

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
ESPECIALIZAÇÃO EM INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Projeto de Pesquisa

**PRINCÍPIOS DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA
VOLTADOS À EDUCAÇÃO CORPORATIVA**

Enise Regina Willms Passos

Área temática: nível micro – design instrucional e da aprendizagem

Campo Grande – MS

Novembro de 2020.

1 PROBLEMA DE PESQUISA

Investigar como utilizar princípios da teoria da carga cognitiva de John Sweller, em soluções educacionais voltadas à educação corporativa, a fim de favorecer efetivamente o aprendizado.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Com orçamento cada vez mais restrito, efetivo de pessoal reduzido, metas a cumprir, desempenho a melhorar, cobranças do cidadão e concorrência acirrada, a tônica tanto na iniciativa privada, quanto nas empresas e órgãos públicos, é fazer mais com menos. E capacitar pessoas continua sendo imprescindível. A exigência é sempre por melhores resultados. E isso não é diferente com a educação corporativa, sobretudo em relação ao desenvolvimento de soluções educacionais.

Diariamente são inseridas na plataforma de ensino da empresa na qual trabalho, grande quantidade de material instrucional. Via de regra, os empregados têm um extenso rol de cursos a realizar anualmente e muitos são densos, com grande volume de informação e nem sempre parecem facilitar o aprendizado.

Corroborando com essa percepção, desde que iniciamos as disciplinas da Especialização em Inovação e Tecnologias na Educação pela ENAP – Escola Nacional de Administração Pública, foi assunto recorrente nos fóruns a mesma questão em várias instituições e órgãos públicos: a qualidade dos materiais didáticos, sobretudo aqueles relacionados aos cursos autoinstrucionais por vezes são ainda mera transposição de cursos presenciais para o ambiente *Web*. Nos relatos dos colegas de curso, não era incomum arquivos em *Word* serem convertidos para o formato “pdf” e disponibilizados na plataforma *Moodle* como curso, com algumas adaptações. E mesmo em relação ao ensino presencial, há possibilidades de melhoria em relação à forma como o educador planeja o curso, a palestra ou produz o material didático.

É preciso levar em consideração ainda, que na era da informação estamos sujeitos a todo momento a grande quantidade de conteúdos por diferentes mídias, e que os meios de capacitação não devem se tornar mais uma fonte de cansaço mental aos indivíduos.

Dessa forma, ferramentas que possam apoiar a construção de soluções educacionais enxutas, objetivas e que levem em conta a arquitetura cognitiva

humana são extremamente relevantes. Assim, este artigo pretende ser uma contribuição aos *designers* instrucionais, conteudistas, tutores, especialistas em mídia – ou seja, a toda equipe multidisciplinar que precisa igualmente dominar esse conhecimento.

Aqui vale uma explicação sobre o papel dos *designers* instrucionais. Sua origem remonta à Segunda Guerra Mundial e a ele cabe desenvolver soluções educacionais, adaptar materiais didáticos de um formato para outro, definir objetivos, revisar, reescrever conteúdos e os estruturar didaticamente, criar atividades avaliativas e materiais de apoio como vídeos, gráficos, *podcasts*, infográficos, *slides*, de forma a facilitar a compreensão do conteúdo pelo aluno.

A educação corporativa tem uma particularidade: a aplicação imediata. Em geral o colaborador precisa fazer uma capacitação para desenvolver novas competências - conhecimentos, habilidades e atitudes que se transformem em resultados para a organização. Ou seja, precisa saber operar uma nova máquina, um novo sistema, conhecer diretrizes estratégicas, vender um serviço ou produto, realizar procedimentos, tomar ciência dos impactos de uma normativa para o desempenho de suas atividades, entre outros. Tudo isso, concomitante às atividades laborais corriqueiras, diferentemente da educação escolar/acadêmica em que o aluno se dedica exclusivamente a tal atividade.

Diante dessa realidade corporativa e de tantas possibilidades de informação que temos atualmente, manter a atenção, o interesse e a concentração do aluno é tarefa cada vez mais desafiadora. A capacidade da nossa memória de trabalho (também conhecida como memória operacional), em processar tantas informações simultaneamente, é limitada. Adiante serão detalhadas características da memória de trabalho que, além do armazenamento das informações, é responsável também por seu gerenciamento.

Recentemente uma universidade da Holanda, a *Open University* publicou um estudo na revista científica *Computers in Human Behavior* (CUNHA, 2020) no qual são levantadas dúvidas acerca das "teorias de que o cérebro dos jovens modernos estariam se adaptando a trabalhar com a multiplicidade de

informação" (BARBOSA, 2011). Em outro levantamento científico, Walter Lima (CUNHA, 2020) do Núcleo de Ciência Cognitiva da Universidade de São Paulo - USP, ressalta que "a execução de diversas tarefas ao mesmo tempo causa a dispersão de atenção, que é a porta de entrada da memória. Sem atenção, não há conhecimento" (BARBOSA, 2011 apud CUNHA, 2020).¹ A pesquisa está voltada à capacidade de aprendizado dos *multitaskers* – pessoas que realizam mais de uma tarefa ao mesmo tempo.

Então, como nossa memória de trabalho não se expandiu na velocidade dos *exabytes* produzidos na *Web*, parece que otimizar a forma, o volume, o tempo de duração, os meios e recursos nos quais a informação será disponibilizada, é o caminho para reter a atenção do aluno e potencializar o aprendizado.

¹ CUNHA, D. **A carga cognitiva dos materiais instrucionais e o processo de aprendizagem**. Minneapolis: Sophia, c2020. Disponível em: <https://www.sophia.org/tutorials/a-carga-cognitiva-dos-materiais-instrucionais-e-o> Acesso em: 27 set. 2020.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo da pesquisa é identificar princípios da teoria da carga cognitiva que contribuem para a produção de soluções educacionais enxutas e objetivas voltadas à educação corporativa, de forma a reduzir a sobrecarga cognitiva do aluno e favorecer a aprendizagem.

3.2 Objetivos específicos

Revisar a literatura; identificar princípios da teoria da carga cognitiva; apontar diretrizes da teoria da carga cognitiva aplicáveis à produção de soluções educacionais.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A teoria da carga cognitiva

[...] teoria instrucional (CLARK, NGUYEN, & SWELLER, 2006) que, baseando-se em no conhecimento sobre a cognição, busca produzir diretrizes e técnicas que venham a orientar a elaboração/preparação de um ensino que resulte em uma aprendizagem mais eficiente. A Teoria da Carga Cognitiva lida com a carga imposta nos processos cognitivos dos indivíduos quando eles realizam uma tarefa específica (SOUZA, 2010).

A teoria da carga cognitiva faz parte dos estudos da ciência cognitiva, relativa ao funcionamento da mente e da inteligência, às estruturas de aprendizagem e como se dá o processamento das informações.

É atribuída ao psicólogo educacional australiano John Sweller, que se dedicou a pesquisas na área da aprendizagem.² A teoria começou a ser delineada em 1976 e foi embasada em dezenas de experimentos, comprovando que limitações da memória de trabalho influenciam o aprendizado. Entretanto, somente em 1988 é que Sweller propõe formalmente a teoria da carga cognitiva (SOUZA, 2010).

Os experimentos de Sweller (SOUZA, 2010) atestaram que a memória de trabalho é limitada tanto pelo tempo de retenção da informação quanto pela quantidade de elementos que podem ser assimilados ao mesmo tempo. Assim, sempre que se ultrapassa esse limite, a memória fica sobrecarregada e há prejuízo da aprendizagem.

Datam do final do século XIX as primeiras pesquisas³ que indicavam haver mais de um tipo de memória. Posteriormente em 1956 o psicólogo americano George

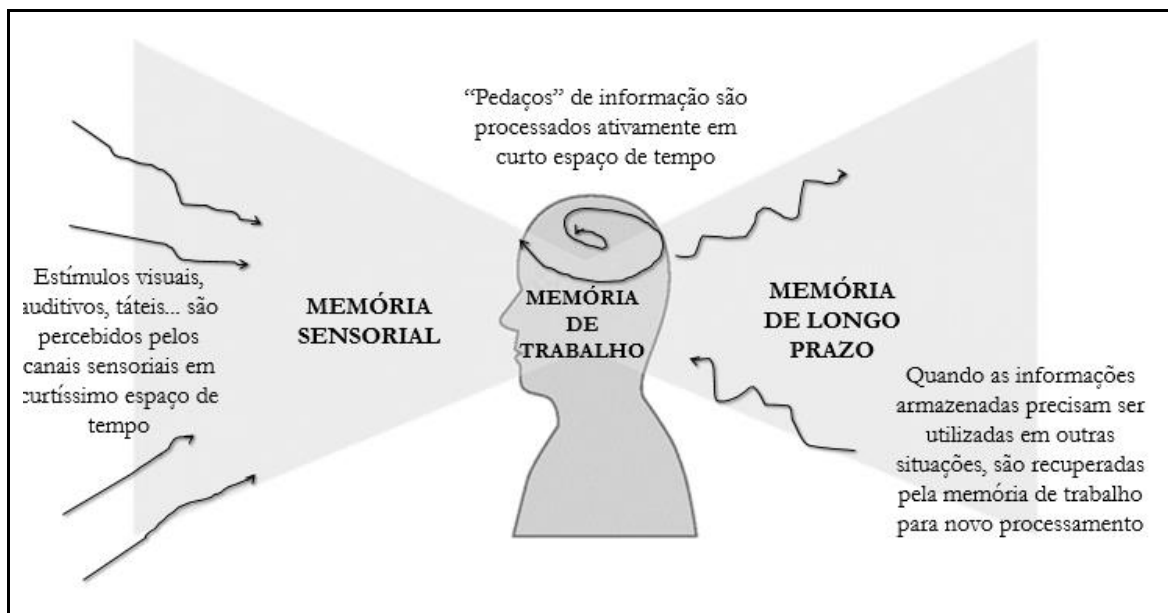
² Os livros de Sweller não estão disponíveis em português.

³ Hermann Ebbinghaus (1850-1909) foi um psicólogo alemão, considerado o primeiro autor na psicologia a desenvolver estudos experimentais sobre a memória. Em 1885 publica seu livro *Memory*. Seus estudos são ainda hoje relevantes. Outro expoente, precursor da psicologia cognitiva foi Frederic Bartlett (1886-1969), psicólogo britânico e primeiro professor de psicologia experimental da Universidade de Cambridge. Fonte: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/psicologia/memoria.htm>
https://pt.qwe.wiki/wiki/Frederic_Bartlett. Acesso em: 27 set. 2020.

A. Miller (FILATRO, 2018b) sistematizou o que ficou conhecido como o “mágico número sete, mais ou menos dois”. Considerado um dos criadores da ciência cognitiva moderna, seus estudos indicaram que a memória de trabalho pode gerenciar 7 + ou – 2 unidades de novas informações simultaneamente, as quais ele denominou “*chunck*”, que em inglês significa “pedaço”. Basicamente, a memória de trabalho pode lidar com apenas 7 pedaços de informação nova ao mesmo tempo.

A estrutura cognitiva humana possui dois tipos de memória que trabalham conjuntamente: a memória de curto prazo e a memória de longo prazo. A memória de curto prazo divide-se em memória sensorial e memória de trabalho. A seguir, ilustração de como ocorre o processamento da informação.

Figura 1 – Como as pessoas processam a informação



Fonte: adaptada de Filatro (2018a).

Na memória de longo prazo ficam arquivados fatos, conceitos complexos, esquemas “que organizam pedaços de informação em padrões de conhecimento, conferindo profundidade e riqueza ao nosso pensamento” (FILATRO, 2018, p. 92).

A seguir estão detalhadas características da estrutura cognitiva humana relacionadas à memória.

Quadro 1 – Tipos de memória

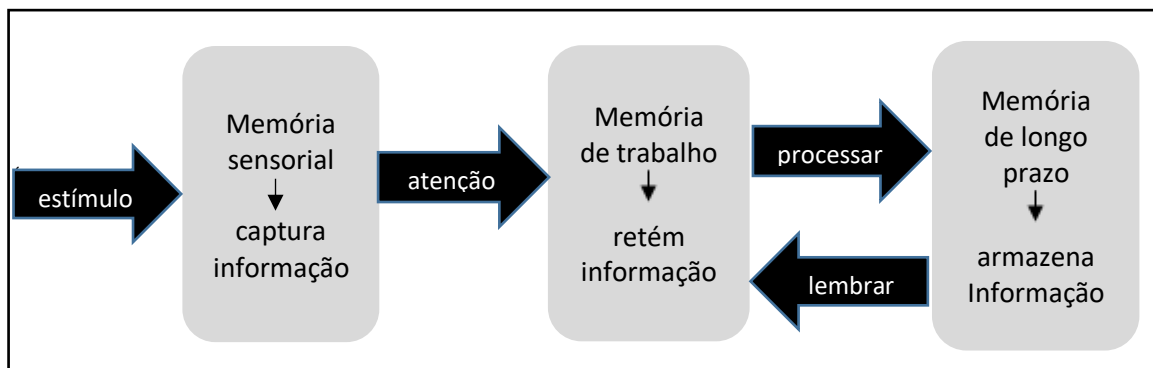
<p>Memória de curto prazo</p>	<p>Memória sensorial: processa estímulos que chegam aos órgãos dos sentidos. Nesta memória a informação fica retida por aproximadamente 1 segundo, ou seja, se extingue muito rapidamente. Envolve processos de percepção e atenção.</p>
	<p>Memória de trabalho: é a parte intelectual consciente, que nos permite resolver problemas, escrever um texto, enviar uma mensagem pelo celular. É por meio dela que este texto foi escrito e está sendo lido. Armazena uma pequena quantidade de novas informações por poucos segundos e as transfere para a memória de longo prazo sob certas condições, ou seja, desde que a capacidade de processamento não tenha sido extrapolada.</p>
<p>Memória de longo prazo</p>	<p>Pode armazenar uma quantidade ilimitada de informações por dias, meses ou quase toda a vida. Nessa memória permanece tudo que aprendemos consciente ou inconscientemente. Quando alguém cita os Beatles, por exemplo, pessoas para as quais essa informação é conhecida, poderão associar à história da banda, o período histórico e até mesmo cantarolar algumas músicas. Neste caso, é a memória de longo prazo que está sendo utilizada. Tem capacidade de guardar informações simples, como uma senha, até amplas e complexas, como estudos, detalhes e habilidades específicas de determinado assunto.</p>

Fonte: elaborada pela autora.

Para Filatro (2018, p. 92), “é como se a memória de trabalho fosse um caderno de rascunho e a memória de longo prazo um sistema de arquivos”.

De forma geral, a memória humana está estruturada como mostra a figura a seguir.

Figura 2 – Estrutura da memória



Fonte: adaptada de Aula 2 (2017).

Assim, pode-se perceber que as memórias são interligadas e interdependentes e para a teoria da carga cognitiva, além da limitação da capacidade da memória de trabalho, outros conceitos estratégicos são a relação entre carga x sobrecarga e a ideia de esquemas.

Carga cognitiva é a quantidade de informação que a memória de trabalho consegue suportar, é o que flui em um pequeno espaço de tempo na mente. Sobrecarga é o que excede o volume de informações que essa memória pode armazenar, seja pelo excesso de texto, fala, imagem ou som, que culmina por fadigar o indivíduo e gerar dispersão.

Segundo Filatro (2019c), a sobrecarga cognitiva ocorre quando muitas fontes de informação concorrem entre si, pela restrita capacidade de processamento da memória de trabalho, prejudicando ou mesmo impedindo o aprendizado.

Outro ponto fundamental é o conceito de esquema. A teoria da carga cognitiva se apoia na teoria dos esquemas, segundo a qual a memória de longo prazo agrupa informações diferentes como se fosse um única informação, compondo

um só elemento a ser processado na memória de trabalho (SWELLER; VAN MERRIENBOËR; PAAS, 1998 apud TAROUCO, 2014).

Esquemas são roteiros, informações que se inter-relacionam. Um esquema pode conter outros esquemas menores dentro dele. Por exemplo: um computador – temos uma imagem do que seja e em linhas gerais sabemos do que ele é composto e como funciona. Esse é um esquema. Dentro desse esquema chamado “computador”, pode haver outros esquemas menores relacionados ao mouse, tela, teclado, ao funcionamento de cada programa; essas informações estão interligadas e vão sendo atualizadas à medida que novas aprendizagens ocorrem.

Esquemas também podem ser utilizados pelos profissionais multidisciplinares para “driblar” as limitações inerentes à memória operacional. Organizar conteúdos em forma de quadro, tabela ou gráfico, por exemplo, e agrupá-las em um único elemento pode liberar a memória operacional para outras informações, reduzindo a carga cognitiva.

Importante frisar que a memória de trabalho é limitada apenas ao manejar informações novas, o que não ocorre ao lidar com conteúdos trazidos da memória de longo prazo (ERICSSON; KINTSCH, 1995; SWELLER, 2003 apud SOUZA, 2010). “Grandes quantidades de informação esquemática podem ser transferidas da Memória de Longo Prazo para a Memória de Trabalho, sem sobrecarregar a Memória de Trabalho” (SWELLER; LEAHY, 2007, p. 278 apud SOUZA, 2010, p. 28).

Como as memórias estão interligadas, a fim de facilitar o processo de transferência de informações da memória de trabalho para a memória de longo prazo, é importante relacionar novas informações a conteúdos do repertório do aluno. Exemplos, analogias, histórias, termos do cotidiano, são recursos que facilitam tais conexões.

Conforme Sweller (2003 apud SANTOS; TAROUCO, 2007) o aprendizado ocorre de maneira mais satisfatória quando a quantidade de informações

disponibilizadas ao aluno é compatível com a capacidade de compreensão humana.

E a compreensão está diretamente relacionada à capacidade de atenção do indivíduo. Sem atenção não há aprendizado:

Estudiosos da atenção como Bagherian e Thorngate explicam que, “embora a informação continue a crescer, a atenção permanece como um recurso fixo, simplesmente porque ‘prestar’ atenção significa ‘gastar’ tempo, e a natureza não expande o tempo de vida para dar conta das informações disponíveis”. Ou seja, à medida que a quantidade de informação aumenta, conseguimos prestar menos atenção em tudo. Assim, quanto maior a riqueza da informação, maior a pobreza da atenção. (FILATRO, 2018, p. 83).

Dessa forma, é fundamental estruturar soluções educacionais de maneira a captar a atenção do aluno, minimizar o esforço cognitivo para processar a informação e possibilitar o armazenamento de conteúdos na memória de longo prazo.

Para Santos e Tarouco (2007, p. 3):

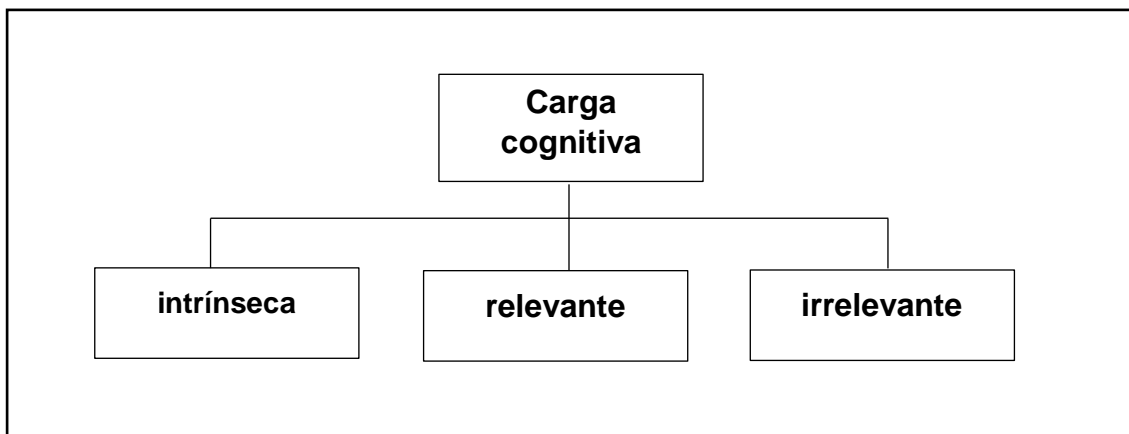
Essa teoria aplica-se a todos os tipos de conteúdos, todos os tipos de mídias, e a todos os estudantes, visto que, ela tem como fim saber como elaboram-se as ferramentas de ensino – texto, imagens e áudio – e aplicá-las à todo o conteúdo de ensino, bem como, às plataformas de aprendizagem a distância, no intuito de potencializar a aprendizagem e desenvolver habilidades flexíveis através da criação e uso de recursos e ambientes de aprendizagem que estejam em sintonia com o processo cognitivo humano.

Na concepção da teoria da carga cognitiva, aprender diz respeito a armazenar competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) na memória de longo prazo, de forma que possam ser evocadas sempre que necessário. Para tanto, no desenvolvimento das soluções de educação há que se evitar a sobrecarga de informação, assunto a ser tratado a seguir.

4.2 Tipos de carga cognitiva

Sob a perspectiva da teoria da carga cognitiva, há a carga necessária, útil, inevitável, e a carga supérflua, desnecessária, que deve ser evitada, pois pode causar sobrecarga. Sweller (2001 apud SANTOS; TAROUCO, 2007) classifica a carga cognitiva em três diferentes tipos.

Figura 3 – Tipos de carga cognitiva



Fonte: elaborada pela autora.

A seguir serão detalhadas cada uma das cargas cognitivas, bem como a forma que os profissionais multidisciplinares devem lidar com elas na produção e condução de ações educacionais:

- **Intrínseca** – inerente à complexidade natural do conteúdo, ao nível de dificuldade relacionado aquele assunto. Não há como diminuir essa carga cognitiva, sob o risco de prejudicar a compreensão do aluno em relação ao conteúdo a ser aprendido. Entretanto, é possível gerenciá-la criando esquemas, segmentando o conteúdo em partes menores, organizando do mais simples ao mais complexo, apresentando modelos, fazendo associações. Por exemplo: a aprendizagem de uma nova atividade no trabalho. Não há como pular etapas, excluir informações, abolir atribuições, mas é possível preparar um passo a passo, começar com tarefas menos complexas, demonstrar, dar exemplos, considerar conhecimentos prévios e fazer analogias para facilitar a compreensão.

- **Relevante** – é o somatório dos esforços dispendidos para adquirir conhecimento; é uma carga pertinente. Por exemplo, uma quantidade de exercícios que o aluno pratica, as inúmeras repetições necessárias para aprender a operar uma máquina ou sistema, a leitura e pesquisa para ampliar a compreensão de um conteúdo são cargas pertinentes. Uma boa estratégia é estimular o aluno a se engajar no próprio aprendizado, colocando-o no centro do processo. Nesse sentido, abordagens ativas como o *design thinking*, os estudos de caso, a aprendizagem baseada em problemas, a sala de aula invertida, a aprendizagem baseada em projetos, a instrução por pares – inclusive bem adequadas ao mundo corporativo – são metodologias inovadoras em educação, capazes de aumentar a carga cognitiva efetiva, auxiliando na retenção das informações. Isso porque colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, envolvem, conferem dinamismo às aulas e sentimento de pertença ao aluno. O *design thinking* por exemplo, estimula a investigação e o aprendizado colaborativo, de forma que o aluno sai de uma postura passiva de receptor da informação, para uma postura ativa de produtor de conhecimento. Também as metodologias imersivas como simulações de computador, jogos (tecnológicos ou de tabuleiro), gamificação ou mesmo dinâmicas de grupo, presenciais ou *online*, são exemplos que demandam atenção e engajamento do aluno, por isso passíveis de representar carga efetiva.
- **Irrelevante ou extrínseca:** é a carga cognitiva supérflua, produzida por formatação inadequada do conteúdo, (des)organização das informações, excesso de informações repetidas, inclusão de informações desnecessárias, textos desconectados do conteúdo, efeitos especiais periféricos, excesso de imagens decorativas, uso de letras rebuscadas, música ao fundo de um vídeo desconectada do conteúdo. Tudo isso pode causar sobrecarga se não houver sintonia com o que está sendo aprendido. Esses são exemplos de informações que precisam ser

decodificadas pela memória operacional e terminam por desperdiçar recursos cognitivos.

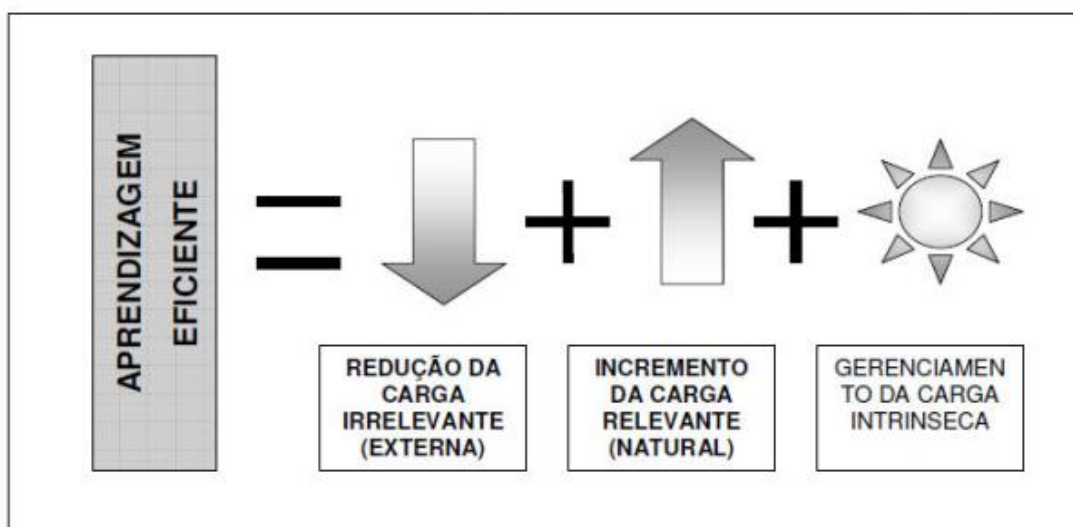
Importante compreender que as cargas cognitivas são adicionais e que liberar a memória de trabalho permite ao indivíduo construir esquemas mais complexos e informações mais avançadas, daí a importância do balanceamento das cargas, conforme abordado a seguir.

4.3 Balanceamento da carga cognitiva

A carga cognitiva alta leva o indivíduo à dispersão e experimentos demonstram que ao extrapolar os limites da memória operacional, torna-se difícil “distinguir entre informação relevante de irrelevante, e passamos a ser meros consumidores de dados sem significado” (FILATRO, 2018b, p. 93).

A seguir demonstração de como balancear a carga cognitiva a fim de possibilitar aprendizagem eficiente.

Figura 4 – Modelo de balanceamento das cargas cognitivas



Fonte: modelo adaptado de Mayer (2001 apud SANTOS; TAROUÇO, 2007).

Não é apenas no desenvolvimento de soluções educacionais que deve haver o balanceamento da carga cognitiva, mas na condução de qualquer processo de ensino presencial ou à distância como aulas, cursos, palestras, *workshops*, etc. Na comunicação oral ou escrita, em avisos, comunicados, cartas, ofícios, *e-mails* os princípios da teoria da carga cognitiva são perfeitamente aplicáveis.

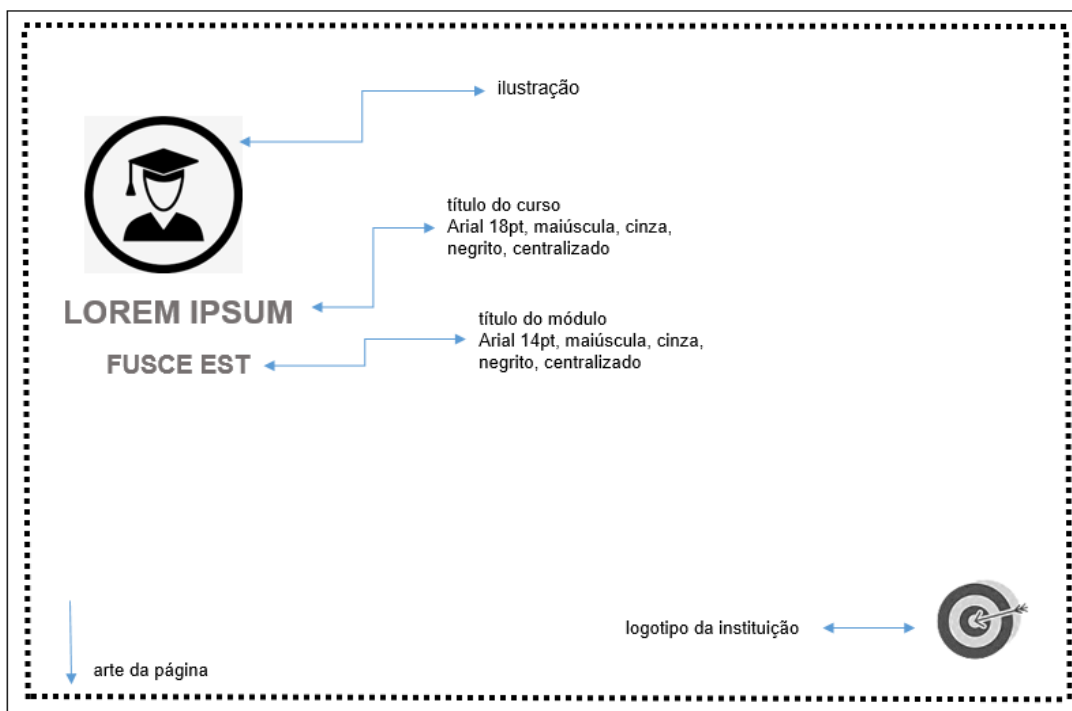
Em relação ao AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem, Filatro (2019c, p. 142) salienta que:

Quando uma interface não é projetada tendo a usabilidade em mente, a carga cognitiva externa ou irrelevante é aumentada, o que impede uma aprendizagem significativa. Uma estrutura de navegação ruim pode exigir que o aluno exerça um esforço extra para explorar uma interface até encontrar informações relevantes. Além disso, quando a interface usa termos desconhecidos que não se alinham com os modelos mentais das pessoas que irão utilizar uma solução educacional, essas pessoas deverão fazer um esforço adicional para entendê-la. Ou seja, a interface pode representar um tipo de dificuldade não desejável, na medida em que consome recursos cognitivos escassos que poderiam ser empregados em desafios mais relevantes.

Uma forma eficaz de redução da carga irrelevante é, durante um curso ou formação *online*, disponibilizar ao aluno um *template* – um documento com instruções sobre a tarefa a ser executada, indicando onde devem ser inseridas as informações e qual tipo de conteúdo deve ser desenvolvido, incluindo o arquivo editável. Esse tipo de medida evita que os alunos desperdicem recursos cognitivos para entender o que e como deve ser feita a atividade ou como formatar o arquivo; dessa forma, libera-se espaço na memória de trabalho para o aluno focar em atividades mais complexas e elaboradas.

Da mesma forma, para o *designer* instrucional, dispor de *template* com regras de formatação como indicação de capa, paleta de cores da instituição, iconografia, tipo e tamanho de fonte, espaçamento, utilização e variação da marca da instituição, entre outros, significa redução importante da carga cognitiva, ficando a memória mais liberada para o processo criativo, que em geral, implica em carga intrínseca elevada. A seguir exemplo de *template* para designer instrucional:

Figura 5 – Template de capa para cursos



Fonte: adaptada de Universidade Corporativa dos Correios (2018).

Para a equipe multidisciplinar, responsável pelo desenvolvimento e condução de ações educacionais, o raciocínio é o mesmo: *templates*, exemplos, modelos, critérios definidos, formulários editáveis para planejamento, relatório e *feedback*, poupam recursos cognitivos. Por exemplo, disponibilizar um barema ao tutor, além de proporcionar maior segurança e regularidade ao processo avaliativo, permite redução da carga irrelevante, uma vez que não precisará a cada vez dispende recursos cognitivos para criar formas, critérios e escalas de avaliação, conforme exemplificado na figura 6.

Figura 6 – Exemplo de barema

CRITÉRIOS	INTERV PONTOS	PONTOS OBTIDOS
Ao apresentar o tema abordado, o(a) expositor(a) provê informações que o tornam compreensível e justificado?	0 – 5	
As informações apresentadas são relevantes para o desenvolvimento do tema (houve adequada seleção de informações), e compreensíveis (há clareza na exposição)?	0 – 5	
As informações apresentadas estão bem articuladas, de modo que é possível compreender a linha de desenvolvimento/pesquisa, do trabalho?	0 – 5	
As etapas Apresentação/Introdução; Metodologia/Material e métodos; Desenvolvimento/Resultados e Discussão; Conclusão; Referências, foram cumpridas na explanação?	0 – 5	
O(A) expositor(a) manifesta domínio sobre conteúdo durante sua explanação, respondendo as questões levantadas pelo Avaliador?	0 – 5	
O(A) expositor(a) fala com clareza e utiliza linguagem adequada no âmbito de apresentações acadêmico/científicas, adotando uma postura adequada em sua apresentação em termos de posição/movimentação corporal durante a exposição?	0 – 5	

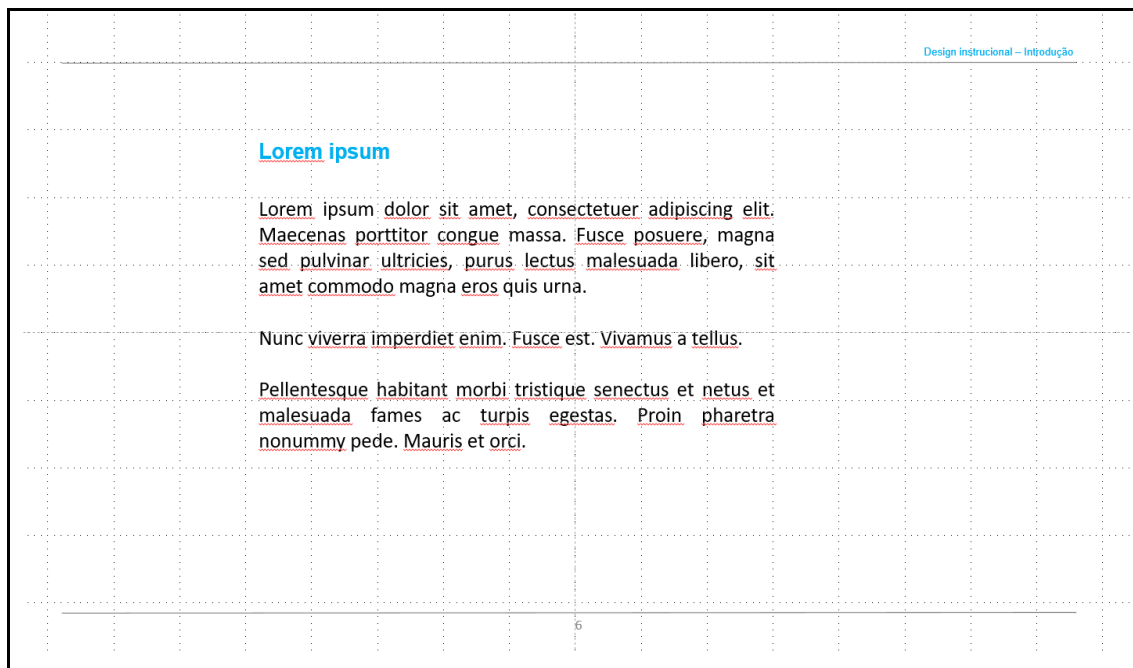
Fonte: Conselho Regional de Nutrição – 5ª região <https://crn5.org.br/wp-content/uploads/Barema-Bem-Viver-2015.pdf>

Algumas orientações provenientes de *sites* que ensinam a criar *blogs* na internet e de cartilhas de *designers* gráficos são bastante úteis aos profissionais que desenvolvem soluções educacionais, sobretudo em relação a *e-books*, textos e cursos para EAD-WEB:

- permitir espaços em branco na página ou tela cria possibilidade para a mente descansar;
- espaçamento maior entre frases e parágrafos confere sensação de leveza ao texto;
- frases curtas e parágrafos menores permitem pausas e podem facilitar o entendimento do conteúdo.

A figura 7 traz um exemplo de formatação com tais características. É importante observar que esta configuração permite que o texto “respire”.

Figura 7 – Formatação com espaços em branco na página



Fonte: adaptada de Universidade Corporativa dos Correios (2018).

Embora não seja citada formalmente na teoria da carga cognitiva, uma metodologia contemporânea que se alinha aos princípios, é a microaprendizagem, tendo em vista que está alicerçada na concepção de que a aprendizagem é mais eficaz quando o conteúdo é dividido em pequenas e breves unidades de estudo, o que facilitaria o processamento da informação.

4.4 Princípios derivados da teoria da carga cognitiva

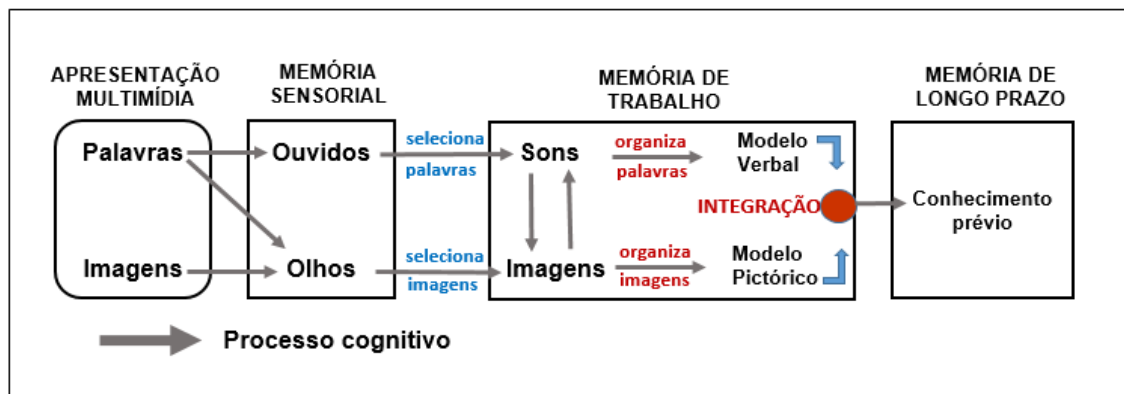
Em 2001 o psicólogo educacional americano Richard Mayer, professor pesquisador da Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, dando continuidade aos estudos de Sweller sobre a teoria da carga cognitiva, elaborou princípios que demonstraram ser capazes de reduzir a sobrecarga cognitiva e otimizar o aprendizado, aos quais denominou de Teoria da Aprendizagem Multimídia (SANTOS; TAROUÇO, 2007).

Segundo Mayer (2001 apud SANTOS; TAROUCO, 2007), o processamento da informação ocorre em dois canais separados, porque existem duas memórias de trabalho: uma para as entradas visuais e outra para as entradas verbais.

A teoria do código duplo (PAIVIO, 1986; CLARK e PAIVIO, 1991) descreve que a cognição humana utiliza um sistema de códigos para representar a informação visual e outro para representar a informação verbal. Por exemplo, as animações são processadas no canal visual/pictórico enquanto que as palavras faladas (narração) são processadas no canal verbal/auditivo (MAYER, 2003). Assim, a percepção tanto de textos quanto de imagens ocorre através dos olhos, porém, após a entrada pelo sistema perceptivo, os textos são transferidos para o canal verbal e as imagens para o canal visual (MAYER, 2005 apud COSTA; CHAVES; COUTINHO, 2015, p. 22).

O esquema a seguir, proposto por Mayer (2001 apud GUERCH, 2017) apresenta o processo cognitivo da aprendizagem multimídia.

Figura 8 – Processamento de ideias e imagens



Fonte: adaptada de Guerch (2017).

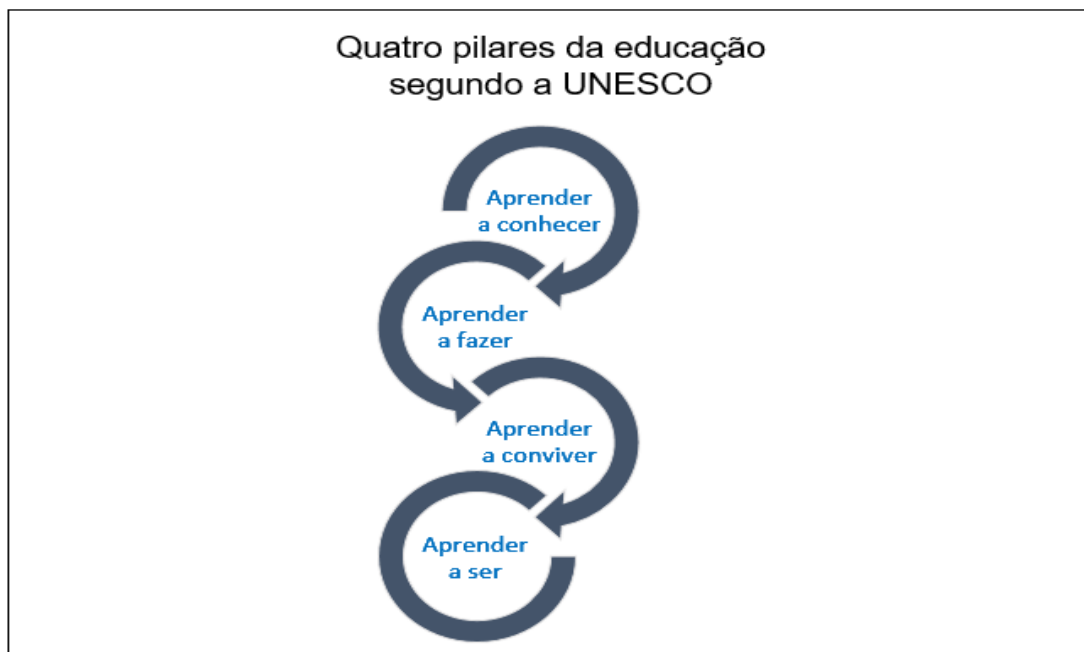
Assim, uma das formas de ampliar a capacidade da memória de trabalho e reduzir a atenção dividida é combinar informações visuais e auditivas de forma a serem aproveitados os dois processadores. Segundo Tarouco (2014), ao mesmo tempo em que uma pessoa está envolvida em uma comunicação verbal, pode, ainda, processar uma informação visual. Esse recurso, mesmo que muitas vezes de

forma assistemática, é utilizado grandemente pelo professor na educação presencial.

Adaptados de Santos e Tarouco (2007) e complementados por Filatro (2018a), os princípios da teoria da aprendizagem multimídia que devem guiar os profissionais multidisciplinares na produção de soluções são listados a seguir.

1. Princípio da representação múltipla ou princípio da modalidade: associar palavras e imagens é mais efetivo do que utilizar somente palavras.

Figura 9 – Utilização de palavras e imagens




Fonte: elaborada pela autora.

Ainda segundo esse princípio, em audiovisuais é melhor associar animação com narração, do que animação com texto escrito.


2. Princípio da proximidade espacial: apresentar conteúdo escrito próximo à imagem.

Figura 10 – Disposição de texto e imagem espacialmente próximos


Para Filatro (2019), a aprendizagem experiencial e imersiva pode ser proporcionada pelas metodologias imersivas, com base em três princípios:



engajamento e diversão: atividades em que seja possível experimentar sensação, pensamento, intuição e sentimento.



experiência de aprendizagem: uso de laboratórios, pesquisa, espaços *maker*. O objetivo é investir em experiências práticas.

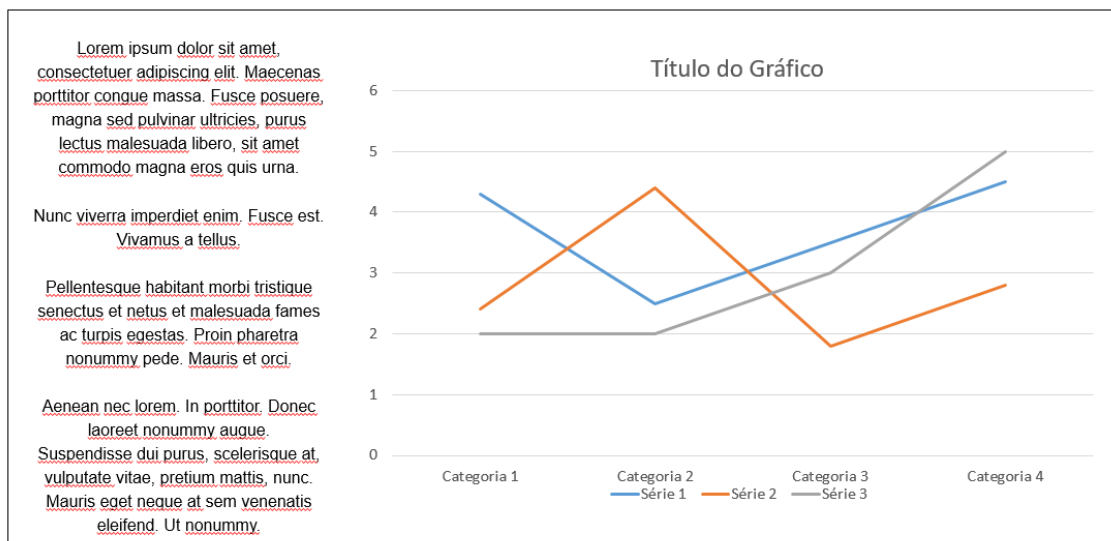


tecnologias imersivas: emular situações reais por meio de dispositivos digitais como simuladores e realidade aumentada.

Fonte: elaborada pela autora.

3. Princípio da não divisão ou da proximidade temporal: inserir texto e imagem simultaneamente em vez de sucessivamente.

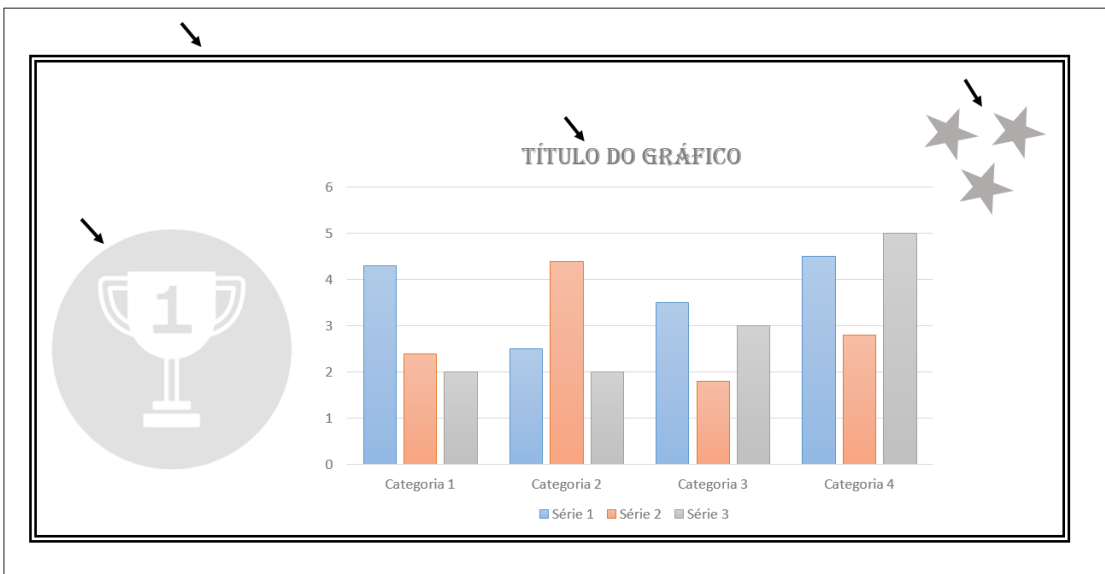
Figura 11 – Apresentação de texto e imagem simultaneamente



Fonte: elaborada pela autora.

4. Princípio da coerência: excluir palavras, imagens, efeitos ou sons não relevantes. “Quanto mais simples e objetiva for a apresentação do conteúdo, mais livre ficará a memória de trabalho para processar um número maior de conhecimentos” (SANTOS; TAROUCO, 2007, p. 5).

Figura 12 – Exclusão de elementos irrelevantes



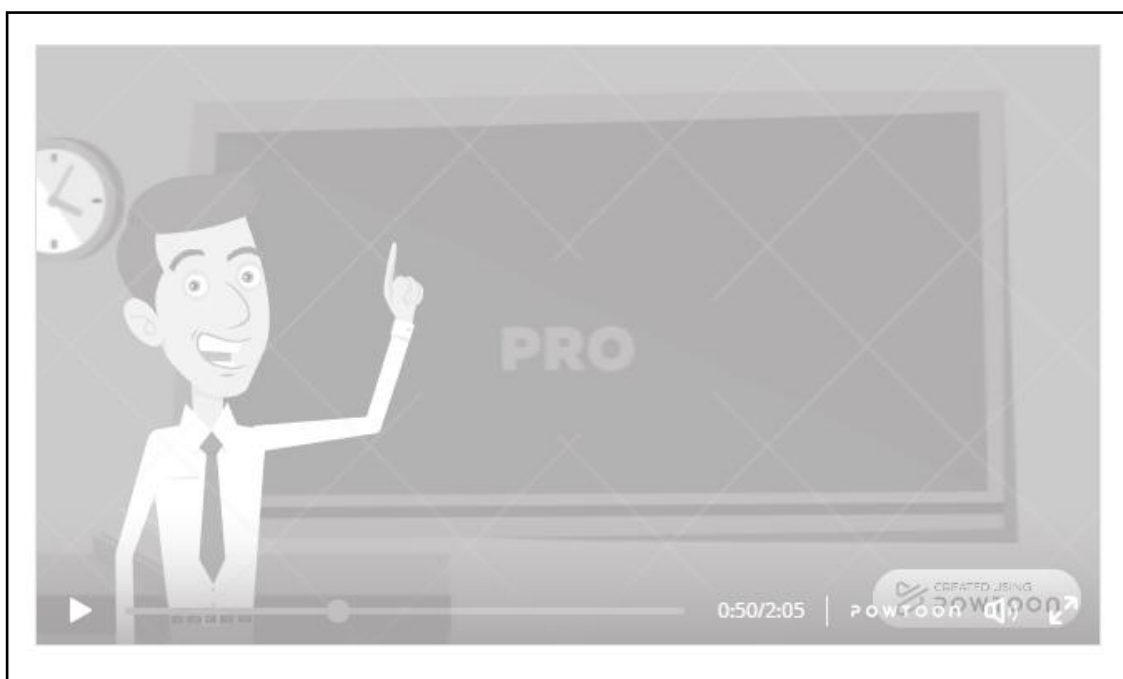
Fonte: elaborada pela autora.

Os itens indicados pelas setas são adornos irrelevantes para a compreensão do conteúdo, pois precisam ser decodificados pela limitada memória de trabalho, inclusive a borda duplicada. O mesmo ocorre com o estilo de fonte utilizado para o título do gráfico (este importante para a formação de esquemas mentais). Por ser mais rebuscada, com serifa, que são prolongamentos e pequenos traços nas hastes das bordas das letras, podem gerar sobrecarga cognitiva. Entre *designers* gráficos, têm-se que em textos impressos os prolongamentos nas hastes das bordas das letras representam sensação de continuidade do texto para o leitor. Exemplo de letras com serifa: Times New Roman, **ALGERIAN**, Bookman Old Style. Entretanto, em materiais produzidos para leitura em telas de dispositivos eletrônicos, letras sem serifa são as adequadas por facilitarem a identificação e assim reduzirem a fadiga. Exemplos de letras sem serifa: Arial,

Trebuchet, Century Gothic. Na figura 12, a informação relevante, que é o gráfico, concorre com detalhes supérfluos.

5. Princípio da redundância: nos audiovisuais, utilizar animação e narração simultaneamente ao invés de separadamente. Deve-se observar para que as informações sejam adicionais e não redundantes.

Figura 13 – Inserção de animação e narração simultaneamente



Fonte: elaborada pela autora.

6. Princípio da segmentação: desmembrar o conteúdo em pequenas unidades, trabalhar frações menores, inserir informações gradativamente. Tanto este princípio, como o princípio da personalização apresentado logo a seguir, podem ser verificados na figura 14.

7. Princípio da personalização: utilizar linguagem dialógica, conversacional, para favorecer a interação com o aluno. Utilizar o pronome “você” ao se referir ao aluno e fazer perguntas para despertar atenção e levar à reflexão, são formas de “conversar” com o aluno e dar dinamicidade ao material.

Figura 14 - Utilização de linguagem conversacional e desmembramento do conteúdo

Você sabe o que é sobrecarga cognitiva?

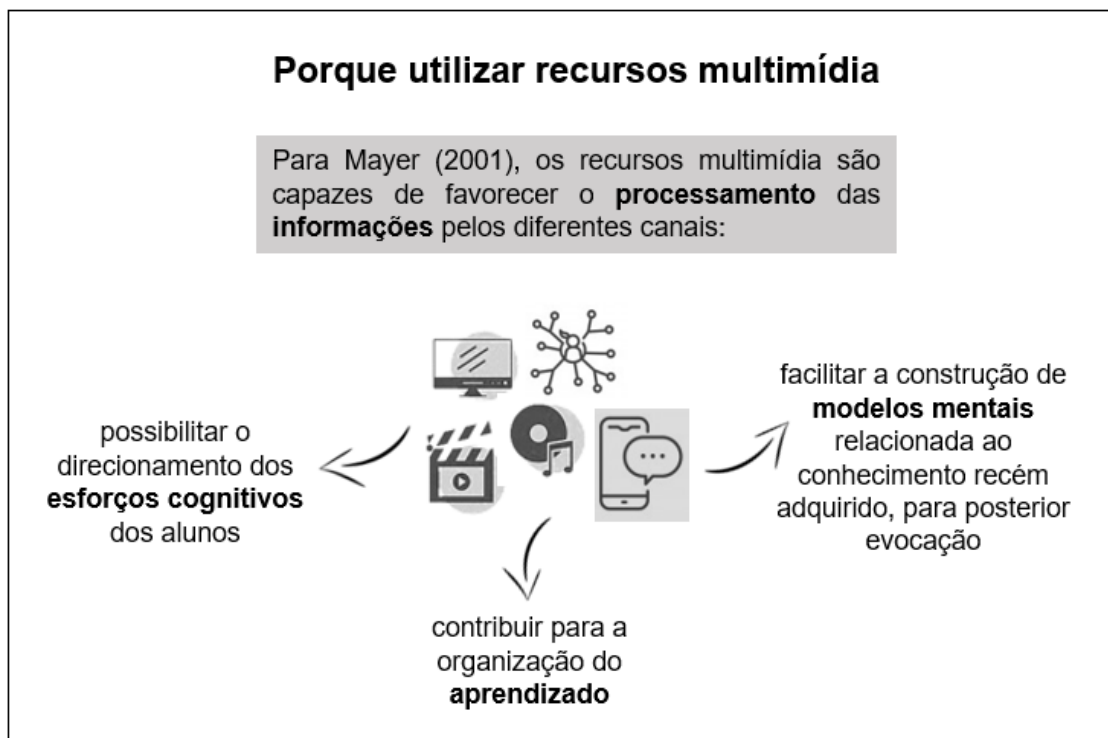
A Teoria da Carga Cognitiva foi sistematizada por John Sweller

E parte do princípio que a memória operacional tem uma capacidade limitada de processar muitas informações, simultaneamente. A partir da teoria da Sweller, saiba como reduzir a sobrecarga, ao desenvolver materiais didáticos.

 <p>Hierarquize informações</p> <p>Vá do simples para o complexo, não se prenda demasiadamente a detalhes em um primeiro momento. Adiante você poderá retornar e acrescentar mais informações, gradativamente.</p>	 <p>Crie lições e módulos menores</p> <p>Desmembre o conteúdo, fracione as informações. Evite longos textos e lições apresentadas de uma única forma. Isso é tanto mais importante, quanto maior a complexidade do assunto.</p>	
 <p>Deixe o texto e o aluno respirar</p> <p>Permitir espaços em branco na página ou tela, dá sensação de leveza e cria espaço para a mente descansar. Invista em frases curtas e parágrafos menores. Dar espaçamento maior entre parágrafos também é importante.</p>	 <p>Utilize imagens significativas</p> <p>Ilustrações devem ser relevantes e contribuir com o entendimento do conteúdo, ao invés de serem meramente decorativas. Neste caso, menos é mais.</p>	
 <p>Diversifique os recursos</p> <p>Utilize vídeos, áudios, imagens, gráficos, tópicos e esquemas para envolver o aluno. Uma só forma, pode levar ao cansaço, dispersão e desinteresse.</p>	 <p>Use linguagem dialógica</p> <p>Converse com o aluno, utilize palavras conhecidas e expressões como “você/nós”, faça perguntas que o levem à reflexão. Crie interatividade.</p>	 <p>Agrupe conteúdos</p> <p>Torne informações correlatas como texto e figura, por exemplo, como uma única entidade. O cérebro entenderá como apenas uma informação.</p>

8. Princípio da sinalização: indicar, destacar, sinalizar todo elemento importante. Podem-se criar caixas de texto, utilizar cores, setas, ícones, figuras, marcadores didáticos, destacar palavras-chave com **negrito** ou **sublinhado**, a fim de chamar atenção do aluno para aspectos essenciais do conteúdo.

Figura 15 – Inserção de elementos de destaque no material



Fonte: elaborada pela autora.

9. Princípio do pré-treinamento ou princípio da antecipação: anunciar previamente as principais ideias do assunto a ser estudado, dar uma visão geral do conteúdo, como a “preparar o terreno”. Esse princípio deve ser utilizado em aulas presenciais ou *online*, textos escritos, roteiros para vídeos e *podcasts*.

Figura 16 – Apresentação prévia dos principais conceitos a serem estudados

Caro professor,

Nesta lição você estudará sobre os principais conceitos da Teoria da Carga Cognitiva, qual a origem destes estudos e quais as implicações para o desenvolvimento de soluções educacionais.

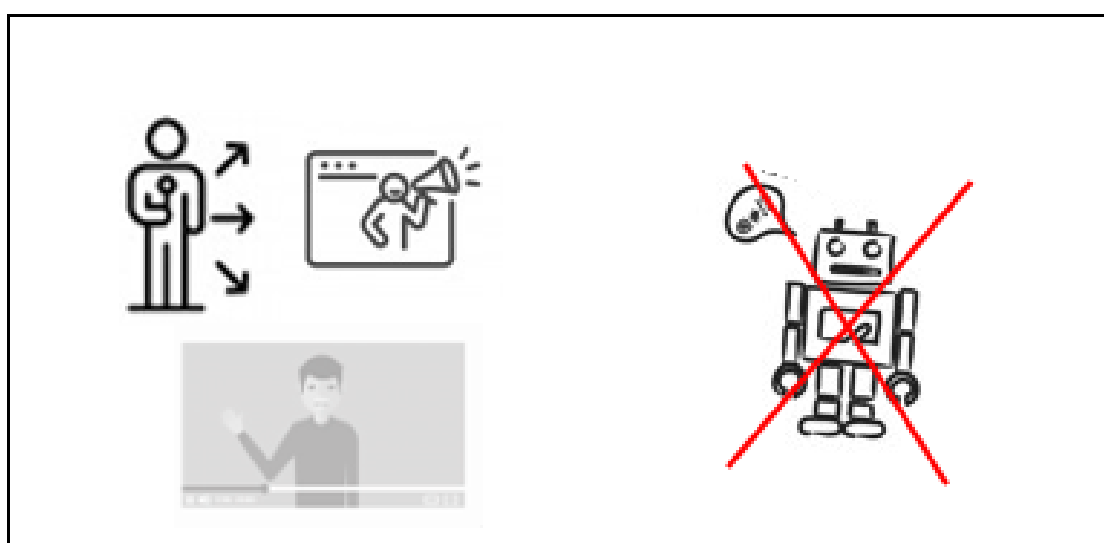
Verá ainda, quais são os tipos de carga cognitiva e como fazer para balancear essa carga tanto em relação a produção de materiais didáticos, quanto a aplicação em sala de aula – *online* ou presencial.

Uma visão da teoria da carga cognitiva ajudará você a tomar decisões mais acertadas.

Fonte: elaborada pela autora.

10. Princípio da voz: em recursos multimídia utilizar voz humana ao invés de voz de máquina. Boa dicção e voz agradável também são imprescindíveis.

Figura 17 – Utilização de voz humana em recursos multimídia



Fonte: elaborada pela autora.

5 METODOLOGIA

5.1 Modalidade de pesquisa

Pesquisa teórica e conceitual, de natureza significativa e descritiva, especificamente de revisão narrativa.

5.2 Atividades relacionadas à coleta e ao tratamento de dados

A abordagem metodológica consistiu na sistematização das contribuições teóricas identificadas na literatura, a serem utilizadas por profissionais multidisciplinares como *designers* instrucionais, conteudistas, tutores e produtores de mídias, no desenvolvimento de soluções educacionais voltadas à educação corporativa.

6 RESULTADOS

Compreender o funcionamento da memória humana, sem dúvida nenhuma, em muito contribui para o desenvolvimento de soluções educacionais mais efetivas. Compreender que as limitações da memória de trabalho são um gargalo necessariamente leva os profissionais das diversas áreas responsáveis pela produção e condução de soluções educacionais a pensar em como dosar o volume, a intensidade, complexidade e as formas de apresentar o conteúdo e o que propor ao aluno, no caso do tutor.

Estar atento ao “mágico número sete mais ou menos dois”, é respeitar a capacidade de processamento e retenção inerente ao sistema cognitivo humano, lembrando que a quantidade de novos elementos a serem assimilados simultaneamente na memória de trabalho é pequena.

Entender o funcionamento da memória humana é, sobretudo, descobrir formas de suplantar as limitações da memória de trabalho em processar informações. É ir em busca, pesquisar, propor metodologias ativas e imersivas, criar soluções, aproveitar recursos tecnológicos em prol do desenvolvimento de boas soluções educacionais. É inovar.

7 POSSÍVEIS APLICAÇÕES DO ESTUDO PARA A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA

O estudo pretende ser uma contribuição à administração pública no que tange a disseminação de conhecimentos relacionados à ciência cognitiva, ao funcionamento da mente, às estruturas de aprendizagem e a como ocorre o processamento das informações.

Torna-se necessário divulgar a teoria da carga cognitiva entre *designers* instrucionais, conteudistas, tutores e produtores de mídia, sobretudo se levarmos em consideração a crescente demanda a que os profissionais são submetidos diariamente, tanto em processar novos conhecimentos quanto em produzir novas soluções.

Embora o artigo seja direcionado à área de educação, as possíveis aplicações são extensivas às áreas corporativas de comunicação responsáveis pela produção de informativos, jornais, revistas, comunicados, audiovisuais, tendo em vista que, sabedores de que o excesso de informação sobrecarrega o processo cognitivo, é possível caminhar no sentido de dosar o volume e a forma com que as informações serão veiculadas.

O presente estudo pode ser igualmente útil às reuniões de serviço, apresentações de projetos, conferências e afins, tendo em vista que a pesquisa sugere que levar em conta a arquitetura cognitiva humana faz toda a diferença.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C.; SOUZA, E. H.; LINS, A. F. Aprendizagem multimídia: explorando a teoria de Richard Mayer. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., 2015, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: CONEDU, 2015.

Disponível em

http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD1_SA4_ID937_15082015174004.pdf. Acesso em: 28 ago. 2019.

AULA 2 - Memória e Aprendizado. [S. l.: s. n.], 2017. 1 vídeo (8 min e 41 sec).

Publicado pelo canal eHealthSchool. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=im18yXkyrgM>. Acesso em: 24 set. 2020.

BARBOSA, R. Mídias sociais: ajudam ou atrapalham? **Revista Ensino Superior**, São Paulo: Segmento, edição 154, jul. 2011.

COGNITIVISMO: Teoria de Esquemas. **Didatics**: humanamente, [s. l.], 2017.

Disponível em:

<http://www.didatics.com.br/index.php/psicologia/cognitivismo/cognitivismo-teoria-de-esquemas>. Acesso em: 15 set. 2020.

COSTA, F. J.; CHAVES, A. C. L.; COUTINHO, F. A. **O uso de imagens e palavras com base na teoria da carga cognitiva**. São Paulo: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

CUNHA, S. L. S; TAROUCO, L. M. R. Aplicação de teorias cognitivas ao projeto de objetos de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 1-9, dez. 2006.

CUNHA, D. **A carga cognitiva dos materiais instrucionais e o processo de aprendizagem**. Minneapolis: Sophia, c2020. Disponível em:

<https://www.sophia.org/tutorials/a-carga-cognitiva-dos-materiais-instrucionais-e-o>. Acesso em: 27 set. 2020.

EBBINGHAUS, H.; BARTLETT, F. **Como funciona a sua memória**. [S. l.: s. n.], 2017. 1 vídeo (6 min). Publicado pelo canal didatics. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=hl2CkuN5Vyo>. Acesso em: 3 nov. 2020.

FILATRO, A. **Como preparar conteúdos para EAD**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FILATRO, A. **Linguagens e narrativas digitais**. São Paulo: Senac, 2019.

FILATRO, A. **Produção de conteúdos educacionais**. São Paulo: Senac, 2019.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inovativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

FILATRO, A; CAVALCANTI, C. C.; AZEVEDO JUNIOR, D. P.; NOGUEIRA, O.
DI 4.0: Inovação na educação corporativa. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

FREEPIK. [S. l.]. Disponível em: <https://br.freepik.com/fotos-vetores-gratis/png>. Acesso em: 13 out. 2020.

GAROFALO, D. Design Thinking: o que é e como usar em sala de aula. **Nova Escola**, São Paulo, 28 ago. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/12457/design-thinking-o-que-e-e-como-usar-em-sala-de-aula>. Acesso em: 4 out. 2020.

GUERCH, C. A. Teoria da carga cognitiva e teoria cognitiva da aprendizagem multimídia: como utilizar ferramentas Web na produção de materiais didáticos? *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 13., 2017, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PUC-PR, 2017. p. 21401-21410. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25739_13137.pdf. Acesso em: 7 out. 2020.

INFOGRÁFICO: tipografia com ou sem serifa. **Tutano**, [s. l., 2017]. Disponível em: <http://tutano.trampos.co/12742-infografico-tipografia-serifa>. Acesso em: 19 out. 2020.

PIXABAY. [S.l.]. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/>. Acesso em: 13 out. 2020.

SANTOS, L. A. S.; TAROUCO, L. M. R. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 1-9, jul. 2007. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14145/8082> Acesso em: 28 ago. 2019.

SOUZA, N. P. C. **Teoria da Carga Cognitiva**: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

TAROUCO, L. M. R. (org.). **Objetos de aprendizagem**: teoria e prática. Porto Alegre: Evangraf, 2014.

UNIVERSIDADE CORPORATIVA DOS CORREIOS. **Manual de Cursos EAD -WEB**. Brasília: UniVirtual, 2018.