

Os cegos e o aprendizado multimídia: reflexões e especulações teóricas

The blind and the multimedia learning

Emilia Christie Picelli Sanches,
Juliana Bueno e Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

cognição, Teoria
Cognitiva do
Aprendizado Multimídia,
acessibilidade, cegueira

É direito reservado das pessoas com deficiência o completo acesso à informação e aos ambientes de aprendizagem. Para aprendizes cegos, requer-se atenção em como transpor a informação visual para canais sensoriais alternativos, sem sobrecarregar sua capacidade cognitiva. Assim, levando-se em consideração que pessoas cegas utilizam a audição e o tato como alternativas ao canal visual, o presente artigo discute a aprendizagem de pessoas cegas, a partir da perspectiva do Design da Informação e da Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia (TCAM). Para tanto, busca-se primeiramente compreender a Teoria do Código Duplo e a TCAM, para, então, refletir sobre uma adaptação da TCAM ao contexto da cegueira. Por fim, traz-se três exemplos de materiais acessíveis para corroborar com os pressupostos teóricos apresentados e discutidos.

cognition, Cognitive
Theory of Multimedia
Learning, accessibility,
blindness

It is a right to people with disabilities to have full access to information and learning environments. For blind learners, attention is required on how to transpose visual information to alternative sensory channels, without cognition overload. Thus, considering that blind people use auditory and tactile sense as alternatives to the visual channel, this article seeks to discuss blind people learning, from the perspective of Information Design and the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). Therefore, it is firstly sought to comprehend the Dual-Coding Theory and the Cognitive Theory of Multimedia Learning and, then, reflect on an adaptation of CTML to a blind context. Furthermore, it brings three examples of accessible materials to corroborate with the theoretical assumptions presented.

1 Introdução

A Pesquisa Nacional de Saúde, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2013, estimou que 7,2% dos cidadãos (com 14 anos ou mais), possuíam algum tipo de deficiência. A deficiência visual foi a mais frequente entre os brasileiros, totalizando 4,3% da população (IBGE, 2016). Com estimativas mais recentes, Ottaiano et al. (2019), a partir de estudos feitos pela Organização das Nações Unidas, estimam que o Brasil possua cerca de 1,5 milhão de pessoas cegas. Como direito que lhes é reservado, a acessibilidade para as pessoas cegas deve ser planejada e executada em todos os aspectos, o que

não difere quando se trata do acesso à informação ou à ambientes de aprendizagem. Isso significa que, qualquer material visual que tenha o objetivo de informar um usuário, precisa ser apresentado também acessível a usuários cegos, por meio de outros canais sensoriais.

Como reforçam Cook & Polgar (2015: 316), “[...] se há uma capacidade sensorial residual insuficiente, então o auxílio sensorial deve usar uma via sensorial alternativa”. Para cegos, a alternativa à visão é através do uso da audição e do tato. Portanto, alternativas como Braille, imagens táteis, audiodescrição e leitores de tela são algumas opções para que o cego aprenda informações equivalentes à informação visual.

Como premissa do Design da Informação, faz parte do processo compreender as necessidades, desejos, e habilidades dos usuários para propor objetos informacionais (Frascara, 2016). Neste cenário, questiona-se como transpor a informação visual para canais sensoriais alternativos (audição ou tato) para que a aprendizagem seja efetiva, sem sobrecarga cognitiva. Para Sloan, Stratford & Gregor (2006: 40), o acesso das pessoas com deficiência a um material “multimídia pode oferecer o potencial de melhorar significativamente a acessibilidade do ambiente de aprendizagem e, de fato, estender esse ambiente de aprendizagem para locais inacessíveis”.

Tratando-se de aprendizagem através da apresentação multimídia, Mayer (2009) propõe sua Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia. Para Mayer & Moreno (2003), o aprendizado multimídia é o aprendizado através de imagens e palavras, sejam elas imagens estáticas ou dinâmicas, e palavras faladas ou escritas. Nesse sentido, o aprendizado seria mais profundo quando são utilizadas imagens e palavras conjuntamente, processadas tanto pelos canais visual e auditivo (Mayer, 2009).

Entretanto, levando-se em consideração que, pessoas cegas não recebem estímulos através do canal visual e utilizam alternativas sensoriais, este artigo busca discutir, através de reflexões e especulações teóricas, como uma pessoa cega percebe a informação que, originalmente, seria dada através do canal visual, a partir da perspectiva do Design da Informação e da teoria de Mayer.

Desta forma, o artigo busca inicialmente compreender a Teoria do Código Duplo e a Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia (TCAM). Na sequência, são trazidos pressupostos teóricos acerca das pessoas cegas e o seu respectivo processo de informação. Para, então, propor uma adaptação da TCAM ao contexto da cegueira. A fim de reforçar esta proposição, são apresentados três exemplos de materiais acessíveis, uma cartilha digital com textos alternativos, um mapa tátil e uma imagem audiotátil. Além disso, busca apoio na literatura para corroborar com os pressupostos apresentados.

Nota-se, porém, que essa proposição é uma extrapolação da teoria de Mayer, não devendo ser tratada como verdade absoluta, visto que essa reflexão é inicial e busca trazer simplificações e aproximações dos processos cognitivos envolvidos.

2 Teoria do Código Duplo e Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia

Para contextualizar a Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia (TCAM), faz-se necessário, primeiramente, apresentar a Teoria do Código Duplo, a qual embasa a TCAM.

2.1 Teoria do Código Duplo

A teoria do código duplo foi criada por Allan Paivio, em 1971, que, de forma geral, implica que o processo cognitivo “envolve a atividade de dois subsistemas [...], um sistema verbal especializado para lidar diretamente com a linguagem e um sistema não-verbal (imagético) especializado para lidar com objetos e eventos não-linguísticos” (Paivio, 2006). Para explicar de forma mais clara como isso ocorre, Paivio criou um diagrama (Figura 1) representacional da teoria.

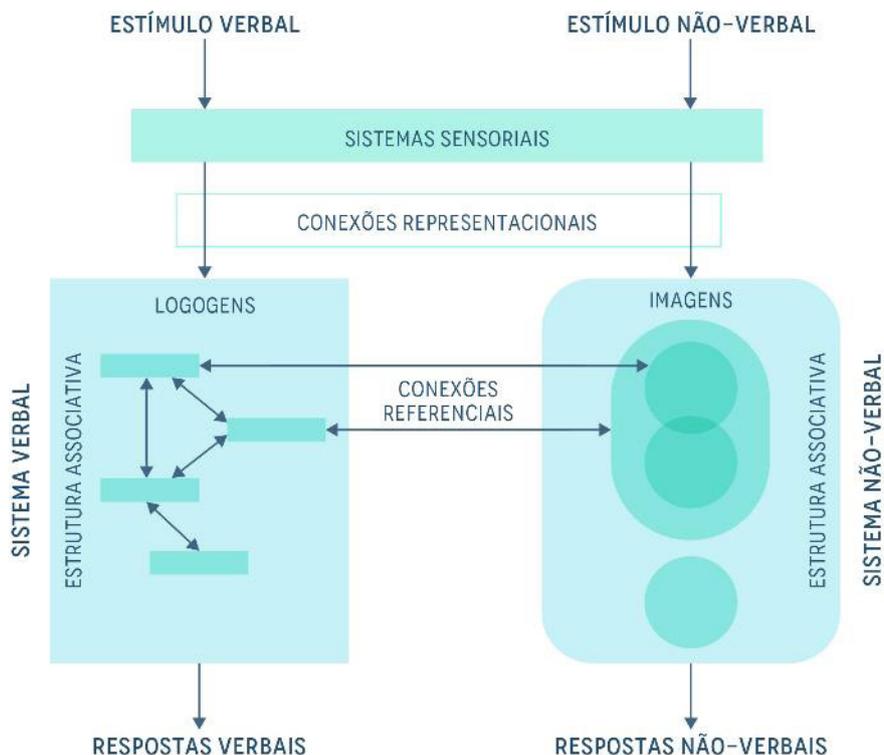


Figura 1 teoria do código duplo, baseado em Paivio (2006).

O que se verifica, de acordo com Paivio (2006), é que, uma pessoa, ao receber estímulos verbais ou não-verbais (tais como reconhecer, pensar, ou manipular coisas ou palavras), as unidades representacionais dos sistemas verbal e não-verbal, chamadas *logogens* ou *imagens*, são ativadas, fazendo conexões entre os estímulos de entrada e as respostas de saída, ao mesmo tempo em que conectam-se entre si. Estas unidades representacionais possuem

uma modularidade específica, portanto, existem “diferentes *logogens* e *imagens* correspondendo ao visual, auditivo e háptico (tato)” e estes trabalham “independentemente ou cooperativamente para mediar o comportamento verbal e não-verbal” (Paivio, 2006).

Ainda de acordo com o autor, os sistemas verbal e não-verbal são, geralmente, estimulados juntos, mas nem sempre na mesma intensidade, onde um sistema torna-se dominante sobre o outro de acordo com cada tarefa (Paivio, 2006). Por exemplo, um quebra-cabeça exige a dominância do sistema não-verbal sobre o verbal, enquanto um caça-palavras realiza o processo inverso (Paivio, 2006).

A hipótese apresentada por Paivio (2006) é a de que, mesmo funcionando independentemente, os dois sistemas possuem efeitos benéficos e aditivos um ao outro. A teoria, então, impacta em como as pessoas aprendem e utilizam a memória, relacionam conceitos abstratos e concretos e desenvolvem suas habilidades cognitivas ao longo da vida.

Por fim, destaca-se que Paivio (2006) menciona o sentido tátil como componente do processo cognitivo, subentendendo-se que este canal sensorial também é passível de obter informações verbais e não-verbais, assim como os canais visual e auditivo.

2.2 Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia

A TCAM, criada por Richard Mayer, incorpora e complementa a Teoria do Código Duplo, com três premissas sobre a cognição humana (Mayer, 2005):

- Canal duplo – processo da informação acontece em dois canais, verbal/auditivo e visual/pictórico;
- Capacidade limitada – há um limite para a carga cognitiva em cada canal de informação;
- Processamento ativo – uma aprendizagem significativa requer uma carga cognitiva considerável.

Mayer (2009: 5), define que o aprendizado multimídia parte da apresentação de algum material que se utiliza tanto de palavras quanto de imagens. As palavras podem ser “o material apresentado na forma verbal – usando texto impresso ou falado”, enquanto as imagens podem ser “o material apresentado na forma pictórica, incluindo imagens estáticas como ilustrações, gráficos, fotos ou mapas, ou imagens dinâmicas como animações ou vídeo”.

Mayer e Sims (1994) frisam que o termo multimídia, nesse caso, se aproxima mais da ideia de que a pessoa usa mais de uma modalidade sensorial para perceber a informação (ou seja, multimodal) do que propriamente apenas o uso de mais de um tipo de mídia.

Considerando isso, Mayer (2009: 7) teoriza que “no processo de tentar construir conexões entre palavras e imagens, aprendizes são capazes de criar um entendimento mais profundo do que poderiam através de palavras ou imagens separadamente”. Ou seja, distribuindo

a carga cognitiva entre os dois canais – verbal e visual – é possível obter um aprendizado da informação maior do que sobrecarregando apenas um canal. Este modelo cognitivo de aprendizagem multimídia é representado no diagrama a seguir (Figura 2).

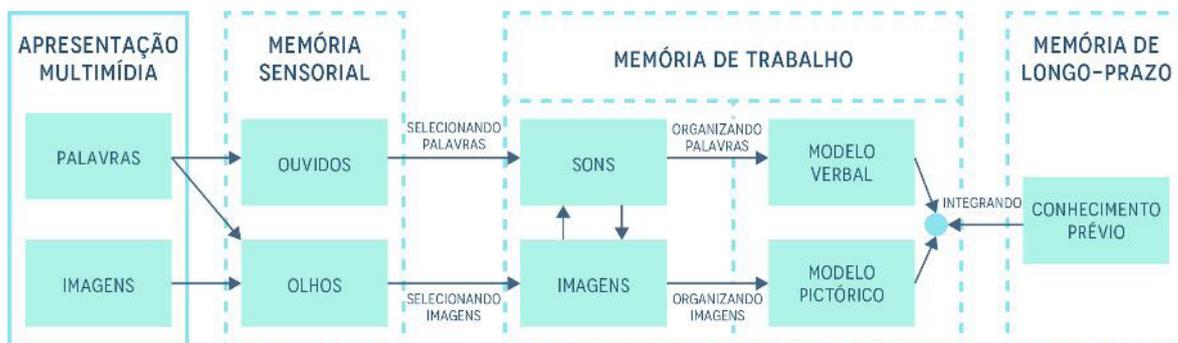


Figura 2 Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia, baseado em Mayer (2009).

Na apresentação multimídia, a informação retratada por palavras é exposta ao canal verbal ou visual, enquanto a informação por imagens é exposta ao canal visual. Estas informações recebidas são captadas e processadas pela memória, retratada no diagrama por retângulos tracejados. Estes representam a memória sensorial, a memória de trabalho e a memória de longo-prazo. “Imagens e palavras chegam do mundo externo pela apresentação multimídia [...] e entram a memória sensorial através dos olhos e ouvidos” (Mayer, 2009: 61).

O texto escrito e as imagens são mantidos por um pequeno período de tempo na memória sensorial visual, enquanto as palavras faladas e outros sons são mantidos por um pequeno período de tempo na memória sensorial auditiva. Já na memória de trabalho, é onde os estímulos são transformados em aprendizado:

“Memória de trabalho é utilizada para temporariamente armazenar e manipular conhecimento na consciência ativa. [...] O lado esquerdo da memória de trabalho representa o material bruto que entra na memória de trabalho [...]. Por contraste, o lado direito da memória de trabalho representa o conhecimento construído na memória de trabalho – modelos mentais pictóricos e verbais e ligações entre eles” (Mayer, 2009: 62).

Com relação ao intercâmbio entre sons e imagens na memória de trabalho, Mayer (2009: 62) explica que “a seta das imagens sonoras para as imagens visuais representa a conversão mental de um som [...] para uma imagem visual”, enquanto “a seta das imagens visuais para as imagens sonoras representa a conversão mental de uma imagem visual [...] para uma imagem sonora”. Ou seja, mesmo que um estímulo tenha sido recebido por um canal (verbal ou visual), a memória de trabalho é capaz de “converter a representação para ser processada em outro canal” (Mayer, 2009: 65). Isso também se encontra na teoria de Paivio (2006), quando *logogens* e *imagens* se conectam entre si no processamento da informação.

Por fim, Mayer (2009: 62) destaca que, a memória de longo prazo consegue manter grandes quantidades de conhecimento, mas só se pode pensar ativamente sobre o material armazenado se ele for levado até a memória de trabalho.

3 Cegueira e processamento da informação

De acordo com Ottaiano et al. (2019), considera-se uma pessoa cega em duas situações: a que possui perda total da visão e, aquela a qual possui severo prejuízo na visão, mas mantém mínimos resquícios visuais – tais como percepção de vultos ou percepção luminosa. Os parâmetros para identificar e avaliar a deficiência visual são a “acuidade visual (a capacidade de reconhecer determinado objeto a determinada distância) e campo visual (a amplitude da área alcançada pela visão)” (Ottaiano et al., 2019: 10).

Kastrup (2007) discorre sobre a atenção e o processamento cognitivo de pessoas cegas. De acordo com a autora, há diferenças entre cegos congênitos e os adquiridos (que perderam a visão tardiamente). Para cegos congênitos, o sistema cognitivo já é baseado nos sentidos sensoriais aquém da visão, enquanto cegos adquiridos podem manter traços visuais na memória (Kastrup: 2007). O tato e a audição são os dois sentidos utilizados como substitutos para os estímulos e compensação visual (Kastrup, 2007; Cook & Polgar, 2015).

Porém, para que cegos possam com sucesso processar uma informação originalmente visual, através do tato e/ou audição, os materiais necessitam de adaptações ou, idealmente, que sejam projetados de forma acessível. Algumas alternativas que os auxiliam na captação e percepção da informação visual (Cook & Polgar, 2015; Macedo, 2010; Fiorini & Manzini, 2010; Adam, 2015; Araujo & Santos, 2015), são:

- Conteúdo em Braille;
- Leitores de tela ou sintetizadores de voz;
- Imagens em relevo, imagens táteis ou modelos tridimensionais;
- Imagens audiotáteis;
- Audiodescrição;
- Descrição textual da imagem;
- Tecnologia háptica.

Estas alternativas são chamadas de Tecnologias Assistivas, que por definição, tem “o objetivo de contribuir ou ampliar as práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelas pessoas que possuem deficiências, promovendo vida independente e inclusão” (Adam & Macedo, 2013). Utilizando-se ou não de Tecnologia Assistiva, é relevante destacar que a pessoa com deficiência visual - e, conseqüentemente, a pessoa cega - possui a mesma capacidade de processar informações que uma pessoa vidente (Camargo, 2005). Assim, reforça-se a ideia de que apesar do cego não receber estímulos

pelo canal visual, esse utiliza de outros canais para a obtenção da informação que é, originalmente, visual.

4 Discussão

Partindo da premissa de que a Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia (TCAM) aborda a compreensão da informação por dois canais sensoriais – visão e audição, esta não abrange pessoas cegas, as quais, como visto anteriormente, compensam a informação visual a partir da audição e/ou tato. Logo, considerando aprendizes cegos, é oportuno revisitar a teoria e apresentar novos pressupostos teóricos neste contexto.

A apresentação multimídia para os cegos não pode ser dada através de imagens convencionais, já que entram para a memória sensorial através dos olhos. Portanto, necessitam ser adaptadas para que haja o seu correto processamento – vídeos com audiodescrição; imagens com texto alternativo em Braille, narrado ou lido através de leitores de tela; imagens impressas em relevo, entre outras formas. Assim, a hipótese é a de que a apresentação multimídia acontece por palavras ou imagens acessíveis, que podem ser acessadas tanto pelos ouvidos quanto pelo tato, de acordo com a Tecnologia Assistiva (ou material acessível) utilizada.

Corroborando com isso, Paivio (2006), quando explica as modularidades de cada sistema, já afirma que existem “diferentes *logogens* e *imagens* correspondendo ao visual, auditivo e háptico (tato)”. Portanto, infere-se que, diante da impossibilidade de se utilizar o canal visual, este poderia ser substituído pelo canal háptico. Desta forma, o cego, ao utilizar recursos assistivos como imagens táteis, Braille ou tecnologia háptica, não sobrecarregaria exclusivamente o canal verbal auditivo, distribuindo a carga cognitiva em dois canais distintos. A Figura 3 apresenta o diagrama com esses pressupostos.

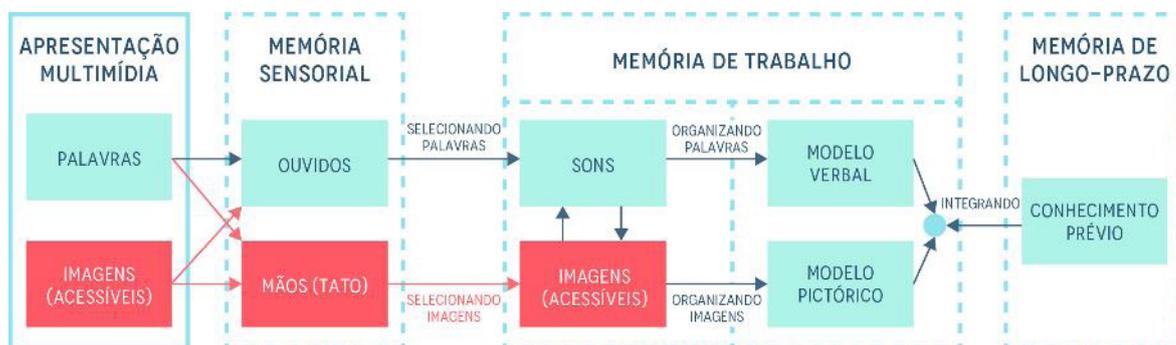


Figura 3 Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia, de Mayer (2009), adaptada.

Reitera-se que este diagrama baseado no original é uma aproximação esquemática e explicativa do processo, não sendo uma descrição extensiva dos processos cognitivos dos aprendizes cegos.

Sabendo-se disso, a TCAM adaptada demonstra que são poucas as modificações no processamento de uma pessoa cega em relação à mesma informação recebida por uma pessoa vidente. O que muda, essencialmente, é o canal de entrada das informações, já que, assim como aprendizes sem nenhuma deficiência, os cegos também são aptos a formar modelos pictóricos e verbais em sua memória de trabalho.

Na memória de trabalho, os estímulos captados pelos ouvidos ou pelas mãos podem se intercambiar entre sons e imagens (acessíveis), que posteriormente serão organizados em modelos mentais, sejam eles verbais ou pictóricos. Frisa-se que, no caso de cegos congênitos, os modelos mentais (verbal e pictórico) remeterão aos estímulos táteis e auditivos, tanto prévios quanto atuais, enquanto que, para cegos adquiridos, o conhecimento prévio visual armazenado na memória de longo prazo é capaz de se integrar ao estímulo atual.

Ainda que não voltado às pessoas cegas, o estudo de Nurulnawati, Ariffin e Mahfuzah (2016) se aproxima dos pressupostos aqui apresentados. Os autores consideraram a TCAM como a base teórica sobre aprendizado e desenvolveram um objeto de aprendizagem para crianças com baixa visão. Entendendo que pessoas com baixa visão necessitam de material visual diferente de pessoas com visão normal, a apresentação multimídia de imagens e palavras precisou ser adaptada para se tornar acessível – uso de cores contrastantes e tipografia sem serifa, por exemplo. Logo, ouvidos e olhos são os canais de entrada de informação (conforme Mayer [2009]), mas a apresentação multimídia é alterada para ser acessível.

Em outro estudo, Jones et al. (2006) se alinham ainda mais aos pressupostos deste artigo. Com base na TCAM, os autores inseriram estímulos hápticos em uma aula sobre morfologia celular, combinados às informações auditivas, como forma de verificar o ganho na aprendizagem dos estudantes cegos. Pelos resultados positivos da inserção da tecnologia háptica, os autores sugerem que a combinação entre audição e tato é efetiva para a aprendizagem de pessoas cegas. Complementam: “apesar de Mayer não endereçar especificamente ao háptico, seu trabalho sugere que quando o contexto de aprendizagem usa propriedades hápticas, os estudantes entenderão a dimensão háptica da tarefa de aprendizagem” (Jones et al., 2006:350).

Como forma de ilustrar as possibilidades de entrada de informação para o processamento e aprendizado de uma pessoa cega, três exemplos são apresentados na sequência. O primeiro, trata-se de uma cartilha digital acessível sobre a confecção, uso e higienização de máscaras caseiras. O segundo exemplo mostra mapas táteis desenvolvidos para estudantes cegos através da impressão tridimensional (3D). O terceiro exemplo demonstra uma imagem audiotátil impressa em 3D.

A cartilha digital em formato *Portable Document Format* (PDF), intitulada “Máscaras Caseiras: cartilha ilustrada sobre confecção, uso e higienização de máscaras caseiras” foi desenvolvida por professoras e

alunos de Design Gráfico da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Esta apresenta três diferentes maneiras de se confeccionar máscaras caseiras, além de informações importantes sobre o uso e formas de higienização. Por ser uma cartilha apoiada por diversas ilustrações, textos alternativos foram disponibilizados para que a pessoa cega pudesse acompanhar todo o conteúdo por leitor de tela. Como exemplo, a Figura 4 apresenta uma página da cartilha.



Figura 4 página de exemplo da cartilha (Rede UFPR de combate ao COVID-19, 2020).

Os textos alternativos descrevem cada ilustração da cartilha que, ao ser acessado por uma pessoa cega, seu leitor de telas apresenta esta informação por áudio. No passo 1, por exemplo, descreve-se: “representação de duas mãos ensaboando a máscara”. Já no passo 4: “a ilustração indica, com o reforço de uma seta em vermelho, que a máscara deve ser guardada individualmente em um saco plástico”. Neste caso, a apresentação visual (ilustrações estáticas) foi transformada em conteúdo verbal lido pelo leitor de tela, possibilitando ao cego receber toda a informação multimídia (palavras e imagens acessíveis) em sua memória sensorial exclusivamente através dos ouvidos, sem impedir que, em sua memória de trabalho, haja intercâmbio entre sons e imagens (Figura 5).

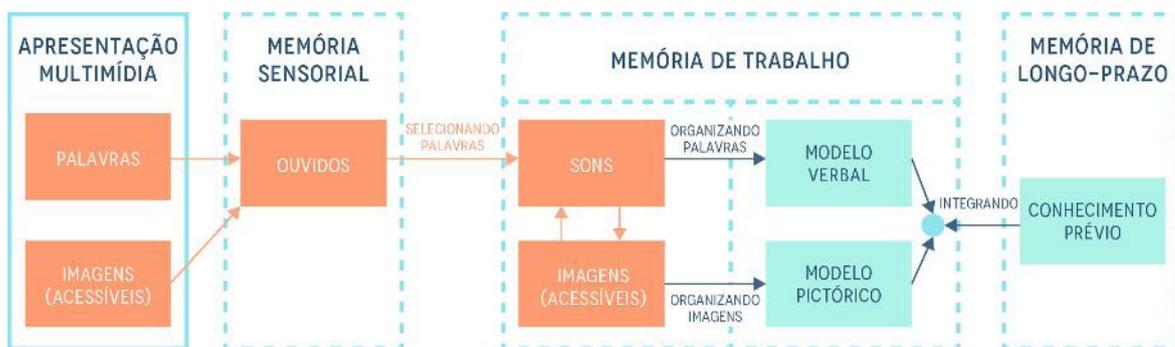


Figura 5 Caminho da informação adaptada adquirida pelos ouvidos.

Por outro lado, imagens táteis permitem ao aprendiz cego perceber as informações visuais através do tato. Em determinados contextos, a imagem tátil complementa outros recursos utilizados, podendo ser combinados com informações auditivas, por exemplo, a descrição verbal de instrutores. Pensando em um contexto escolar, Sanches (2018) apresenta mapas táteis do Estado do Paraná, desenvolvidos por impressão 3D (Figura 6).

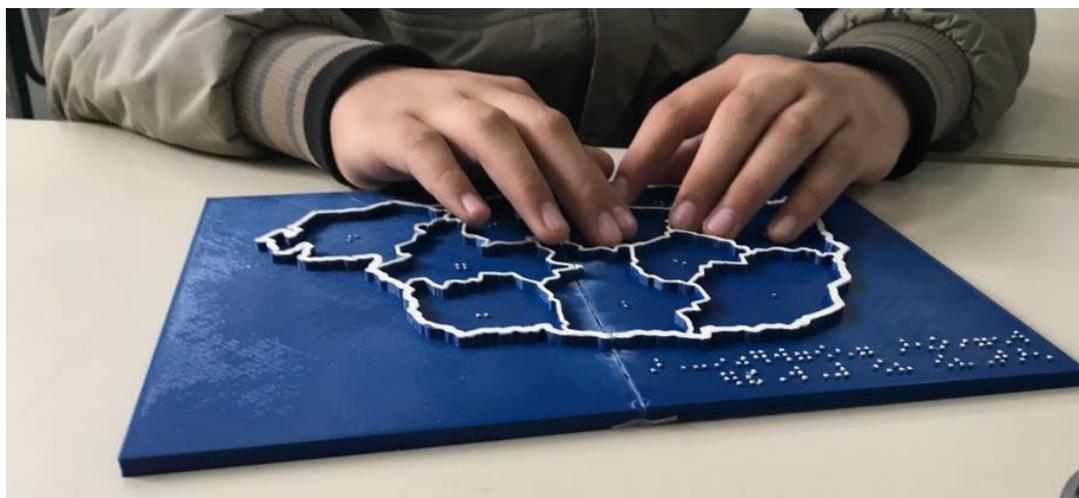


Figura 6 mapa tátil do Estado do Paraná (Sanches, 2018).

As informações da imagem estática, nesse caso, entram na memória sensorial do estudante através do tato, sejam conteúdo não-verbal (imagens) ou verbal (legendas em Braille). Como complemento, uma descrição verbal foi elaborada para contextualizar a imagem: “essa imagem mostra a divisão do Estado do Paraná em 10 regiões geográficas, que estão indicadas por letras em Braille. O objetivo é compreender a divisão e conhecer os nomes das regiões. Acima, o estado de São Paulo. Abaixo, o estado de Santa Catarina. Ao lado direito, o oceano. E ao lado esquerdo, Mato Grosso do Sul, Paraguai e Argentina” (Sanches, 2018:178). Desta forma, o estudante obtém informações por dois canais sensoriais, o que, tanto pela TCAM quanto pela teoria do código duplo, é a forma mais adequada de aprendizado.

Porém, apenas considerando os mapas táteis, toda a apresentação multimídia entraria para a memória do sujeito cego através do tato, conforme Figura 7. Como no exemplo anterior, mesmo que o canal seja único, ainda há a possibilidade de intercâmbio entre sons e imagens na memória de trabalho.

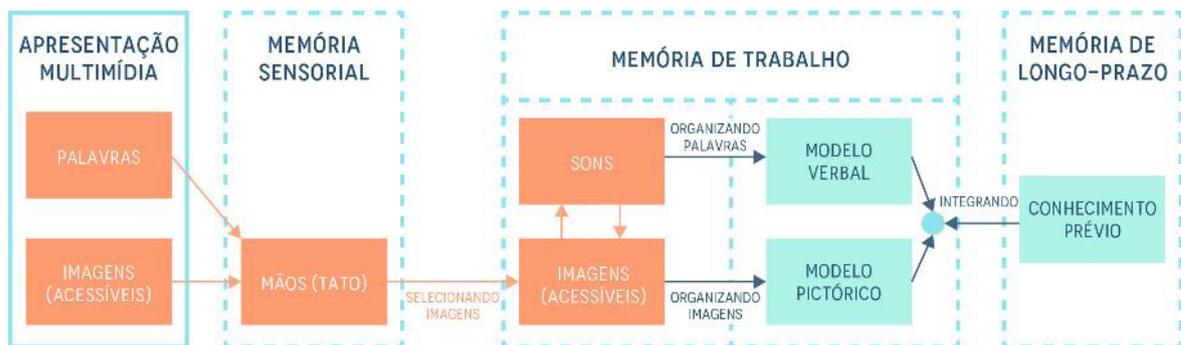


Figura 7 Caminho da informação adaptada adquirida pelas mãos.

Por fim, uma alternativa multimídia acessível para a aprendizagem de pessoas cegas, que utilize ao mesmo tempo o tato e a audição, é fazer uso de imagens audiotáteis. São materiais similares às imagens táteis, com uma diferença: ao invés de textos em Braille, as informações são entregues através de áudio, de forma síncrona à exploração tátil do aprendiz cego. Holloway, Marriott & Butler (2018) desenvolveram um mapa tátil interativo (ou imagem audiotátil) de um campus de universidade (Figura 8).

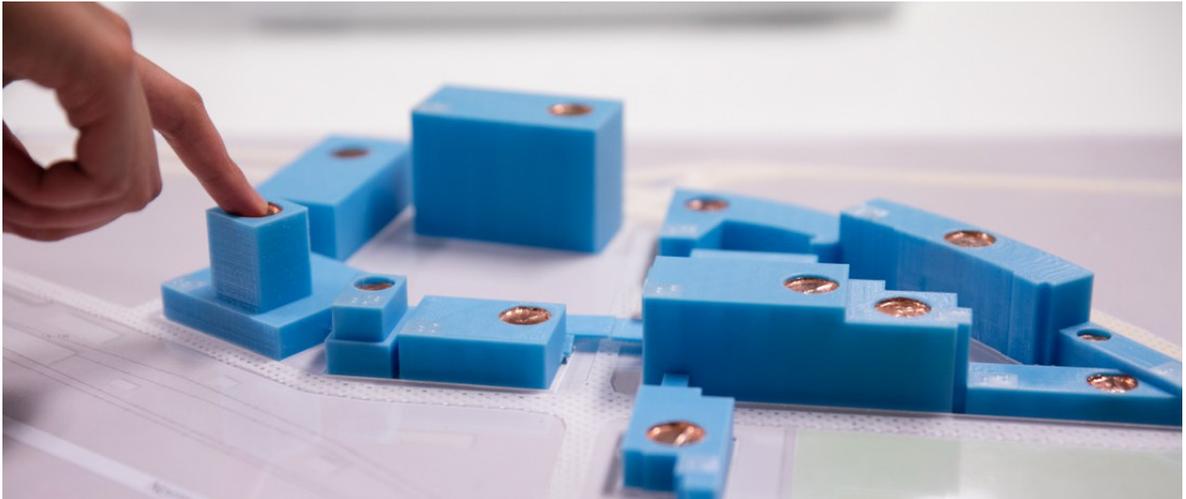


Figura 8 Imagem audiotátil (Holloway, Marriott & Butler, 2018).

Aliada a impressão 3D, os autores determinaram alguns pontos a serem ligados a uma placa eletrônica, onde encaixaram sensores capacitivos. Esses pontos, ao serem tocados pela pessoa cega, reproduzem arquivos em áudio armazenados na placa eletrônica. Desta forma, há exploração tátil e auditiva ao mesmo tempo. Assim, palavras e imagens (acessíveis) são processadas juntas pela memória, tendo como entrada tanto ouvidos quanto mãos (Figura 9). Dentre os três exemplos, este é o que, de acordo com a TCAM de Mayer, traria o maior benefício de aprendizagem ao cego, sem sobrecarga a um único canal sensorial, e com variações entre estímulos verbais e não-verbais.

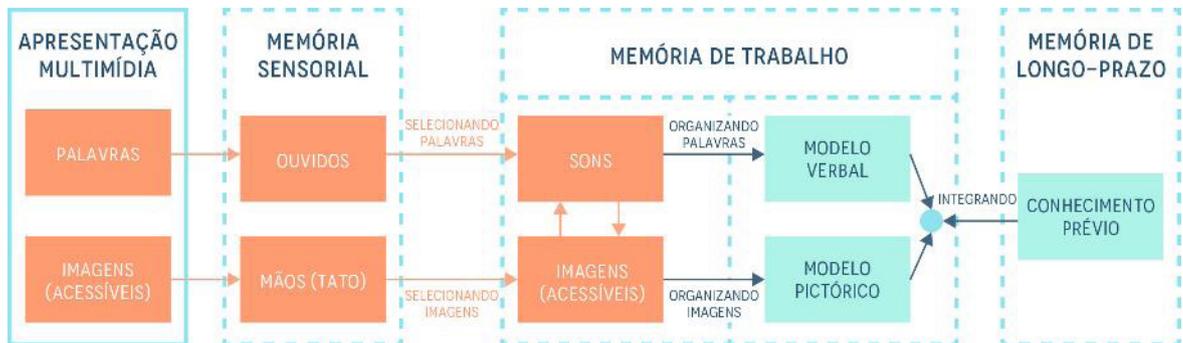


Figura 9 Caminho da informação adaptada adquirida pelos ouvidos e pelas mãos.

Esses exemplos são apenas uma parcela de materiais acessíveis às pessoas cegas. Porém, servem de exercícios especulativos que reforçam a premissa de que cegos adquirem informação tanto através da audição quanto do tato, equivalente à uma pessoa vidente aprendendo através da visão e audição.

5 Considerações finais

Mesmo com a adaptação e planejamento do conteúdo para se tornar acessível aos cegos, ou através da utilização de Tecnologia Assistiva, o conteúdo não será igual ao dado através do canal visual, pois a forma de compreender o mundo é diferente para videntes e cegos. Entretanto, a informação poderá ser repassada em sua essência, já que, durante o processo cognitivo, os cegos também compreendem sons, imagens e formam modelos mentais.

Neste artigo, apresentou-se a Teoria do Código Duplo e a Teoria Cognitiva do Aprendizado Multimídia, refletindo e propondo uma adaptação teórica desta última ao contexto de aprendizado de uma pessoa cega – ou seja, incorporando a noção de imagens e palavras acessíveis pelos ouvidos e o tato. Para corroborar com esses pressupostos, traz-se para a discussão exemplos de materiais acessíveis e estudos de outros pesquisadores que fazem a conexão entre TCAM e deficiência visual. Reforça-se que, a reflexão aqui apresentada é teórica e especulativa, não devendo ser tratada como verdade absoluta, mas sim testada, comparada e discutida entre a comunidade acadêmica.

Com esses pressupostos apresentados, abre-se um leque de discussões futuras que podem auxiliar designers da informação a compreender com mais clareza seus usuários cegos. Compreende-se que há a necessidade de validações e novas discussões da hipótese aqui apresentada. Portanto, sugere-se o aprofundamento dos estudos a partir de outras pesquisas, que busquem compreender e testar combinações de mídias para o aprendizado de pessoas cegas, ou mesmo propor novas formas de traduzir a informação visual de forma acessível aos cegos.

Referências

- Adam, D. L. (2015). Premissas de criação de imagens em relevo em objetos de aprendizagem para cegos. *Dissertação (Mestrado)*. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná.
- Adam, D. L., & Macedo, C. M. S. (2013). A imagem como veículo de acesso à informação em objetos de aprendizagem para deficientes visuais. *Revista Brasileira de Design da Informação - InfoDesign*, São Paulo, v.10, n.2, pp. 176-192.
- Araujo, M. D. X., & Santos, D. M. (2015). Fotografia tátil: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3d. *Revista Brasileira de Design da Informação - InfoDesign*, São Paulo, v.12, n.1, pp. 62-76.
- Camargo, E. P. (2005). O ensino de física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e

- com baixa visão. *Tese (Doutorado)*. Campinas, Brasil: Universidade Estadual de Campinas.
- Cook, A M., & Polgar, J. M. (2015). *Assistive Technologies: principles and practice*. St. Louis: Elsevier.
- Fiorini, M. L. S., & Manzini, E. J. (2010). Procedimentos para descrição de figuras em texto impresso visando à acessibilidade para pessoas cegas: um estudo a partir de um livro de educação física adaptada. *Revista Educação em Questão*, Natal, v.38, n.24, pp.164-183.
- Frascara, J. (2016). Data, information, design, and traffic injuries. Em Oven, P., & Požar, C. (orgs.). *On information design*. Liubliana: The Museum of Architecture and Design.
- Holloway, L., Marriott, K., & Butler, M. (2018). *Accessible maps for the blind: comparing 3D printed models with tactile graphics*. Anais do CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Montreal, Canada.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2016). *Pesquisa nacional de saúde, 2013: indicadores de saúde e mercado de trabalho: Brasil e grandes regiões*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Jones, M. G., Minogue, J., Oppewal, T., Cook, M. P., & Broadwell, B. (2006). Visualizing without vision at the microscale: students with visual impairments explore cells with touch. *Journal of Science Education and Technology*, v.15, n.5, pp. 345-351.
- Kastrup, V. (2007). A invenção na ponta dos dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual. *Psicologia em Revista*, Belo Horizonte, v.13, n.1, pp.69-90.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2013). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, v.38, n.1, pp.43-52.
- Mayer, R. E., & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Education Psychology*, v.86, n.3, pp. 389-401.
- Nurulnadwana, A., Ariffinb, A. M., & Mahfuzahb, S. S. (2016). Integrating multimedia learning theory in assistive courseware for low vision learners. *Jurnal Teknologi*, v. 78, n. 2, pp.49-56.
- Ottaiano, J. A. A., Ávila, M. P., Umbelino, C. C., & Taleb, A. C. (2019). *As condições de saúde ocular no Brasil 2019*. São Paulo: Conselho Brasileiro de Oftalmologia.
- Paivio, A. (2006). Dual coding theory and education. *Pathways to Literacy Achievement for High Poverty Children*. University of Michigan, School of Education, September 29-October 1, Ann Arbor.
- Rede UFPR de Combate ao COVID-19. (2020). *Máscaras caseiras: cartilha ilustrada sobre confecção, uso e higienização de máscaras caseiras*. Disponível em: <<https://redecovid.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2020/06/Cartilha-M%C3%A1scarasCaseiras-Acess%C3%ADvel.pdf>>. Acesso em: julho/2020.
- Sanches, E. C. P. (2018). Modelo de tradução para acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional. *Dissertação (Mestrado)*. Curitiba, Brasil: Universidade Federal do Paraná.

Sloan, D., Stratford, J., & Gregor, P. (2006). Using multimedia to enhance the accessibility of the learning environment for disabled students: reflections from the Skills for Access project. *Alt-J, Research in Learning Technology*, v.14, n.1, pp.39-54.

Sobre os autores

Emilia Christie Picelli Sanches

emilia.ecps@gmail.com

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Departamento de Design

Rua General Carneiro, 460, Centro, Curitiba, Paraná.

Juliana Bueno

julianabueno.ufpr@gmail.com

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Departamento de Design

Rua General Carneiro, 460, Centro, Curitiba, Paraná.

Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto

lucia.demec@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Departamento de Engenharia Mecânica

Bloco IV do Setor de Tecnologia, Centro Politécnico da UFPR, Jardim das Américas, Curitiba, Paraná

Artigo recebido em/*Submission date* 30/07/2020

Artigo aprovado em/*Approval date* 25/01/2021