

OUVIR OU LER? COMO SE APRENDE MAIS? UM ESTUDO EM UM CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA

Matão – SP – maio 2011

**Nádia Cristina de A. Melli – Anhanguera Educacional/Centro Paula Souza –
nc.melli@uol.com.br**

Setor Educacional: Educação Universitária – 3

Área de pesquisa:

Nível macro: Teorias e Modelos – D

Nível Meso: Tecnologia Educacional – H

Nível micro: Design Instrucional - M

Natureza do Trabalho: Relatório de pesquisa – A

Classe: Investigação Científica - 1

RESUMO

A expansão da educação a distância (EaD) no panorama educacional suscita inquietações relativas ao nível da aprendizagem produzida nos alunos. Segundo as teorias da carga cognitiva e da aprendizagem multimídia, substituir texto por áudio diminui a carga da memória de trabalho e conduz a uma maximização desta aprendizagem. Baseado na escassez de pesquisas brasileiras que tivessem como foco, a aplicação do princípio da modalidade em unidades educacionais, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência deste princípio na aprendizagem efetiva no contexto 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. A amostra foi constituída de 84 alunos de um curso de engenharia de controle e automação em uma instituição privada de ensino superior. Os resultados sugerem um desempenho melhor por parte dos alunos que ouviram o material instrucional em relação aos que leram. Estes resultados indicam que a carga cognitiva mensurada nos grupos revelou-se maior no grupo da modalidade texto.

Palavras chave: Princípio da modalidade; Educação a distância; design instrucional.

I. INTRODUÇÃO

O momento atual vivido pela educação a distância está intimamente ligado às tecnologias educacionais. Entretanto, um dos grandes problemas observados atualmente no campo do *e-learning* refere-se à excessiva confiança na tecnologia para a entrega de informações aos alunos com o intuito de produzir o conhecimento. Este possível excesso de confiança em detrimento do conhecimento dos processos cognitivos humanos resultando em ambientes que não favorecem a aprendizagem significativa pode ser um indício de que o design instrucional de um curso pode estar entre os fatores responsáveis pela não efetividade na aprendizagem idealizada, uma vez que este termo pode ser definido como o planejamento do ensino-aprendizagem, incluindo atividades, estratégias, sistemas de avaliação, métodos e materiais instrucionais ^[6]. No que diz respeito a métodos instrucionais, inúmeras teorias têm a preocupação de propor formas eficazes de aplicação. Neste trabalho optou-se por duas delas: A teoria da carga cognitiva ^{[22], [7]} e a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia ^[12].

II. AS TEORIAS DA CARGA COGNITIVA E DO APRENDIZADO MULTIMÍDIA

A teoria da carga cognitiva usa interações entre a estrutura da informação e o conhecimento da cognição humana para determinar o design instrucional ^{[19], [14]}. 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 ^[23]. Além disso, esta teoria tem como foco as consequências instrucionais de uma memória de trabalho limitada, que pode ser contornada pelo conhecimento adquirido na memória de longa duração. A questão central da teoria da carga cognitiva é o desenvolvimento de métodos instrucionais que usem eficientemente a capacidade limitada de processar informação e o estímulo das habilidades de aplicação do conhecimento e resolução de novos problemas. A teoria da carga cognitiva parte do pressuposto de que o ser humano não pode processar muitas informações na memória a cada momento ^[16]. Isto porque segundo esta teoria, o ser humano é dotado de uma memória de trabalho que possui capacidade de processamento e duração limitadas no que diz respeito a novas informações. A memória de trabalho precisa estar livre para receber a nova informação oriunda de um conteúdo instrucional. Quando ocorre o esgotamento da capacidade limitada da memória de trabalho, o processo torna-se ineficiente. 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. Alinhada à teoria da carga cognitiva está a teoria cognitiva

da aprendizagem multimídia, que se baseia 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 aluno por meio dos olhos (canal visual) e as palavras faladas por meio dos ouvidos (canal auditivo). Após esta organização, o aluno pode associar a nova informação ao conhecimento já armazenado na chamada memória de longo prazo, uma espécie de depósito do conhecimento deste aluno [26]; [17], [12], [3].

A figura 1 demonstra o processo de captura, processamento e associação da informação com o conhecimento já armazenado na memória de longa duração.

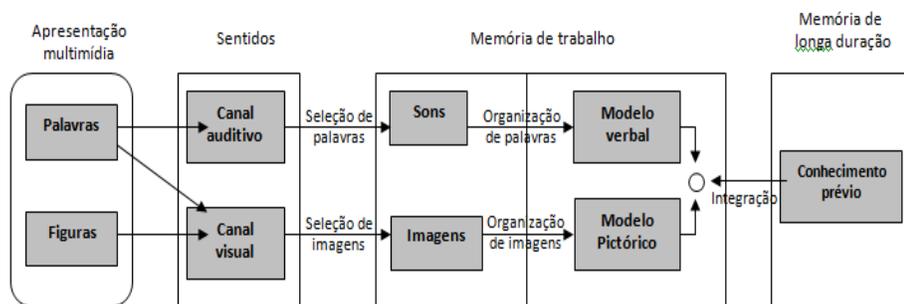


Figura 1 - Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia
Fonte: Adaptado de Clark e Mayer (2008)

III. O PRINCÍPIO DA MODALIDADE

Uma quantidade considerável dos materiais utilizados em cursos *on line* é construída 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. Isto porque, 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 ^{[4],[13]}. Esta situação é apresentada pela figura 2 que demonstra a sobrecarga causada pela apresentação de informações somente através do canal visual:

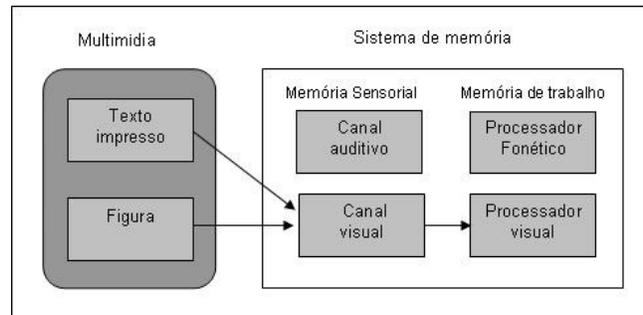


Figura 2 - Sobrecarga do canal visual com a apresentação de texto escrito e gráficos
 Fonte: Adaptado de Clark e Mayer (2008)

O princípio da modalidade defende o conceito 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.

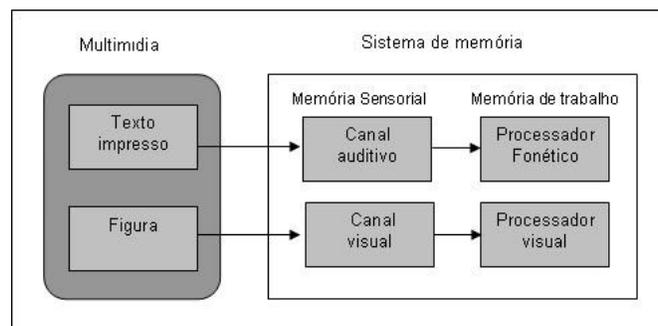


Figura 3 - Balanceamento do conteúdo apresentado por intermédio dos canais visual e auditivo com a apresentação de texto narrado e gráficos
 Fonte: Adaptado de Clark e Mayer (2008)

IV. METODOLOGIA

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 algoritmos e programação. 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: Esta pesquisa utilizou uma amostra composta por 84 alunos do primeiro ano de um curso superior de Engenharia de Controle e Automação de uma faculdade privada situada no interior de São Paulo no ano de 2.011. Os estudantes foram aleatoriamente divididos em dois grupos de estudos com 42 alunos.

b) Procedimentos experimentais: Os procedimentos do instrumento de medição *on line* foram organizados em sete etapas detalhadas a seguir:

Etapa 1 – Teste piloto e ameaças à validade do experimento - Um teste piloto foi aplicado com o intuito de antecipar fatores que possam interferir na validade interna do experimento.

Etapa 2 - PT: Pré-teste (Nível de conhecimento anterior) - Os níveis de conhecimento prévio do aluno foram determinados usando os dados obtidos a partir de um teste de conhecimento prévio (pré-teste). O nível de conhecimento prévio dos alunos foi delimitado classificando-se a quantidade de acertos em uma escala de um a cinco.

Etapa 3 – Apresentação do conteúdo - 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 computadores que apresentaram as instruções na modalidade de texto narrado tiveram fones de ouvido acoplados. A participação dos alunos foi voluntária.

Etapa 4 – TR: Teste de Retenção - O teste de retenção consistiu de 5 questões, também de múltipla escolha, com as mesmas opções que o pré-teste, porém dispostas em ordem diferente. Este teste 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. Assim como o pré-teste, contou com um instrumento *on line* para análise, teve o nível de retenção de informações delimitado por meio da classificação da quantidade de acertos em uma escala de 1 a 5.

Etapa 5 – TT: Teste de Transferência - A aquisição de competências formadas durante a unidade instrucional foi mensurada por meio da realização de um teste final de transferência. Este teste contou com questões abertas e as respostas dos alunos foram classificadas em 5 níveis com variação de um a cinco. Posteriormente este teste possibilitou a comparação entre os níveis de conhecimento adquirido pelos alunos nas duas modalidades de entrega de informação.

Etapa 6 – CG: Carga Cognitiva – O nível de carga cognitiva alcançado sob o ponto de vista do aluno por ocasião da leitura do material foi avaliado por um teste de múltipla escolha, sendo que mais de uma alternativa poderia ser a correta.

Etapa 7 – Análise dos dados - Os dados coletados foram 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).

c) Manipulação do experimento: modalidade de entrega das informações:

Esta variável independente foi manipulada de forma a expor os grupos experimentais a diferentes modalidades de entrega das informações: textual e auditiva. A manipulação desta variável em dois níveis permitiu a mensuração de cada grupo experimental no que diz respeito à memorização das informações (teste de retenção) e à aquisição de conhecimento (teste de transferência) por parte do aluno.

d) Instrumento de coleta de dados: Este trabalho elegeu como procedimento

de cálculo de confiabilidade, o coeficiente *alfa de Cronbach*, cujo valor foi calculado em 0,65, resultado considerado satisfatório na indicação da confiabilidade do instrumento. No que diz respeito à validade interna da situação experimental, o modelo pré-teste/pós teste com grupos aleatórios utilizado neste trabalho possibilita que o pesquisador consiga maximizar o nível de controle dos fatores ou fontes de invalidação interna.

e) Covariáveis: A variável “tempo de resposta” foi utilizada como covariável

neste estudo, com o intuito de auxiliar no entendimento das questões referentes ao princípio da modalidade ^{[9],[18]}.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados gerais com relação à pontuação obtida e tempo gasto nos testes estão descritos na tabela 1:

	Tempo		Pontuação	
	Áudio	Texto	Áudio	Texto
Retenção	37,0 (21,3)	43,2 (39,4)	3,8 (0,5)	3,6 (0,7)
Transferência	212,1 (171,2)	274,7 (171,2)	3,2 (1,3)	2,7 (1,1)
Carga cognitiva	14,3 (5,2)	15,9 (24,9)	2,9 (0,8)	3,5 (0,8)

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

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:

A - Etapa 1 - Teste piloto e ameaças à validade do experimento: 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. 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.

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.

B - Etapa 2 - PT: Pré-teste (Nível de conhecimento prévio): Segundo os resultados obtidos, a diferença entre os níveis de conhecimento prévio dos alunos pertencentes aos dois grupos não foi significativa ($t=-1,09$, $p>0,05$), fato que comprova essa equivalência. Os grupos da modalidade texto (média=1,75, $s=0,37$) e da modalidade áudio (média=1,67, $s=0,36$) apresentaram uma diferença estatisticamente insignificante com relação ao grau de conhecimento prévio. As médias apresentadas pelos alunos dos dois grupos também sugere que, além de possuírem um nível de 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 sugere que os resultados tanto do teste de retenção quanto do teste de transferência são resultantes da manipulação da modalidade de entrega das informações. Com relação ao tempo utilizado no pré-teste, os resultados obtidos por meio de tratamento estatístico demonstraram mais uma vez não haver diferença significativa entre os grupos ($t=0,61$, $p>0,05$). Isto significa que a modalidade praticada não teve influência no tempo gasto pelos grupos da modalidade texto (média=74,62, $s=39,60$) e da modalidade áudio (média=76,09, $s=36,46$).

C - 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. Os testes (pré-teste, retenção, transferência e carga cognitiva) foram construídos por intermédio do software Question Writer 3.5. Tanto o texto instrucional quanto os testes necessitam de um navegador para sua execução e nesta pesquisa foi utilizado o Internet Explorer. A contribuição do modelo 4c/ID na construção do conteúdo instrucional ficou evidente pelo uso de informações Just in Time (JIT), que foram utilizadas na forma de hiperlinks, onde o aluno poderia consultar conceitos necessários no prosseguimento da transmissão de informações.

D - 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=1,68, s=0,37) com o teste de retenção (média=3,92, s=0,73) 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 ($t=0,3$, $p>0,05$) 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 ($t=-0,88$, $p>0,05$).

E - 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 ($m=2,9$, $s=1,37$) 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 ($t=2,34$, $p<0,05$), ou seja, no que diz respeito à aplicabilidade das informações apresentadas em um novo contexto, a modalidade áudio foi mais efetiva.

Com relação ao tempo utilizado, os resultados do teste de transferência apresentaram uma diferença significativa entre as médias das amostras ($t=-1,76$, $p<0,05$) possibilitando a conclusão de que o grupo referente à modalidade áudio utilizou menos tempo até o término do teste.

F- Etapa 6 - CG: Carga cognitiva: Os resultados estatísticos revelaram haver uma diferença significativa entre os dois grupos ($t=-1,95$, $p<0,05$) 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 significante ($t=-1,04$, $p>0,05$). 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.

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

VI. 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 Algoritmos e Programação, 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 fato de os alunos pertencentes à modalidade áudio terem concluído os testes mais rapidamente sem entretanto prejudicar o nível dos resultados, indica que os alunos pertencentes a este grupo estavam menos sobrecarregados, possivelmente por já estarem acostumados à incorporação do áudio nas diferentes tarefas do seu cotidiano. O resultado da comparação e avaliação do desempenho dos 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 feita, frequentemente ocasiona uma sobrecarga na memória de trabalho dos estudantes e dificulta a aquisição de esquemas que requerem reflexão.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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
- [5] 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.
- [6] FILATRO, A. C. (2008). **Design instrucional na prática** ed. São Paulo - SP: Pearson Education do Brasil
- [7] 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.
- [8] GINNS, P. (2005). Meta Analysis of the modality effect. **Learning and Instruction**, v.15, p.313-331.
- [9] MAYER, R.; ANDERSON, R. (1991). **Animations need narrations: an experimental test of a dual-coding hypothesis** Journal of Educational Psychology 484-490p.
- [10] 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.
- [11] PAAS, F. et al. (2004). **Cognitive load theory: instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture**. **Instructional Science**, v.32, p.1-8.
- [12] 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.
- [13] PENNEY, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short-term memory. **Memory and Cognition**, v.17, p.398-442.
- [14] RICKERS, R. M. J. P. et al. (2004). Cognitive Load Theory as a Tool for Expertise Development. **Instructional Science**, v.32, p.173-182.
- [15] SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. (2006). **Metodologia de pesquisa**. MCGRAW-HILL. 3 ed. São Paulo:
- [16] SANTOS, L. M. A. ; TAROUÇO, L. M. R. (2009). A contribuição dos princípios da teoria da carga cognitiva para uma educação mediada pela tecnologia.
- [17] SCHNOTZ, W. ; HEIB, A. (2009). Semantic scaffolds in hypermedia learning environments. **Computers in Human Behavior**, v.25, p.371-380.
- [18] 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.
- [19] TABBERS, H. K. et al. (2005). The modality effect in multimedia instructions. **Applied Cognitive Psychology**, p.1-6.
- [20] TINDALL-FORD, S. et al. (1997). When two sensory modes are better than one. **Journal of Experimental Psychology**, n.3, p.257-287.
- [21] VAHLDICK, A. et al. (2007). Aplicação das técnicas de projeto instrucional 4C/ID na produção de objetos de aprendizagem em conformidade com o SCORM usando um software livre como ferramenta de autoria. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre - RS, v.5, p.1-10.
- [22] VAN MERRIENBOER, J. J. G. ; AYRES, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. **Educational Technology Research and Development**, v.53, n.3, p.5-13.
- [23] 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.
- [24] 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.