective in the Research Process*. Sage, 1998.

DOMAGK, S. *et al.* Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior* [S.l.], v. 26, n. 5, p. 1024-1033, 9// 2010.

DUNLOSKY, J.; METCALFE, J. *Metacognition*. SAGE Publications, Inc., 2008.

EVANS, C.; GIBBONS, N. J. The interactivity effect in multimedia learning. *Computers & Education* [S.I.], v. 49, n. 4, p. 1147-1160, 12// 2007.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist* [S.I.], v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

GARDNER, H. *The Mind´s New Science: A History of Cognitive Revolution*. Basic Books Inc., 1985.

HASKELL, R. E. *Transfer of Learning: Cognition, Instruction and Reasoning*. Academic Press, 2001.

HIDI, S. Interest, Reading, and Learning: Theoretical and Practical Considerations. *Educational Psychology Review* [S.I.], v. 13, n. 3, p. 191-209, 2001.

HIDI, S. Interest, Psychology of. In: EDITORS-IN-CHIEF: NEIL, J. S.; PAUL, B. B. (Ed.). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Oxford: Pergamon, 2001. p. 7712-7715.

HIDI, S. Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review* [S.I.], v. 1, n. 2, p. 69-82, // 2006.

HIDI, S.; AINLEY, M. *Interest and Self-Regulation: Relationships between Two Variables That Influence Learning*. Routledge, 2012. (Motivation and self-regulated learning: theory, research and applications).

HIDI, S.; HARACKIEWICZ, J. M. Motivating the Academically Unmotivated: A Critical Issue for the 21st Century. *Review of Educational Research* [S.I.], v. 70, n. 2, p. 151-179, June 1, 2000 2000.

HIDI, S.; RENNINGER, K. A. The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist* [S.I.], v. 41, n. 2, p. 111-127, 2006/06/01 2006.

HÖFFLER, T. N.; SCHWARTZ, R. N. Effects of pacing and cognitive style across dynamic and non-dynamic representations. *Computers & Education* [S.I.], v. 57, n. 2, p. 1716-1726, 9// 2011.

JONASSEN, D.; GRABOWSKI, B. *Handbook of individual differences, learning, and instruction*. L. Erlbaum Associates, 1993.

KALYUGA, S. Enhancing Instructional Efficiency of Interactive E-learning Environments: A Cognitive Load Perspective. *Educational Psychology Review* [S.I.], v. 19, n. 3, p. 387-399, 2007.

KALYUGA, S. *The expertise reversal principle in multimedia learning*. 2nd. ed. New York: Cambridge University Press, 2014. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

KENNEDY, G. Promoting Cognition in Multimedia Interactivity Research. *Journal of Interactive Learning Research* [S.I.], v. 15, n. 1, p. 43-61, 2004.

KERLINGER, F. N.; LEE, H. B. *Foundations of Behavioral Research*. 4ª. ed.: Cengage Learning, 2000.

KRAPP, A. Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education* [S.I.], v. 14, n. 1, p. 23-40, 1999/03/01 1999.

KRAPP, A. *et al. Interest, learning, and development*. Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1992. (The role of interest in learning and development).

LEUTNER, D.; PLASS, J. L. Measuring learning styles with questionnaires versus direct observation of preferential choice behavior in authentic learning situations: the visualizer/verbalizer behavior observation scale (VV-BOS). *Computers in Human Behavior* [S.I.], v. 14, n. 4, 1998.

LINNENBRINK-GARCIA, L. *et al.* Measuring Situational Interest in Academic Domains. *Educational and Psychological Measurement* [S.I.], v. 70, n. 4, p. 647-671, August 1, 2010 2010.

MASSA, L. J.; MAYER, R. E. Testing the ATI hypothesis: Should multimedia instruction accommodate verbalizer-visualizer cognitive style? *Learning and Individual Differences* [S.I.], v. 16, n. 4, p. 321-335, // 2006.

MAYER, R.; MORENO, R. *Techniques that Reduce Extraneous Cognitive Load and Manage Intrinsic Cognitive Load during Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2010. (Cognitive Load Theory).

MAYER, R. E. Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist* [S.I.], v. 32, n. 1, p. 1-19, // 1997.

_____. Multimedia aids to problem-solving transfer - A dual coding approach. *International Journal of Educational Research* [S.I.], v. 31, n. 7, p. 611-623, // 1999.

_____. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction* [S.I.], v. 13, n. 2, p. 125-139, 4// 2003.

_____. *Introduction to Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2005a. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

_____. *Cognitive Theory of Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2005b. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

_____. *Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning: Coherence, Signaling, Redundancy, Spatial Contiguity, And Theoriy Contiguity*

Principles. Cambridge University Press, 2005c. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

_____. *Principles for Managing Esential Processing in Multimedia Learning: Segmenting, Pretraining and Modality Princliples*. Cambridge University Press, 2005d. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

_____. *Principles of Multimedia Learning Based on Social Cues: Personalization, Voice and Image Principles*. Cambridge University Press, 2005e. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

_____. *Research-Based Principles for Learning with Animation*. Cambridge University Press, 2008. (Learning with Animation: Research Implications for Design).

_____. *Multimedia Learning*. 2ª. ed.: Cambridge University Press, 2009.

_____. *Applying the Science of Learning*. Pearson Education Inc., 2011.

MAYER, R. E. Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction* [S.l.], v. 29, p. 171-173, 2014.

MAYER, R. E.; CHANDLER, P. When Learning Is Just a Click Away: Does Simple User Interaction Foster Deeper Understanding of Multimedia Messages? *Journal of Educational Psychology* [S.l.], v. 93, p. 390-397, 2001.

MAYER, R. E. *et al.* Multimedia Learning in an Interactive Self-Explaining Environment: What Works in the Design of Agent-Based Microworlds? *Journal of Educational Psychology* [S.l.], v. 95, n. 4, p. 806, 2003.

MAYER, R. E.; MASSA, L. J. Three Facets of Visual and Verbal Learners: Cognitive Ability, Cognitive Style, and Learning Preference. *Journal of Educational Psychology* [S.l.], v. 95(4), p. 833-846, 2003.

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* [S.l.], v. 86, n. 3, p. 389-401, 1994.

MERRIËNBOER, J. G.; AYRES, P. Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development* [S.l.], v. 53, n. 3, p. 5-13, 2005/09/01 2005.

MILLER, G. A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* [S.l.], v. 63, n. 2, p. 81-97, 1956.

MORENO, R. *Instructional technology: promise and pitfalls*. Information Age Publishing, 2005. (Technology-based Education: Bringing Researchers And Practitioners Together).

MORENO, R. Optimising learning from animations by minimising cognitive load: cognitive and affective consequences of signalling and segmentation methods. *Applied Cognitive Psychology* [S.l.], v. 21, n. 6, p. 765-781, 2007.

MORENO, R.; MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review* [S.l.], v. 19, n. 3, p. 309-326, 2007.

_____. *Techniques that Increase Generative Processing in Multimedia Learning: Open Quests for Cognitive Load Reesearch*. Cambridge University Press, 2010. (Cognitive Load Theory).

MORENO, R.; PARK, B. *Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories*. Cambridge University Press, 2010. (Cognitive Load Theory).

MÜNZER, S. Facilitating spatial perspective taking through animation: Evidence from an aptitude–treatment-interaction. *Learning and Individual Differences* [S.l.], v. 22, n. 4, p. 505-510, 8// 2012.

MÜNZER, S. *et al.* Learning from multimedia presentations: Facilitation function of animations and spatial abilities. *Learning and Individual Differences* [S.l.], v. 19, n. 4, p. 481-485, 12// 2009.

PAAS, F. *et al.* Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist* [S.l.], v. 38, n. 1, p. 1-4, 03/01/ 2003.

PAIVIO, A. *Mental Representation: A Dual Coding Approach*. Oxford University Press, 1986.

PASHLER, H. *et al.* Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest* [S.l.], v. 9, n. 3, p. 105-119, December 1, 2008 2008.

PEDHAZUR, E. J.; SCHMELKIN, L. P. *Measurement, Design, and Analysis: An Integrated Approach*. Lawrence Erlbaum Associates, 1991.

PHILLIPS, D. C.; SOLTIS, J. F. *Perspectives on Learning*. 5ª. ed., 2009.

PINTRICH, P. R. *et al. Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, Mich.; [Washington, DC]: University of Michigan ; U.S. Dept. of Education, Office of Educational Research and Improvement, Educational Resources Information Center, 1991.

PINTRICH, P. R. *et al. Assessing Metacognition and Self-Regulated Learning*. University of Nebraska Press, 2000. (Issues in the Measurement of Metacognition).

PLASS, J. L. *et al. Introduction*. Cambridge University Press, 2010. (Cognitive Load theory).

PLASS, J. L. *et al. Individual Differences and Cognitive Load Theory*. Cambridge University Press, 2010. (Cognitive Load Theory).

RASCH, T.; SCHNOTZ, W. Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency. *Learning and Instruction* [S.I.], v. 19, n. 5, p. 411-422, 10// 2009.

RENKL, A.; ATKINSON, R. K. Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends. An Introduction to the Special Issue. *Educational Psychology Review*, 2007.

RHEINBERG, F. *et al.* Motivation and Action in Self-Regulated Learning. In: MONIQUE, B. *et al* (Ed.). *Handbook of Self-Regulation*. San Diego: Academic Press, 2000. p. 503-529.

RICHEY, R. C. *et al. The Instructional Design Knowledge Base: Theory, Research and Practice*. Routledge, 2011.

SCHEITER, K. *The learner control principle in multimedia learning*. 2nd. ed. New York: Cambridge University Press, 2014. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

SCHEITER, K.; GERJETS, P. Learner Control in Hypermedia Environments. *Educational Psychology Review* [S.I.], v. 19, n. 3, p. 285-307, 2007/09/01 2007.

SCHIEFELE, U. *Situational and individual interest*. New York: Routledge, 2009. (Handbook of motivation at school).

SCHNOTZ, W.; LOWE, R. External and internal representations in multimedia learning. *Learning and Instruction* [S.I.], v. 13, n. 2, p. 117-123, 4// 2003.

SCHNOTZ, W.; RASCH, T. Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development* [S.I.], v. 53, n. 3, p. 47-58, 2005/09/01 2005.

SCHRAW, G.; LEHMAN, S. Situational Interest: A Review of the Literature and Directions for Future Research. *Educational Psychology Review* [S.I.], v. 13, n. 1, p. 23-52, 2001/03/01 2001.

SCHUNK, D. H. *Learning Theories: an educational perspective*. 6ª. ed.: Pearson Education Inc., 2012.

SCHWAN, S.; RIEMPP, R. The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots. *Learning and Instruction* [S.I.], v. 14, n. 3, p. 293-305, 6// 2004.

SHACKEL, B. Human–computer interaction – Whence and whither? *Interacting with Computers* [S.I.], v. 21, n. 5–6, p. 353-366, 12// 2009.

SHAUGHNESSY, J. J. *et al. Metodologia de Pesquisa em Psicologia*. 9ª. ed.: AMGH, 2012.

SIMS, R. Interactivity: A forgotten art? *Computers in Human Behavior* [S.I.], v. 13, n. 2, p. 157-180, 5// 1997.

SWELLER, J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction* [S.I.], v. 4, n. 4, p. 295-312, // 1994.

_____. *Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2005. (The Cambridge Handbook of Multimedia Learning).

_____. *Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances*. Cambridge University Press, 2010. (Cognitive Load Theory).

SWELLER, J. *et al. Cognitive Load Theory*. New York: Springer, 2011.

SWELLER, J.; CHANDLER, P. Why Some Material Is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction* [S.I.], v. 12, n. 3, p. 185-233, 1994.

WINNE, P. H.; PERRY, N. E. Measuring Self-Regulated Learning. In: MONIQUE, B. *et al* (Ed.). *Handbook of Self-Regulation*. San Diego: Academic Press, 2000. p. 531-566.

WITTROCK, M. C. Generative Processes of Comprehension. *Educational Psychologist* [S.I.], v. 24, n. 4, 1989.

ZIEGLER, J. Interactive techniques. *ACM Comput. Surv.* [S.I.], v. 28, n. 1, p. 185-187, 1996.

ZIMMERMAN, B. J.; SCHUNK, D. H. *Motivation An Essential Dimension of Self-Regulated Learning*. Routledge, 2012. (Motivation and self-regulated learning: theory, research and applications).

APÊNDICE A – Questionário de Estratégias Cognitivas e Metacognitivas

ESTE EXERCÍCIO É DE PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA E NÃO TEM QUALQUER RELAÇÃO COM OUTRAS NOTAS DESTA DISCIPLINA.

Informações gerais		
Número:		Data: / /
Idade:		
Sexo:	( ) M ( ) F	

Preencha o questionário a seguir da forma mais acurada possível com relação às suas atitudes e comportamentos. Marque 7 se concordar totalmente com a afirmação, marque 1 se discordar totalmente da afirmação ou marque qualquer número entre 1 e 7 que melhor descreve a sua opinião.

NÃO HÁ RESPOSTAS CERTAS OU ERRADAS NESTE QUESTIONÁRIO

DISCORDO TOTALMENTE	1	2	3	4	5	6	7	CONCORDO TOTALMENTE

	1	2	3	4	5	6	7
Quando leio sobre um assunto de aula, eu elaboro perguntas para ajudar a me concentrar na leitura.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Quando fico confuso sobre alguma coisa durante a leitura para uma aula eu volto ao início para tentar entender.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Se o material de um curso é difícil de entender, eu mudo o modo de ler o material.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Antes de estudar todo o material de um novo curso, eu o analiso superficialmente para ver como ele está organizado.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eu me faço perguntas para ter a certeza de que compreendi o material que estudei durante a aula.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eu tento mudar o modo como estudo para me adaptar às exigências do curso e ao estilo de ensino do professor.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eu tento pensar ao longo de um tópico e decidir o que devo aprender com ele em vez de apenas lê-lo quando estudando.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Quando estudo para um curso, tento determinar quais os conceitos que não compreendo bem.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Quando estudo para uma aula, estabeleço objetivos para mim mesmo a fim de direcionar as minhas atividades em cada período de estudo.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Se fico confuso ao fazer anotações durante uma aula, asseguro-me de resolver os problemas depois.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

APÊNDICE B – Questionário de Interesse Situacional

ESTE EXERCÍCIO É DE PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA E NÃO TEM QUALQUER RELAÇÃO COM OUTRAS NOTAS DESTA DISCIPLINA.

Informações gerais		
Número:		Data: / /

Preencha o questionário a seguir da forma mais acurada possível com relação às suas atitudes e comportamentos. Marque 7 se concordar totalmente com a afirmação, marque 1 se discordar totalmente da afirmação ou marque qualquer número entre 1 e 7 que melhor descreve a sua opinião.

NÃO HÁ RESPOSTAS CERTAS OU ERRADAS NESTE QUESTIONÁRIO

DISCORDO TOTALMENTE	1	2	3	4	5	6	7	CONCORDO TOTALMENTE

	1	2	3	4	5	6	7
A animação utilizada neste exercício é interessante	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A forma de interação com a animação prende a minha atenção	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fazer um exercício desta forma me anima	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gosto dos recursos disponíveis para controlar a animação	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Este tipo de exercício pode ser aplicado na vida real	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Este tipo de exercício é útil para mim	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

APÊNDICE C – Formulário de Consentimento Informado

You are about to participate in an experiment in which you will be asked to view an online lesson and then answer some questions. This study is designed to test the best way to design instructional presentations. The results of this experiment may be used to improve educational methods. The study takes a total of one session to complete and will last a maximum of 30 minutes. Please be assured that all information and data collected during this experiment will be kept anonymous and secure. All data will be stored by code number rather than your name. Your participation in this study is completely voluntary, and you may withdraw from this experiment at any time, with no penalty. If you choose to withdraw from the study after starting the experiment you will still receive credit for the session. If you have any questions or concerns about this research study, feel free to ask the experimenter at any time during the session or to email at Richard Mayer at mayer@psych.ucsb.edu. If you have any questions concerning this or any other matters relating to your participation in this activity, please call the Human Subjects Committee (HSC) at (805) 893-3807 or e-mail hsc@research.ucsb.edu. Thank you for your participation.

_____ _____

Participant Signature Date

APÊNDICE D – Questionário de Participante

Name: _____

Major: _____

GPA: _____ Age: _____ Gender (circle one): M F

Class (circle one): Freshman Sophomore Junior Senior Other

Please rate your knowledge of car mechanics:
_____ High
_____ Somewhat high
_____ Average
_____ Somewhat low
_____ Low

Please rate your knowledge of how to fix household appliances and machines:
_____ High
_____ Somewhat high
_____ Average
_____ Somewhat low
_____ Low

Please place a check mark next to the things you have done:
_____ I have changed the oil in a car.
_____ I have jumpstarted a dead car battery.
_____ I have replaced the brake pads in a car.
_____ I own a power drill.
_____ I own amp meter
_____ I have replaced the washer in a sink faucet.
_____ I have replaced the flush mechanism in a toilet.
_____ I have replaced or installed plumping pipes or fixtures.
_____ I have replaced the heads on a lawn sprinkler system.

APÊNDICE E – Questionário de Estilo de Aprendizagem

Please place a number in the blank space for each statement indicating how strongly you agree or disagree based on:

1 = STRONGLY DISAGREE
2 = SOMEWHAT DISAGREE
3 = MILDLY DISAGREE
4 = NEITHER AGREE OR DISAGREE
5 = MILDLY AGREE,
6 = SOMEWHAT AGREE
7 = STRONGLY AGREE

_____ When reading in a course, I make up questions to help focus my reading.

_____ When I become confused about something I'm reading for a class, I go back and try to figure it out.

_____ If course materials are difficult to understand, I change the way I read the material.

_____ Before I study new course material thoroughly, I often skim it to see how it is organized.

_____ I ask myself questions to make sure I understand the material I have been studying in a class.

_____ I try to change the way I study in order to fit the course requirements and instructor's learning style.

_____ I try to think through a topic and decide what I am supposed to learn from it rather than just reading it over when studying.

_____ When studying for a course I try to determine which concepts I don't understand well.

_____ When I study for a class, I set goals for myself in order to direct my activities in each study period.

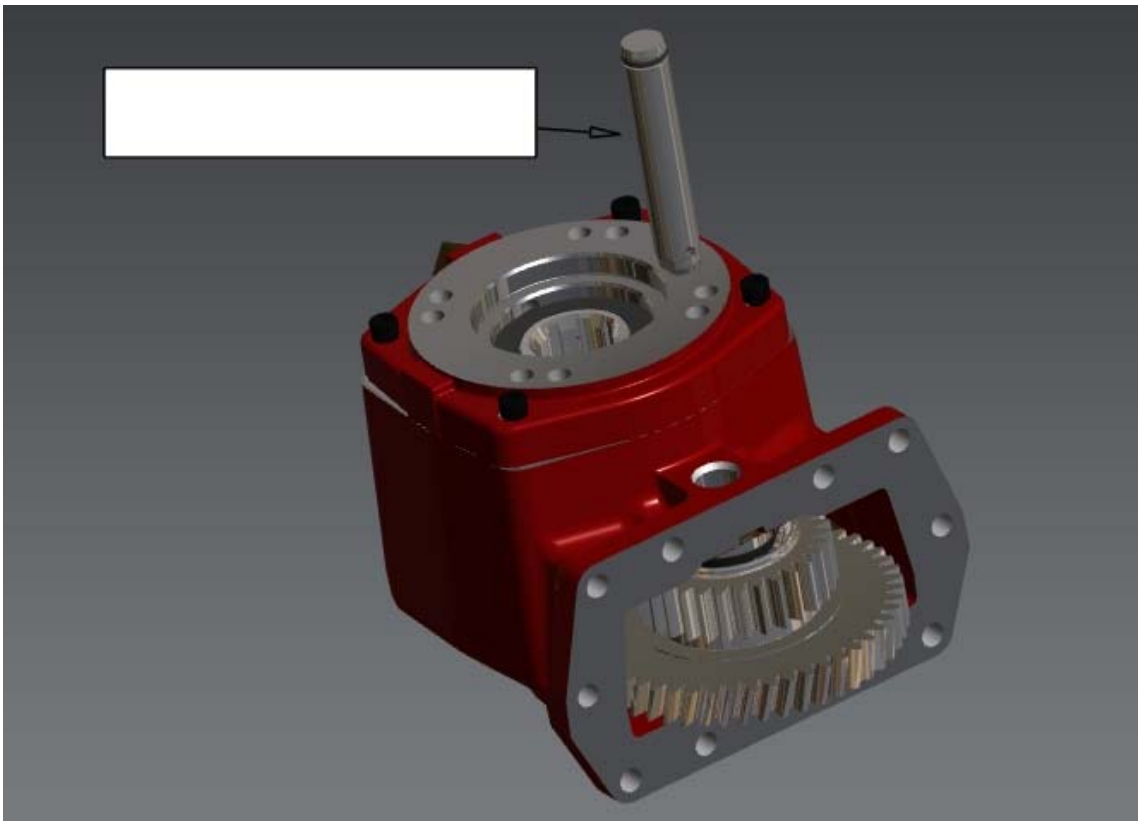
_____ If I get confused taking notes in class, I make sure I sort it out afterwards.

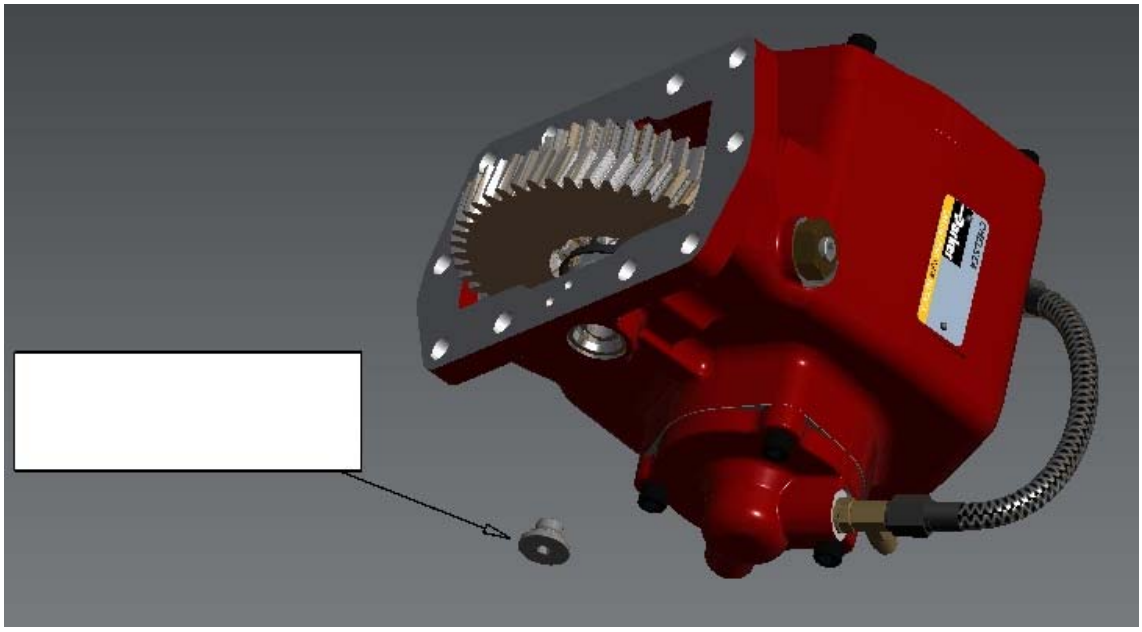
_____ I am a visual learner.

_____ I am a verbal learner.

APÊNDICE F – Teste de Correspondência

Please write the name for each part in the appropriate box:

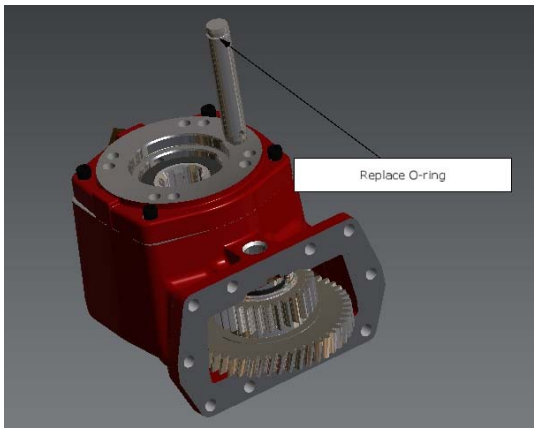




PLEASE KEEP WORKING UNTIL YOU ARE TOLD TO STOP

APÊNDICE G – Teste de Ordenamento

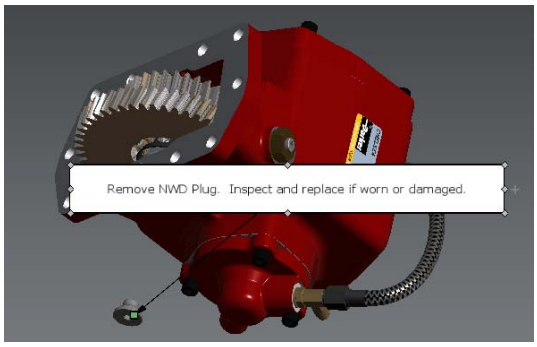
Please write 1 in the box next to the first step, 2 in the box next to second step, and so on, to indicate the order the steps were presented during the lesson:



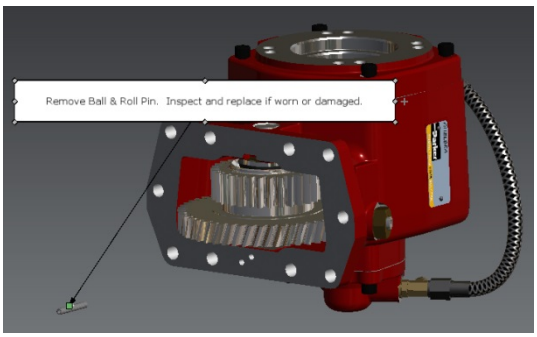
Replace o-ring.

Remove input gear assembly.

Remove bearings and spacers from gear component.



Remove NWD plug. Inspect and replace if worn or damaged.



Remove ball & roll pin. Inspect and replace if worn or damaged.

Remove idler pin. Inspect and replace if worn or damaged.

PLEASE KEEP WORKING UNTIL YOU ARE TOLD TO STOP

APÊNDICE H – Unidades de Ideias Principais

1. Remove ball & roll pin.
2. Inspect and
3. replace if worn or damaged.
4. Remove idler pin.
5. Inspect and
6. replace if worn or damaged.
7. Replace O-ring.
8. Remove bearings and spacers from gear component.
9. Power Take-Offs (PTOs) are mechanical gearboxes
10. that attach to apertures provided on truck transmissions
11. to transfer the power of the vehicle engine to auxiliary components
12. The hydraulic flow produced by the pump activates cylinders or hydraulic motors to perform work.
13. The PTO provides power, in the form of a rotating shaft,
14. directly to the driven component.

APÊNDICE I – Resultados dos Testes Estatísticos – Experimento 1

- **ANOVA - Idade * Interatividade**

Estatística Descritiva

Idade

Interatividade	Média	N	DP
Alta	23,93	40	2,129
Baixa	23,90	40	2,610
Total	23,91	80	2,366

Tabela de ANOVA

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Idade * Interatividade	Entre Grupos	,013	1	,013	,002	,963
	Intragrupos	442,375	78	5,671		
	Total	442,388	79			

- **Teste Qui-quadrado**

Tabulação Cruzada: Interatividade * Gênero

Contagem

		Gênero		Total
		Mulheres	Homens	
Interatividade	Alta	15	25	40
	Baixa	15	25	40
Total		30	50	80

Testes Qui-quadrado

	Valor	gl	Sig. assintótica (bilateral)	Sig. Exata (bilateral)	Sig. Exata (unilateral)
Qui-quadrado de Pearson	,000[a]	1	1,000		
Correção de Continuidade[b]	,000	1	1,000		
Razão de Verossimilhança	,000	1	1,000		
Teste Exato de Fisher				1,000	,591
Nº de Casos Válidos	80				

a. 0 células (,0%) apresentam menos do que 5 valores esperados. O valor mínimo esperado é 15,00.

b. Calculado somente para tabelas 2x2.

- **ANOVA – Variável Independente: Interatividade. Variável Dependente: Interesse**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Interesse

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	14,306[a]	1	14,306	18,817	,000
Intercepto	2853,541	1	2853,541	3753,444	,000
Interatividade	14,306	1	14,306	18,817	,000
Erro	59,299	78	,760		
Total	2927,146	80			
Total Corrigido	73,605	79			

a. R ao Quadrado = ,194 (R ao Quadrado Ajustado = ,184)

- **ANOVA – Variável Independente: Interatividade. Variável Dependente: Aprendizagem**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	1,800[a]	1	1,800	,771	,383
Intercepto	994,050	1	994,050	425,671	,000
Interatividade	1,800	1	1,800	,771	,383
Erro	182,150	78	2,335		
Total	1178,000	80			
Total Corrigido	183,950	79			

a. R ao Quadrado = ,010 (R ao Quadrado Ajustado = -,003)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interatividade e Autorregulação. Variável Dependente: Interesse**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Interesse

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	14,599[a]	3	4,866	6,268	,001
Intercepto	2835,666	1	2835,666	3652,326	,000
Interatividade	13,960	1	13,960	17,980	,000
Autorregulação	,263	1	,263	,339	,562
Interatividade*Autorregulação	,029	1	,029	,038	,847
Erro	59,006	76	,776		
Total	2927,146	80			
Total Corrigido	73,605	79			

a. R ao Quadrado = ,198 (R ao Quadrado Ajustado = ,167)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interatividade e Autorregulação. Variável Dependente: Aprendizagem**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	7,493[a]	3	2,498	1,076	,365
Intercepto	999,636	1	999,636	430,544	,000
Interatividade	1,546	1	1,546	,666	,417
Autorregulação	,225	1	,225	,097	,756
Interatividade*Autorregulação	5,477	1	5,477	2,359	,129
Erro	176,457	76	2,322		
Total	1178,000	80			
Total Corrigido	183,950	79			

a. R ao Quadrado = ,041 (R ao Quadrado Ajustado = ,003)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interesse e Autorregulação. Variável Dependente: Aprendizagem**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Corrected Model	1,817[a]	3	,606	,253	,859
Intercept	969,220	1	969,220	404,433	,000
Interesse	,034	1	,034	,014	,905
Autorregulação	,284	1	,284	,119	,731
Interesse*Autorregulação	1,474	1	1,474	,615	,435
Erro	182,133	76	2,396		
Total	1178,000	80			
Total Corrigido	183,950	79			

a. R ao Quadrado = ,010 (R ao Quadrado Ajustado = -,029)

APÊNDICE J – Resultados dos Testes Estatísticos – Experimento 2

- **ANOVA - Idade * Interatividade**

Estatística Descritiva

Idade

Interatividade	Média	N	DP
Alta	18,71	24	,806
Baixa	18,42	19	,607
Nenhuma	18,63	24	,924
Total	18,60	67	,799

Tabela de ANOVA

		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Idade * Interatividade	Entre Grupos	,904	2	,452	,702	,499
	Intragrupos		64	,644		
	Total		66			

- **Teste Qui-quadrado**

Tabulação Cruzada: Interatividade * Gênero

Contagem

		Gênero		Total
		Mulheres	Homens	
Interatividade	Alta	22	2	24
	Baixa	19	1	20
	Nenhuma	20	4	24
Total		61	7	68

Testes Qui-quadrado

	Valor	gl	Sig. assintótica (bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	1,762[a]	2	,414
Correção de Continuidade	1,748	2	,417
Nº de Casos Válidos	68		

a. 3 células (50,0%) apresentam menos do que 5 valores esperados. O valor mínimo esperado é 2,06.

- **ANOVA – Variável Independente: Interatividade. Variável Dependente: Interesse**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Interesse

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	12,636[a]	2	6,318	3,877	,026
Intercepto	1556,965	1	1556,965	955,525	,000
Interatividade	12,636	2	6,318	3,877	,026
Erro	105,913	65	1,629		
Total	1692,574	68			
Total Corrigido	118,549	67			

a. R ao Quadrado = ,107 (R ao Quadrado Ajustado = ,079)

Comparações Múltiplas

Variável Dependente: Interesse

Tukey HSD

(I) Interatividade	(J) Interatividade	Diferença das Médias (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de 95% de Confiança	
					Limite Inferior	Limite Superior
Alta	Baixa	,7152	,38648	,162	-,2118	1,6422
	Nenhuma	,9992*	,36849	,023	,1153	1,8830
Baixa	Alta	-,7152	,38648	,162	-1,6422	,2118
	Nenhuma	,2840	,38648	,744	-,6430	1,2110
Nenhuma	Alta	-,9992*	,36849	,023	-1,8830	-,1153
	Baixa	-,2840	,38648	,744	-1,2110	,6430

Baseado nas médias observadas.

*. A diferença entre as médias é significativa ao nível de 0,05.

- **ANOVA – Variável Independente: Interatividade. Variável Dependente: Aprendizagem Geral**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	75,558[a]	2	37,779	,982	,380
Intercepto	11515,002	1	11515,002	299,344	,000
Interatividade	75,558	2	37,779	,982	,380
Erro	2500,383	65	38,467		
Total	14016,000	68			
Total Corrigido	2575,941	67			

a. R ao Quadrado = ,029 (R ao Quadrado Ajustado = -,001)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interatividade e Autorregulação. Variável Dependente: Interesse**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Interesse

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	14,658[a]	5	2,932	1,750	,137
Intercepto	1485,766	1	1485,766	886,674	,000
Interatividade	12,623	2	6,311	3,767	,029
Autorregulação	,691	1	,691	,413	,523
Interatividade*Autorregulação	1,498	2	,749	,447	,642
Erro	103,891	62	1,676		
Total	1692,574	68			
Total Corrigido	118,549	67			

a. R ao Quadrado = ,124 (R ao Quadrado Ajustado = ,053)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interatividade e Autorregulação. Variável Dependente: Aprendizagem Geral**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	241,669[a]	5	48,334	1,284	,282
Intercepto	11042,042	1	11042,042	293,285	,000
Interatividade	47,354	2	23,677	,629	,537
Autorregulação	121,085	1	121,085	3,216	,078
Interatividade*Autorregulação	43,606	2	21,803	,579	,563
Erro	2334,273	62	37,650		
Total	14016,000	68			
Total Corrigido	2575,941	67			

a. R ao Quadrado = ,094 (R ao Quadrado Ajustado = ,021)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interatividade e Estilo de Aprendizagem. Variável Dependente: Interesse**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Interesse

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	34,630[a]	5	6,926	5,117	,001
Intercepto	1230,152	1	1230,152	908,842	,000
Interatividade	16,741	2	8,370	6,184	,004
Estilo de Aprendizagem	7,636	1	7,636	5,642	,021
Interatividade * Estilo de Aprendizagem	12,016	2	6,008	4,439	,016
Erro	83,919	62	1,354		
Total	1692,574	68			
Total Corrigido	118,549	67			

a. R ao Quadrado = ,292 (R ao Quadrado Ajustado = ,235)

Estimativas

Variável Dependente: Interesse

Interatividade	Estilo de Aprendizagem	Média	Erro Padrão	Intervalo de 95% de Confiança	
				Limite Inferior	Limite Superior
Alta	Verbal	32,429	2,639	27,153	37,704
	Visual	32,176	1,694	28,791	35,562
Baixa	Verbal	26,600	3,123	20,357	32,843
	Visual	28,400	1,803	24,796	32,004
Nenhuma	Verbal	18,889	2,328	14,236	23,542
	Visual	30,667	1,803	27,063	34,271

Comparações Emparelhadas

Variável Dependente: Interesse

Estilo de Aprendizagem	(I) Interatividade	(J) Interatividade	Diferença das Médias (I-J)	Erro Padrão	Sig.[b]	Intervalo de 95% de Confiança[b]	
						Limite Inferior	Limite Superior
Verbal	Alta	Baixa	5,829	4,089	,159	-2,345	14,002
		Nenhuma	13,540*	3,519	,000	6,505	20,574
	Baixa	Alta	-5,829	4,089	,159	-14,002	2,345
		Nenhuma	7,711	3,895	,052	-,075	15,497
	Nenhuma	Alta	-13,540*	3,519	,000	-20,574	-6,505
		Baixa	-7,711	3,895	,052	-15,497	,075
Visual	Alta	Baixa	3,776	2,474	,132	-1,168	8,721
		Nenhuma	1,510	2,474	,544	-3,435	6,455
	Baixa	Alta	-3,776	2,474	,132	-8,721	1,168
		Nenhuma	-2,267	2,550	,377	-7,364	2,830
	Nenhuma	Alta	-1,510	2,474	,544	-6,455	3,435
		Baixa	2,267	2,550	,377	-2,830	7,364

Baseado nas médias marginais estimadas

*. A diferença entre as médias é significativa ao nível de 0,05.

b. Ajuste para comparações múltiplas: Diferença Menos Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interatividade e Estilo de Aprendizagem. Variável Dependente: Aprendizagem Geral**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	580,056[a]	5	116,011	3,604	,006
Intercepto	9180,292	1	9180,292	285,176	,000
Interatividade	114,937	2	57,469	1,785	,176
Estilo de Aprendizagem	74,287	1	74,287	2,308	,134
Interatividade * Estilo de Aprendizagem	390,062	2	195,031	6,058	,004
Erro	1995,885	62	32,192		
Total	14016,000	68			
Total Corrigido	2575,941	67			

a. R ao Quadrado = ,225 (R ao Quadrado Ajustado = ,163)

Estimativas

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Interatividade	Estilo de Aprendizagem	Média	Erro Padrão	Intervalo de 95% de Confiança	
				Limite Inferior	Limite Superior
Alta	Verbal	14,000	2,144	9,713	18,287
	Visual	11,706	1,376	8,955	14,457
Baixa	Verbal	14,600	2,537	9,528	19,672
	Visual	14,600	1,465	11,672	17,528
Nenhuma	Verbal	6,444	1,891	2,664	10,225
	Visual	15,667	1,465	12,738	18,595

Comparações Emparelhadas

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Estilo de Aprendizagem	(I) Interatividade	(J) Interatividade	Diferença das Médias (I-J)	Erro Padrão	Sig.[b]	Intervalo de 95% de Confiança[b]	
						Limite Inferior	Limite Superior
Verbal	Alta	Baixa	-,600	3,322	,857	-7,241	6,041
		Nenhuma	7,556*	2,859	,010	1,840	13,271
	Baixa	Alta	,600	3,322	,857	-6,041	7,241
		Nenhuma	8,156*	3,165	,012	1,829	14,482
	Nenhuma	Alta	-7,556*	2,859	,010	-13,271	-1,840
		Baixa	-8,156*	3,165	,012	-14,482	-1,829
Visual	Alta	Baixa	-2,894	2,010	,155	-6,912	1,124
		Nenhuma	-3,961	2,010	,053	-7,979	,057
	Baixa	Alta	2,894	2,010	,155	-1,124	6,912
		Nenhuma	-1,067	2,072	,608	-5,208	3,075
	Nenhuma	Alta	3,961	2,010	,053	-,057	7,979
		Baixa	1,067	2,072	,608	-3,075	5,208

Baseado nas médias marginais estimadas

*. A diferença entre as médias é significativa ao nível de 0,05.

b. Ajuste para comparações múltiplas: Diferença Menos Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interesse e Autorregulação. Variável Dependente: Aprendizagem Geral**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	567,747[a]	3	189,249	6,031	,001
Intercepto	11556,471	1	11556,471	368,298	,000
Autorregulação	153,177	1	153,177	4,882	,031
Interesse	173,628	1	173,628	5,533	,022
Autorregulação*Interesse	216,687	1	216,687	6,906	,011
Erro	2008,194	64	31,378		
Total	14016,000	68			
Total Corrigido	2575,941	67			

a. R ao Quadrado = ,220 (R ao Quadrado Ajustado = ,184)

- **ANOVA – Variáveis Independentes: Interesse e Estilo de Aprendizagem. Variável Dependente: Aprendizagem Geral**

Testes dos Efeitos Entre Sujeitos

Variável Dependente: Aprendizagem Geral

Fonte	Soma dos Quadrados do Tipo III	gl	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	366,472[a]	3	122,157	3,538	,019
Intercepto	8854,370	1	8854,370	256,478	,000
Estilo de Aprendizagem	40,888	1	40,888	1,184	,281
Interesse	221,368	1	221,368	6,412	,014
Estilo de Aprendizagem * Interesse	96,925	1	96,925	2,808	,099
Erro	2209,469	64	34,523		
Total	14016,000	68			
Total Corrigido	2575,941	67			

a. R ao Quadrado = ,142 (R ao Quadrado Ajustado = ,102)