



UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A APRENDIZAGEM EFETIVA NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA BASEADA NA FORMA DE ENTREGA DE CONTEÚDO – UMA EXPERIÊNCIA BASEADA EM UM CURSO DE GRADUAÇÃO

AN INVESTIGATION ABOUT EFFECTIVE LEARNING IN DISTANCE EDUCATION BASED ON CONTENT DELIVERY METHOD – ONE EXPERIENCE BASED IN A GRADUATION COURSE

Nádia Cristina de Azevedo Melli (Centro de Educação Tecnológica Paula Souza – nadia.melli@cps.sp.gov.br)

Resumo:

Atualmente é possível verificar uma considerável expansão da educação a distância – EaD em diversos segmentos educacionais. Até pouco tempo atrás, mais conhecida nos programas de pós graduação, a educação a distância transpôs muros e atingiu os mais diversos níveis educacionais brasileiros. Esta expansão, entretanto, suscita inquietações relativas à qualidade da aprendizagem efetivamente produzida pelos estudantes. Segundo as teorias da carga cognitiva e da aprendizagem multimídia, em um conteúdo instrucional, substituir texto escrito por texto narrado diminui a carga da memória de trabalho e conduz a uma maximização desta aprendizagem. Este fenômeno, conhecido como princípio da modalidade, apresenta, no que diz respeito ao cenário acadêmico brasileiro, relativa escassez de pesquisas realizadas em unidades educacionais cujo fim constitui-se na avaliação da efetividade da aprendizagem significativa. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do princípio da modalidade na aprendizagem efetiva na conjuntura da educação universitária em formato EaD. Optou-se, para isso, por uma pesquisa exploratório-explicativa que utilizou um instrumento de medição on line contendo três testes e um conteúdo instrucional sobre uma disciplina constante da grade curricular do curso – a disciplina de Sistemas de gestão ambiental. A amostra foi constituída por 95 alunos de uma classe formada pelos cursos de Engenharia de produção, civil e mecânica em uma instituição privada de ensino superior situada no interior de São Paulo. Os resultados sugerem um desempenho melhor por parte dos alunos que tiveram o conteúdo instrucional ouvido em relação aos que leram o mesmo conteúdo. Estes resultados indicam que a carga cognitiva mensurada nos dois grupos revelou-se maior no grupo que participou do experimento na modalidade texto.

Palavras-chave: Educação a Distância; carga cognitiva; princípio da modalidade

Abstract:

Currently it is possible to verify a considerable expansion of distance education in various educational segments. Until recently, best known in graduate programs, the distance education has transposed walls and took place in several Brazilian educational levels. This expansion, however, raises concerns regarding the quality of learning actually produced by the students. According to the theories of





cognitive load and multimedia learning, the instructional content, that replace text by text narrated lessens the load of working memory and leads to maximize this learning. This phenomenon, known as the modality principle presents regarding the Brazilian academic scenario, relative scarcity of research in educational units whose purposes is the evaluation of the effective learning. Thus, this study aimed to evaluate the influence of the modality principle in effective learning in the context of university education in distance education format. It was chosen for this, by an exploratory and explanatory research that used one on line measuring instrument containing three tests and instructional content on a discipline constant of the curriculum of the course - the discipline of environmental management systems. The sample consisted of 95 students in a class formed by the courses of production, civil and mechanical engineering, in a private institution of higher education located in São Paulo. The results suggest a better performance by the students who had heard instructional content than those who read the same content. These results indicate that the cognitive load measured in both groups proved to be higher in the group who participated in the experiment in text mode.

Keywords: Distance learning; cognitive load; modality principle

1. Introdução

O momento atual vivido pela educação a distância está intimamente ligado às tecnologias educacionais multimídias. Esta constatação, entretanto, leva ao questionamento da capacidade desta tecnologia em produzir uma aprendizagem consistente apenas pelo seu uso. O simples emprego de tecnologias midiáticas pode não ser suficiente para garantir a aprendizagem e apesar da impressionante capacidade do computador em transmitir instruções, a máquina e tecnologias ligadas a ela não são suficientes em si mesmas.

Autores como Clark e Mayer (2008) e Almeida (2003) discutem a questão da supervalorização da tecnologia e o conceito errôneo de que quanto mais amparado tecnologicamente for curso, mais capaz ele será de garantir uma aprendizagem efetiva. O possível excesso de confiança na tecnologia em detrimento do conhecimento dos processos cognitivos humanos pode ser um indício de que o *design* instrucional de um curso pode estar entre os fatores responsáveis pela não efetividade na aprendizagem idealizada (ANDREWS; GOODSON, 1980). No caso dos métodos instrucionais, são várias as teorias que têm a preocupação de propor formas eficazes de aplicação. É o caso da teoria da carga cognitiva, que tem como questão central o desenvolvimento de métodos instrucionais que usem eficientemente a capacidade limitada de processar informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas (VAN MERRIENBOER; AYRES, 2005); (GERJETS *et al.*, 2009) e da teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, que enfatiza a regra do aprendizado significativo (VAN MERRIENBOER; KESTER; PAAS, 2006); (SCHNOTZ; HEIB, 2009), que ocorre quando o aluno seleciona material relevante a partir de um conjunto de informações, organiza este conjunto dentro de uma representação coerente em uma capacidade limitada de memória de trabalho e o integra com conhecimento existente na memória de longo prazo (PAAS *et al.*, 2005).





1.1 - A teoria da carga cognitiva

A teoria da carga cognitiva usa interações entre a estrutura da informação e o conhecimento da cognição humana para determinar o *design* instrucional (TABBERS; MARTENS; VAN MERRIENBOER, 2005); (RIKERS; VAN GERVEN; SCHMIDT, 2004). Segundo van Merriënboer e Sweller (2005), a teoria da carga cognitiva admite dois tipos de memória: a memória de trabalho, que possui capacidade e duração limitadas e a memória de longa duração, que contém modelos mentais organizados em esquemas cognitivos. Além disso, esta teoria tem como foco as consequências instrucionais dessa memória de trabalho limitada, que pode ser contornada pelo conhecimento adquirido na memória de longa duração.

A principal questão da teoria da carga cognitiva é o desenvolvimento de métodos instrucionais que usem eficientemente a capacidade limitada de processar informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas. Esta abordagem reforça a ideia de que não basta entender como se aprende, é preciso descobrir a melhor forma de como isto é feito.

Para Paas, Renkl e Sweller (2004), a principal preocupação da teoria da carga cognitiva é a aprendizagem de tarefas complexas, onde o aprendiz é frequentemente sobrecarregado pelo número de elementos de informação e as interações entre estes elementos que precisam ser processadas simultaneamente antes que o aprendizado significativo possa ocorrer.

1.2 - O processo cognitivo humano

Para entender a proposta da teoria da carga cognitiva, é necessário primeiramente entender como os seres humanos processam as informações. A teoria da carga cognitiva parte do pressuposto de que o ser humano não pode processar muitas informações na memória a cada momento (Santos; Tarouco, 2009). Isto porque é dotado de uma memória de trabalho que possui capacidade de processamento e duração limitadas no que diz respeito a novas informações. A memória de trabalho precisa estar livre para receber a nova informação oriunda de um conteúdo instrucional. Quando ocorre o esgotamento da capacidade limitada da memória de trabalho, o processo torna-se ineficiente. Assim, métodos instrucionais que sobrecarregam a memória de trabalho, tornam o aprendizado mais difícil.

A sobrecarga imposta à memória de trabalho na forma de informação que precisa ser mantida mais a informação que precisa ser processada é referida como carga cognitiva. Métodos que reduzem a carga cognitiva maximizam o aprendizado pela liberação da capacidade da memória de trabalho. Ainda no que diz respeito ao aprendizado, é importante considerar a questão dos esquemas cognitivos.

Segundo Chong (2005), esquemas cognitivos são estruturas de conhecimento que categorizam múltiplos elementos de informação como um simples elemento e determinam uma ação apropriada. São hierarquicamente organizados, reduzem a carga na memória de trabalho e habilitam as pessoas a manter um número ilimitado de elementos de informação na memória de longa duração.

Segundo DeLeeuw e Mayer (2008), um dos maiores desafios no *design* de materiais instrucionais que envolvem o uso de multimídia é a sensibilidade quanto à carga cognitiva





do aprendiz durante a aprendizagem. Para os autores, uma atividade deveria ser desenhada de modo que o processamento total requerido na aprendizagem não exceda à capacidade de processamento do aprendiz. Ainda segundo os mesmos autores, a carga cognitiva é composta ou influenciada por muitos fatores e diferentes manipulações de situações de aprendizado podem causar tipos diferentes de carga cognitiva, assim, é possível que algumas medidas sejam mais sensíveis a um tipo de mudança na carga cognitiva que outras.

Alinhada à teoria da carga cognitiva está a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, que enfatiza a regra do aprendizado significativo (VAN MERRIENBOER; KESTER; PAAS, 2006); (SCHNOTZ; HEIB, 2009), que ocorre quando o aluno seleciona material relevante a partir de um conjunto de informações, organiza este conjunto dentro de uma representação coerente em uma capacidade limitada de memória de trabalho e o integra com conhecimento existente na memória de longo prazo (PAAS *et al.* 2005).

1.3 - A teoria cognitiva da aprendizagem multimídia

De acordo com Chong (2005), a teoria cognitiva do aprendizado multimídia de Mayer está baseada em uma integração entre a teoria da carga cognitiva, a teoria de codificação dupla e o modelo de memória de trabalho. Esta teoria está baseada em três pressupostos: a) informações e experiências visuais e auditivas são processadas por meio de canais de processamento separados e distintos; b) cada canal de processamento é limitado em sua habilidade de processar informações e experiências; c) o processamento de informações e experiências em canais é um processo cognitivo ativo projetado para construir representações mentais coerentes.

Nos modelos de aprendizagem que envolvem multimídia, o material instrucional pode conter gráficos e palavras (escritas ou faladas). Os gráficos e as palavras escritas são processados pelo sistema cognitivo do aprendiz por meio dos olhos (canal visual) e as palavras faladas por meio dos ouvidos (canal auditivo). Após esta organização, o aprendiz pode associar a nova informação ao conhecimento já armazenado na chamada memória de longo prazo, uma espécie de depósito do conhecimento deste aprendiz (MORENO; MAYER, 1999). A figura 1 demonstra o processo de captura, processamento e associação da informação com o conhecimento já armazenado na memória de longa duração.

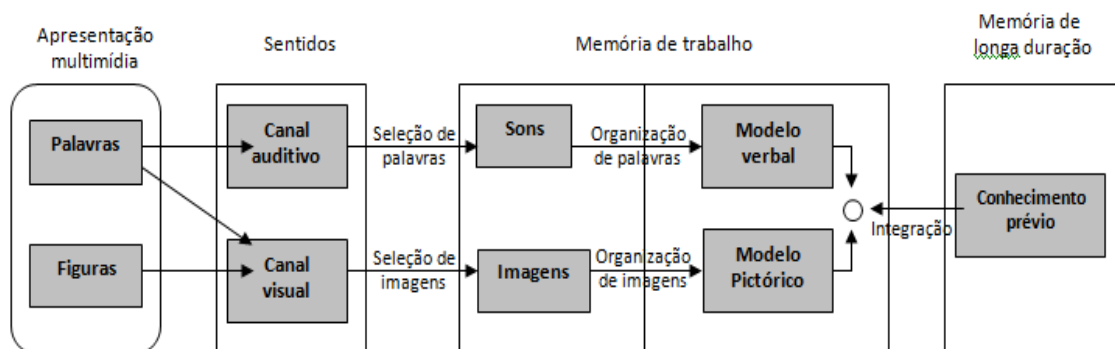


Figura 1 - Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia

Fonte: Adaptado de Clark e Mayer (2008)

Assim, baseados em pesquisas anteriores, Clark e Mayer (2008) sugerem alguns princípios inseridos nesta teoria, cujo objetivo é facilitar o processo de aprendizagem.



1.4 - O princípio da modalidade

Uma quantidade considerável dos materiais utilizados em cursos on line são construídos utilizando figuras, texto e áudio. Entretanto, nem sempre esta utilização é feita de forma que esses recursos tecnológicos sejam capazes de promover uma aprendizagem significativa. O princípio da modalidade parte do pressuposto de que esta utilização, para ser eficiente, deve respeitar um critério referente à forma de apresentação de informações para os alunos utilizando recursos multimídia. Este princípio sugere que a apresentação das informações aos alunos seja feita através de palavras narradas (áudio) ao invés de somente texto escrito em tela. A justificativa para esta recomendação é dada por Clark e Mayer (2008), quando assumem que nos casos onde há a necessidade de processamento simultâneo de gráficos e texto referente a estes gráficos, pode haver uma sobrecarga do canal visual/pictórico dos alunos. Se a atenção do aluno estiver voltada de modo a atender às palavras impressas na tela, este aluno não poderá direcionar esta mesma atenção no atendimento pleno à animação ou gráfico, especialmente quando palavras e imagens são apresentadas simultaneamente e em um ritmo rápido (MAYER; ANDERSON, 1991).

A teoria dos canais separados de Penney (1989) complementa este conceito. Segundo o autor, as pessoas têm canais de processamento de informações distintas para o processamento visual e verbal. Quando gráficos e texto impressos em tela são apresentados concomitantemente aos alunos, ambos precisam ser processados inicialmente no canal visual. Uma vez que a capacidade de cada canal é limitada, os gráficos e os textos impressos competem pela atenção do canal visual. A mente humana não consegue processar simultaneamente o texto escrito e os gráficos. Esta situação é apresentada pela figura 2 que demonstra a sobrecarga causada pela apresentação de informações através de somente um canal – o canal visual:

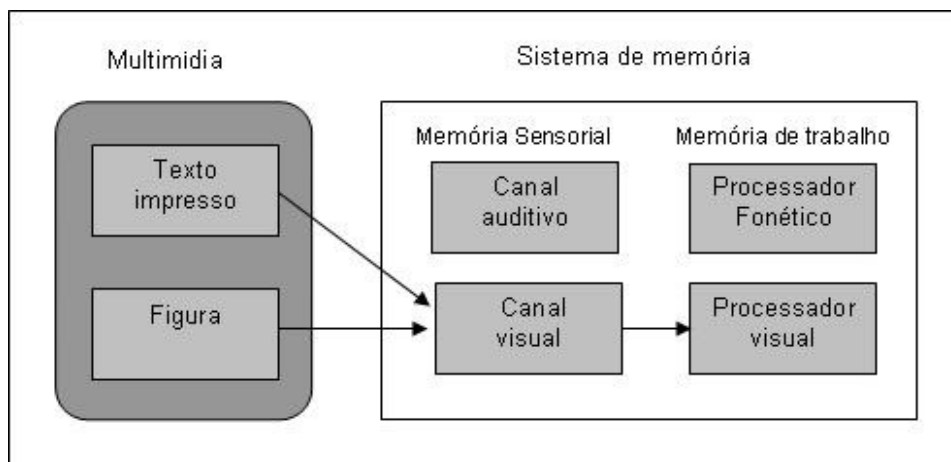


Figura 2 - Sobrecarga do canal visual com a apresentação de texto escrito e gráficos
Fonte: Adaptado de Clark e Mayer(2008)

O princípio da modalidade defende a ideia de que é possível reduzir esta carga no canal visual, apresentando a explicação verbal como texto narrado. Assim, o material verbal



entra no sistema cognitivo por intermédio da audição e é processado no canal auditivo/verbal. Ao mesmo tempo, os gráficos penetram no sistema cognitivo por intermédio da visão e são processadas no canal visual/pictórico. Esta situação é descrita pela figura 3.

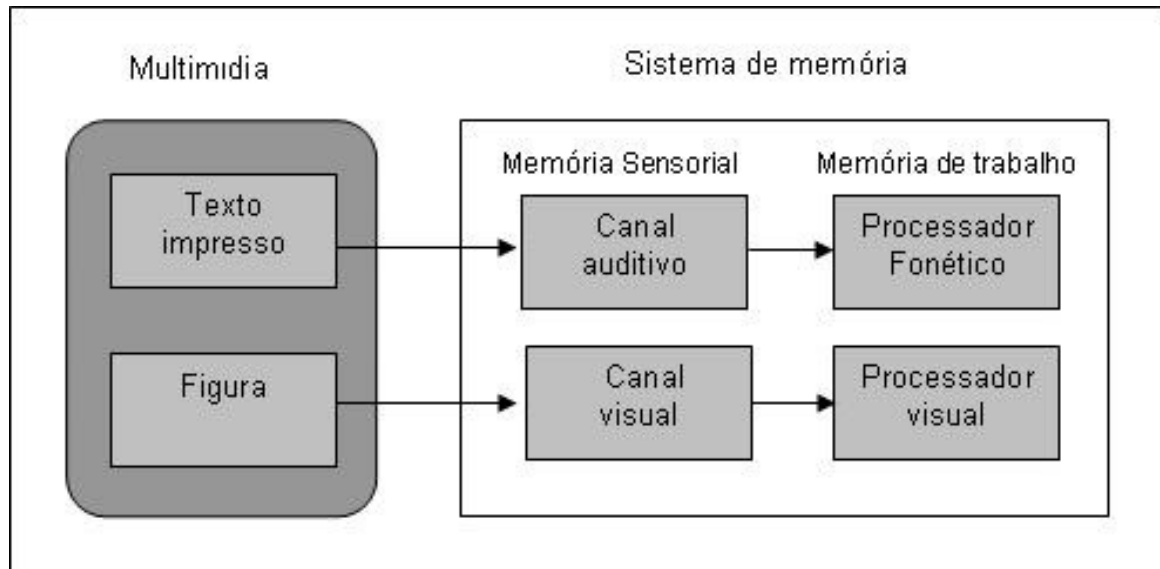


Figura 3 - Balanceamento do conteúdo apresentado por intermédio dos canais visual e auditivo com a apresentação de texto narrado e gráficos
Fonte: Adaptado de Clark e Mayer (2008)

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

O uso de um modelo que embase os requisitos cognitivos do aluno encontra relevância dentro do contexto da aprendizagem significativa, uma vez que poderia favorecer a liberdade em relação ao uso da tecnologia de apoio de um curso. Esta abordagem está alinhada com o conceito da aprendizagem centrada no aluno, que enxerga na utilização de um modelo instrucional mais personalizado, um embasamento às características cognitivas do estudante, resultando em um uso mais coerente da tecnologia educacional.

2. Metodologia

Para atingir os objetivos propostos, esta pesquisa foi dividida em fases como mostra a figura 4.

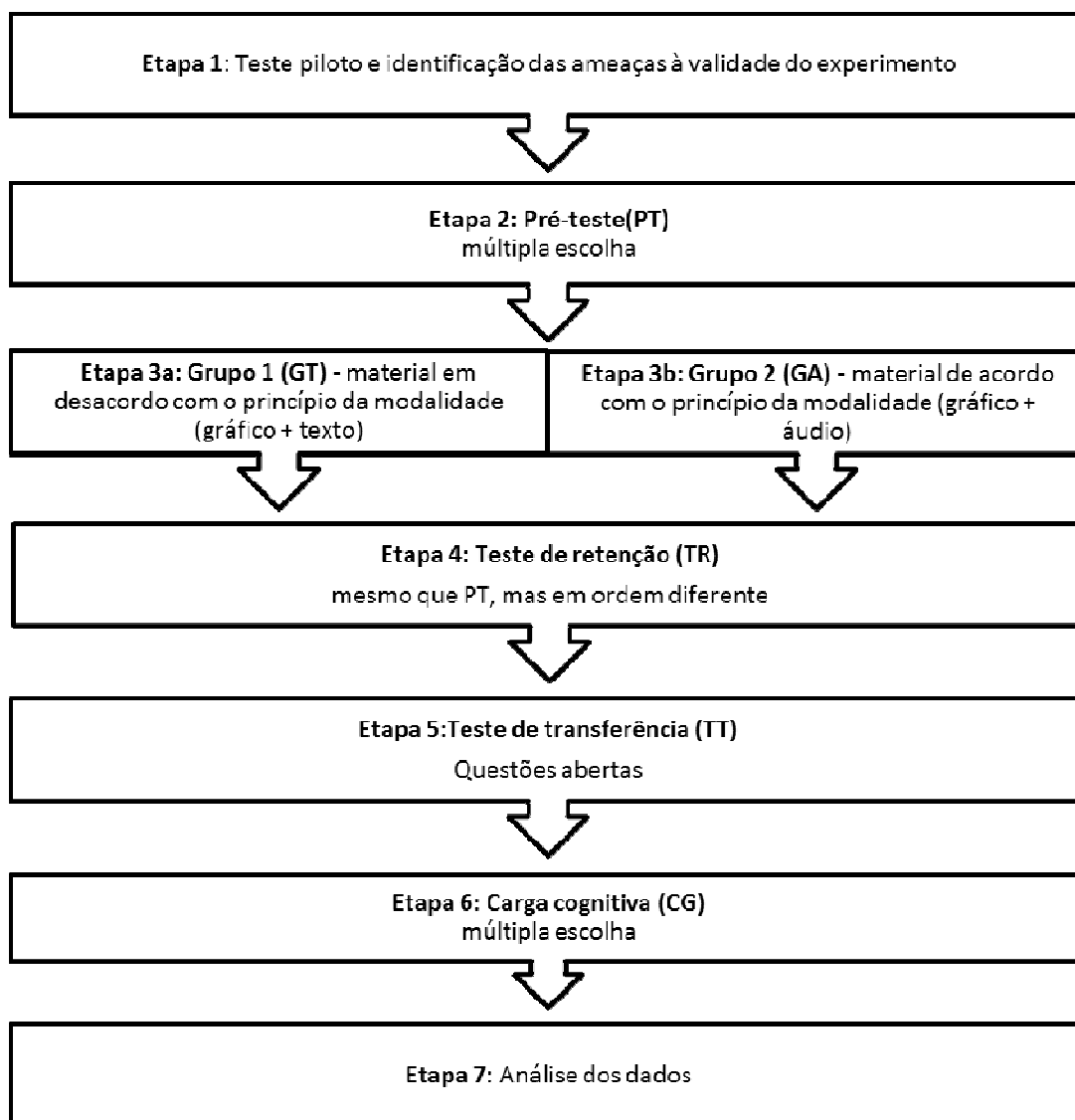


Figura 4 - Etapas da pesquisa
Fonte: autoria própria

Para este trabalho foi utilizado um instrumento *on line* que contou com três testes cujo tempo gasto foi cronometrado embora não tenham sido impostos limite para a sua conclusão, e um texto instrucional sobre Informática Industrial. O conteúdo do texto instrucional contou com um material composto por um gráfico acompanhado de texto impresso em tela para um dos grupos experimentais e o mesmo gráfico acompanhado de texto narrado para o segundo grupo. A amostra foi constituída de 94 alunos dos cursos superiores de Engenharia de Produção, Civil e Mecânica de uma faculdade privada situada no interior de São Paulo no ano de 2016. O estudo foi realizado em uma única sessão. Os alunos foram alocados em dois laboratórios, um para o grupo texto e outro para o grupo áudio. Os procedimentos metodológicos incluíram um pré-teste, que mediu o nível de conhecimento prévio do aluno, um teste de retenção, que avaliou a memorização do aluno a



respeito do conteúdo apresentado de modo que possibilitasse a comparação entre os grupos submetidos às duas modalidades de entrega de informações, um teste de transferência, cujo objetivo foi mensurar o nível de aquisição de competências formadas durante a unidade instrucional. Este teste contou com questões abertas e as respostas dos alunos foram classificadas em 5 níveis com variação de um a cinco. E, por último, o teste de Carga Cognitiva, cujo intuito foi medir o nível de carga cognitiva alcançado sob o ponto de vista do aluno por ocasião da leitura do material. O pré-teste e o teste de retenção continham questões de múltipla escolha com 5 alternativas cada e o teste de transferência foi constituído de perguntas abertas. A análise dos dados foi realizada coletando-se as respostas dos alunos para o pré-teste, teste de retenção, teste de transferência, tempo de resposta, nível de dificuldade encontrado e a modalidade de entrega das informações. Assim, determinou-se como variável independente a forma de entrega das informações (textual ou auditiva) e como dependentes, o nível de retenção das informações apresentadas, o nível de transferência destas mesmas informações e o nível de sobrecarga cognitiva. Para comparar os resultados do teste de retenção e do teste de transferência nas duas modalidades de entrega de informação (textual e auditivo), ficou determinada a utilização do teste t como teste estatístico e a análise de variância (ANOVA).

3. Resultados e discussão dos resultados

Para percorrer as etapas do instrumento os alunos gastaram em torno de 30 minutos. Os resultados gerais com relação à pontuação obtida e tempo gasto nos testes estão descritos na tabela 1:

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

	Tempo		Pontuação	
	Áudio	Texto	Áudio	Texto
Retenção	39,0 (22,4)	45,2 (40,4)	3,9 (0,6)	3,8 (0,8)
Transferência	214,2 (170,3)	276,0 (171,2)	3,4 (1,4)	2,8 (1,2)
Carga Cognitiva	13,5 (5,5)	17,3 (23,9)	3,1 (0,7)	3,4 (0,7)

Fonte: autoria própria



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

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

Para a realização do experimento os aprendizes foram aleatoriamente designados a compor um dos grupos e informados dos objetivos gerais, regras de navegação e de cada etapa requerida pelo instrumento até o seu término. A realização das etapas do experimento transcorreu de forma tranquila devido à antecipação de algumas possíveis ameaças identificadas pelo teste piloto. As ameaças reveladas por este teste foram: a) O retorno feito pelos alunos ao conteúdo já ministrado, e b) A fragilidade do aparato tecnológico utilizado pelo grupo referente à modalidade áudio. Por intermédio de trechos do conteúdo copiado com o auxílio de um editor de textos ou utilizando o botão “voltar” do navegador, os alunos tinham acesso ao texto no momento dos testes, caso estivessem com dúvidas sobre o tema abordado. Este problema foi solucionado com a adaptação do *software* de modo que o navegador não mais permitisse o retrocesso das telas. A questão das anotações em *software* de apoio foi solucionada com a observação direta da pesquisadora que se manteve em todo momento com os alunos no laboratório. A escolha de um laboratório com a disposição dos computadores voltados para as paredes permitiu que a visualização das telas dos alunos e consequente controle dos seus atos pudessem ser realizados.

Para resolver a questão da fragilidade dos fones de ouvidos utilizados no pré-teste, os fones foram substituídos por outros mais robustos e a configuração do som de cada máquina foi checada previamente. Além disso, o próprio instrumento de medição foi desenvolvido de modo a controlar o som do computador através de um mecanismo de teste prévio do som para que os ajustes necessários fossem realizados antes do início dos testes.

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

A primeira pontuação analisada foi obtida por meio do pré-teste e mensurou o nível de conhecimento inicial apresentado pelos alunos (pré-requisito do princípio da modalidade), para posterior mensuração em relação aos demais testes e também para a verificação da equivalência entre as amostras. Segundo os resultados obtidos, a diferença entre os níveis de conhecimento prévio dos alunos pertencentes aos dois grupos não foi significativa ($t=-1,01$, $p>0,05$), fato que comprova essa equivalência. Os grupos da modalidade texto (média=1,73, $s=0,36$) e da modalidade áudio (média=1,65, $s=0,35$) apresentaram uma diferença estatisticamente insignificante com relação ao grau de conhecimento prévio. As médias apresentadas pelos alunos dos dois grupos também sugerem que, além de possuírem em conhecimento equivalente, os alunos não apresentaram um nível de conhecimento prévio capaz de impedir o prosseguimento dos testes para investigação do princípio da modalidade. A equivalência das amostras e a classificação de novatos aplicada aos alunos sugerem que os resultados tanto do teste de retenção quanto do teste de transferência são resultantes da manipulação da modalidade de entrega das informações. Com relação ao tempo utilizado no pré-teste, os resultados





obtidos por meio de tratamento estatístico demonstraram mais uma vez que não houve diferença significativa entre os grupos ($t=0,59$, $p>0,05$). Isto significa que a modalidade praticada não teve influência no tempo gasto pelos grupos da modalidade texto (média=73,38, $s=38,70$) e da modalidade áudio (média=78,11, $s=37,55$).

3.3 - Etapa 3 – apresentação do conteúdo instrucional

Após a realização do pré-teste os grupos foram expostos ao conteúdo instrucional, sendo que cada grupo observou as particularidades da respectiva modalidade. O texto instrucional foi construído utilizando o *software* Microsoft Word 2013. Para o tratamento gráfico do texto apresentado no experimento foi utilizado o *software* Adobe Photoshop CS4. Este procedimento foi necessário para que pudessem ser oferecidas condições gráficas necessárias a um aplicativo apresentado via internet. Os testes (pré-teste, retenção, transferência e carga cognitiva) foram construídos por intermédio do *software* Question Writer 3.5. Tanto o texto instrucional quanto os testes necessitam de um navegador para sua execução e nesta pesquisa foi utilizado o Internet Explorer.

3.4 - Etapa 4 - TR: Teste de Retenção

Após o contato com o conteúdo instrucional, os alunos responderam ao teste de retenção, cuja análise estatística buscou identificar o grupo que obteve maior êxito na memorização das informações apresentadas. A comparação das médias totais do pré-teste (média=1,70, $s=0,36$) com o teste de retenção (média=3,86, $s=0,72$) demonstra que houve uma evolução no que diz respeito à assimilação do conteúdo apresentado. Essa evolução pode estar relacionada com a construção do material instrucional embasado por um modelo. No caso desta pesquisa, o modelo 4c/ID. Os resultados do teste de retenção ($t=0,31$, $p>0,05$) confirmaram a hipótese nula, demonstrando que não houve diferença significativa entre os dois grupos, ou seja, no que diz respeito à memorização das informações, nenhuma das duas modalidades foi mais eficiente do que a outra. Quanto ao tempo utilizado na resolução deste teste, a diferença observada nas médias das amostras também não demonstrou significância ($t=-0,90$, $p>0,05$).

3.5 - Etapa 5 - TT: Teste de transferência

O teste de transferência buscou mensurar quanto os alunos conseguiram transformar as informações apresentadas em conceitos e aplicá-las em situações diferentes. A média geral deste teste, assim como no teste de retenção, demonstrou que houve um aprendizado por parte dos alunos participantes da amostra ($m=3,11$, $s=1,35$) em relação ao pré-teste. O fato de a média geral do teste de transferência ter sido inferior à média alcançada pelo teste de retenção sugere que os alunos tiveram mais dificuldade em transformar os conceitos estudados em competências do que em memorizá-los.

Quanto à comparação entre grupos, os resultados estatísticos referentes ao teste de transferência demonstraram que houve uma diferença significativa entre os grupos ($t=2,04$, $p<0,05$), ou seja, no que diz respeito à aplicabilidade das informações apresentadas em um novo contexto, a modalidade áudio foi mais efetiva. Esse resultado condiz com os apresentados por Tabbers, Martens e van Merriënboer (2005) e Tindall-Ford, Chandler e





Sweller (1997), cujos resultados baseados na modalidade áudio se mostraram superiores no teste de transferência realizado.

Com relação ao tempo utilizado, os resultados do teste de transferência apresentaram uma diferença significativa entre as médias das amostras ($t=-1,72$, $p<0,05$) possibilitando a conclusão de que o grupo referente à modalidade áudio utilizou menos tempo até o término do teste.

3.6 - Etapa 6 - CG: Carga cognitiva

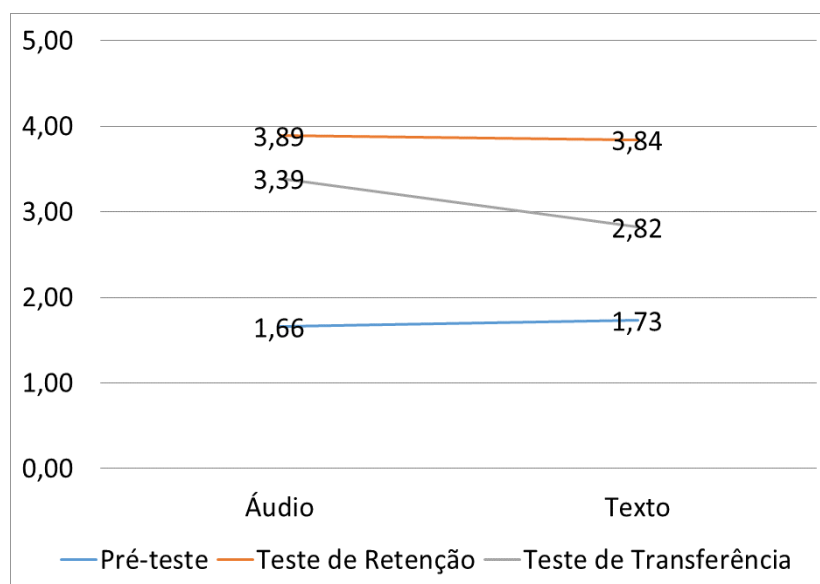
O teste de carga cognitiva buscou medir o grau de esforço mental utilizado por ocasião do conteúdo instrucional. Os resultados estatísticos revelaram haver uma diferença significativa entre os dois grupos ($t=-1,92$, $p<0,05$) e indicaram o grupo referente à modalidade texto como o grupo que teve um esforço mental maior. Quanto ao tempo utilizado, a diferença encontrada nos grupos não foi significativa ($t=-1,03$, $p>0,05$). Esse resultado foi condizente com os trabalhos de Tabbers, Martens e van Merriënboer (2004), onde se verificou que o grupo áudio foi submetido a menos carga cognitiva do que o grupo texto.

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

3.7 – Evolução

A evolução dos dois grupos experimentais quanto às pontuações obtidas nos testes é representada de forma sintetizada pelo gráfico 1.

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

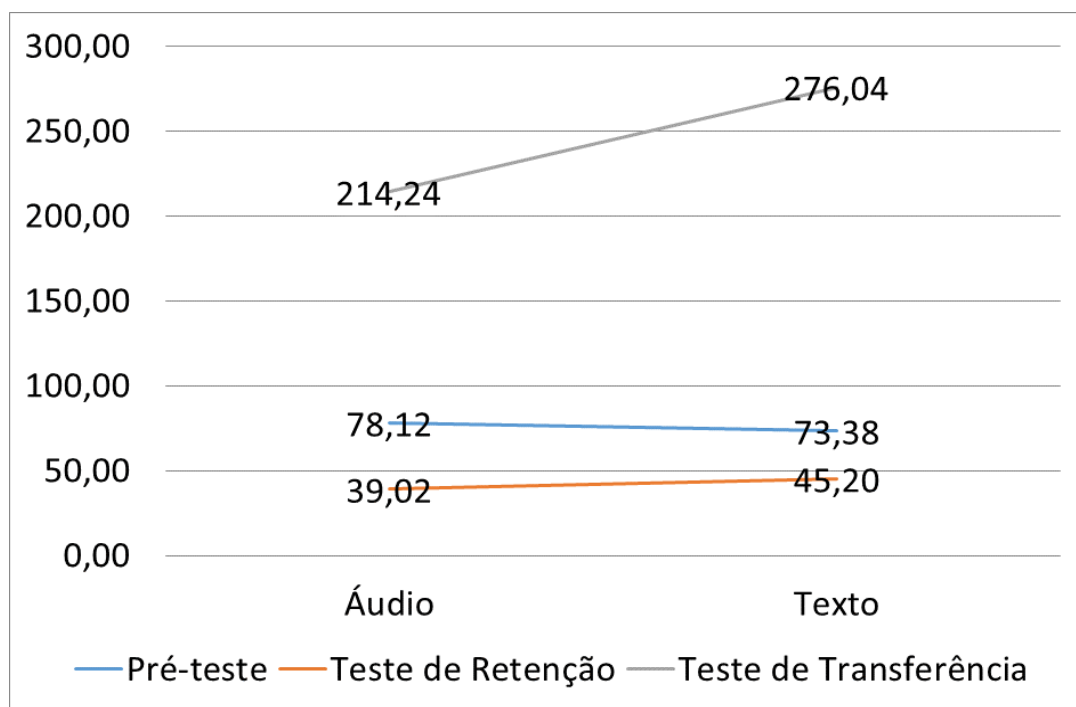


Fonte: autoria própria



A partir dos resultados apresentados é possível concluir que as médias do pré-teste indicam que ambos os grupos não possuíam conhecimento prévio suficiente para influenciar os resultados dos testes posteriores. Esta evolução se torna evidente quando as médias do teste de retenção são apresentadas, ou seja, os dois grupos experimentais apresentaram ganho no aprendizado. Esta informação é confirmada pelas médias apresentadas no teste de transferência. Por ser constituído na forma de perguntas abertas e por objetivar a mensuração da capacidade de aplicação de conceitos aprendidos em situações práticas, este teste foi julgado como o de maior importância no contexto do experimento. O fato de suas médias serem mais baixas do que as apresentadas pelo teste de retenção possivelmente encontra explicação na forma de mensuração. As questões de múltipla escolha descrevem conceitos “prontos”, mais fáceis de serem memorizados, enquanto que a aplicabilidade desses conceitos em outras situações requer dos alunos conhecimento efetivo e capacidade de raciocínio. No que diz respeito ao tempo gasto nos testes experimentais, a representação concisa é feita pelo gráfico 2.

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



Fonte: autoria própria

A análise deste gráfico permite concluir que os grupos tiveram desempenho semelhante no pré-teste e no teste de retenção. As médias mais baixas, obtidas no teste de retenção, sugerem que os alunos foram mais hábeis na definição dos conceitos apresentados pelo conteúdo instrucional, após o pré-teste. O tempo mais prolongado

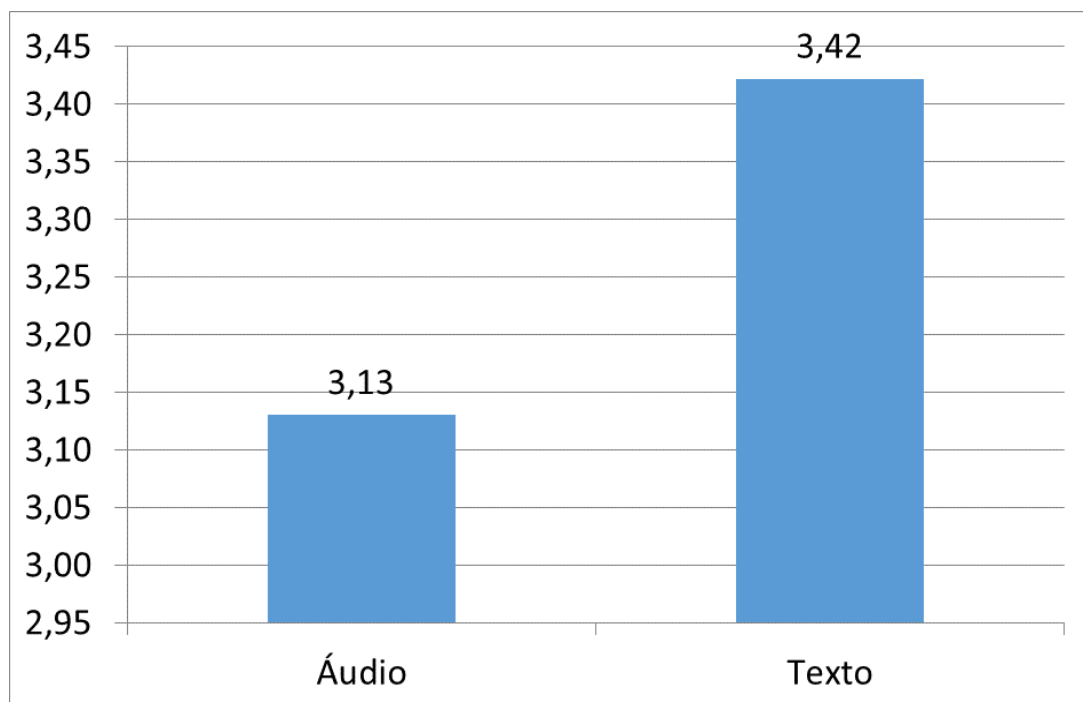




utilizado no momento do teste de transferência indica que ambos os grupos tiveram que procurar os esquemas cognitivos já formados para que pudessem ser estabelecidas as ligações que possibilitam a aplicação dos conceitos memorizados em situações novas. Como os alunos tiveram de construir suas próprias ligações cognitivas e produzir os textos que as explicavam, o tempo demandado por este teste foi mais longo. É possível verificar, entretanto, que para o grupo participante da modalidade áudio a média geral foi significativamente mais baixa.

Com relação à comparação entre as amostras considerando o nível de carga cognitiva, a representação dos dados é feita de forma sucinta pelo gráfico 3. De acordo com os dados do gráfico, o esforço empreendido na compreensão do conteúdo instrucional foi maior na modalidade texto. Estes resultados são fruto da percepção do próprio aluno.

Gráfico 3 – Nível da carga cognitiva alcançado pelos alunos considerando a forma de entrega das informações



Fonte: autoria própria

4. Conclusão

A contribuição deste estudo reside na comparação de duas formas de apresentação de informações aos alunos: áudio e texto. Com base nos resultados deste trabalho é possível concluir que a capacidade de aplicar conceitos em situações novas (aprendizagem) foi mais efetiva no grupo pertencente à modalidade áudio. O resultado superior alcançado pelo grupo desta modalidade pode significar que no contexto das disciplinas técnicas como Sistemas de gestão ambiental, onde o aluno é orientado a desenvolver habilidades transportando para a prática a teoria apresentada por um material instrucional, o princípio



da modalidade pode ter uma ampla contribuição. A comparação dos resultados dos grupos nos testes de transferência e retenção demonstra essa inclinação. Nas respostas onde os alunos tiveram de memorizar os conceitos abordados pelo conteúdo instrucional, a modalidade áudio não se mostrou superior. Com relação à carga cognitiva, o menor tempo gasto pelos estudantes pertencentes ao grupo da modalidade áudio aliado às maiores médias alcançadas por este grupo e às respostas dos alunos sobre sua própria percepção em relação à carga cognitiva despendida por ocasião dos testes, sugere que o impacto da carga cognitiva sobre a aprendizagem efetiva é menor nos grupos submetidos ao princípio da modalidade.

O resultado da comparação e avaliação do desempenho dos alunos, considerando o menor tempo e maior média alcançada pelo grupo da modalidade áudio, sugere que a aprendizagem (formação de habilidades e competências) foi mais efetiva no grupo submetido à esta modalidade. Os resultados mostraram ainda que se a escolha de materiais educacionais que fazem uso de recursos digitais em uma educação mediada pela tecnologia não for bem elaborada frequentemente, ocasiona uma sobrecarga na memória de trabalho dos estudantes e dificulta a aquisição de esquemas que requerem reflexão.

Referências Bibliográficas

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

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

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

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

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

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

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

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





PAAS, F. et al. (2005). A Motivational perspective on the relation between mental effort and performance: optimizing learner involvement in instruction. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.3, p.25-34.

PENNEY, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term memory. **Memory and Cognition**, v.17, p.398-442.

RICKERS, R. M. J. P. et al. (2004). Cognitive Load Theory as a Tool for Expertise Development. **Instructional Science**, v.32, p.173-182.

SANTOS, L. M. A.; TAROUÇO, L. M. R. (2009). A contribuição dos princípios da teoria da carga cognitiva para uma educação mediada pela tecnologia.

SCHNOTZ, W.; HEIB, A. (2009). Semantic scaffolds in hypermedia learning environments. **Computers in Human Behavior**, v.25, p.371-380.

TABBERS, H. K.; MARTENS, R. L.; VAN MERRIENBOER, J. J. G. (2004). **Multimedia instructions and cognitive load theory: effects of modality and cueing**. BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 71-81p.

TABBERS, H. K. et al. (2005). The modality effect in multimedia instructions. **Applied Cognitive Psychology**, p.1-6.

TINDALL-FORD, S. et al., (1997). When two sensory modes are better than one. **Journal of Experimental Psychology**, n.3, p.257-287.

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

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

