

A imagem como veículo de acesso à informação em objetos de aprendizagem para deficientes visuais

Image as a carrier to access information on learning objects for the visually impaired

Dominique Leite Adam, Claudia Mara Scudelari de Macedo

análise gráfica,
imagem,
objeto de aprendizagem

A acessibilidade em objetos de aprendizagem para pessoas com deficiência visual pode ser atingida por intermédio de tecnologias assistivas como a audiodescrição, porém até que ponto as imagens podem ser descritas mantendo sua essência e facilitando a aquisição da informação? O objetivo desse artigo é analisar quatro imagens estáticas pertencentes a objetos de aprendizagem de Ciências Naturais do Ensino Fundamental comparando com a análise de quatro imagens hápticas correspondentes, abordando as características gráficas de uma imagem de acordo com as variáveis gráficas de Bertin (1986) associando com os elementos morfológicos primitivos (HORN, 1998) e com as diretrizes de criação de objetos de aprendizagem acessíveis, com foco em imagens estáticas propostos por Macedo (2010), com a intenção de relatar a acessibilidade de imagens estáticas presentes em objetos de aprendizagem digitais para de ensino para pessoas com deficiência visual. Com esta análise foi possível observar que as imagens estáticas analisadas pertencentes Portal do Professor - MEC não possuem elementos gráficos com características acessíveis, e as imagens hápticas do TGIL - *Tactile Graphic Image Library* apesar de conterem elementos acessíveis, a relação entre texto e elementos gráficos mostrou-se ineficiente.

*graphic analysis,
image,
learning object*

The accessibility of learning objects for people with visual impairment can be achieved through assistive technologies such as audio description, but the extent to which images can be described keeping its essence and facilitating the acquisition of information? The aim of this paper is to analyse four static images belonging to the learning objects of Natural Sciences of elementary school compared with the analysis of four haptic images that matches the same purpose, addressing the design characteristics of an image according to the graphical variables of Bertin (1986) associating with primitive morphological elements (HORN, 1998) and guidelines for creating accessible learning objects, focusing on static images proposed by Macedo (2010), with the intention to describe the importance of using haptic images as a complement to audio description in digital learning objects for people with visual impairments. With this analysis it was observed that the Teacher's portal - MEC' static images analysed does not have accessibility features and although the images of TGIL have accessible elements, the relationship between text and graphics proved inefficient.

1 Introdução

O Design Universal é definido como “concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente pessoas com diferentes características [...] constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade”. (BRASIL, 2006). Seus princípios de acordo com Mace *et al.* (1997) são:

- Equiparação nas possibilidades de uso
- Flexibilidade
- Uso simples e intuitivo
- Captação da informação
- Tolerância ao erro
- Mínimo esforço físico
- Dimensão e espaço para uso e interação

Apesar de esses princípios existirem e, muitas vezes, fazerem parte da criação de conteúdo educacional via web, a acessibilidade para pessoas com deficiência visual em objetos de aprendizagem é ainda precária. Anderson (2006) *apud* Bocconi *et al.* (2007) mencionam que apesar da tecnologia mostrar-se benéfica em tarefas educacionais há problemas encontrados em relação ao design e a usabilidade.

Objetos de aprendizagem são recursos pedagógicos que intermediam o aprendizado presencial e a distância. De acordo com o IEEE LTSC (2010) esses recursos são “qualquer entidade digital, ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado pela tecnologia”. Estes objetos são disponibilizados para uso de professores nas mais diversas situações de ensino. No entanto, o seu uso pode ser restrito a alguns alunos se estes objetos não observarem questões de acessibilidade na sua confecção. (MACEDO, 2010)

Conforme a Constituição Brasileira e a Lei de Acessibilidade, o acesso das pessoas com deficiência às classes comuns da rede regular de ensino devem respeitar o seguinte artigo referente decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004:

“Art. 24. Os estabelecimentos de ensino de qualquer nível, etapa ou modalidade, públicos ou privados, proporcionarão condições de acesso e utilização de todos os seus ambientes ou compartimentos para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, inclusive salas de aula, bibliotecas, auditórios, ginásios e instalações desportivas, laboratórios, áreas de lazer e sanitários.” (DECRETO FEDERAL 5.296/04).

Para facilitar o acesso à informação às pessoas com deficiências, existe a Tecnologia Assistiva (TA) que, por sua vez, 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. De acordo com o Comitê

de Ajudas Técnicas – CAT (CBTA, 2013), a definição de Tecnologia Assistiva (TA) é:

“produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”. (COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS – ATA VII)

Dessa forma, a TA visa melhorar a funcionalidade dos artefatos para as pessoas com deficiência. O termo funcionalidade diz respeito à habilidade em realizar uma tarefa, logo, agrega a deficiência propriamente dita, as limitações de atividades e de participação impostas pela deficiência e o contexto em que essas atividades serão realizadas, ou seja, um modelo de intervenção biopsicossocial, segundo a CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade (MACEDO, 2013).

A audiodescrição é uma tecnologia assistiva que se trata de uma descrição clara e objetiva utilizada para tornar acessível toda informação compreendida visualmente e que não está contida em diálogos, textos. Ela permite que o indivíduo receba a informação contida em uma imagem ou cena ao mesmo tempo em que esta aparece. Esta técnica é destinada a pessoas com deficiência visual. A audiodescrição difere da tecnologia normalmente utilizada para deficientes auditivos, denominada closed caption, a qual transcreve, sob a forma de legendas, o áudio de diversos tipos de mídias. (FILHO & MOTTA, 2010)

A tecnologia háptica, é outro recurso de acessibilidade utilizado em várias áreas de acordo com Hayward *et al.* (2004), incluindo a área da saúde, educação, entretenimento, indústria automotiva, telefonia móvel, robótica e tecnologia assistiva.

De acordo com o *IMS - Instructional Management Systems* (2002), a acessibilidade de imagens através da tecnologia háptica reduz o esforço mental e o feedback proveniente da combinação do áudio e tato (ou braile), e têm-se mostrado ser muito eficiente para produzir representações gráficas acessíveis para usuários cegos. Esse tipo de representação tátil é comumente relacionado a objetos de aprendizagem como mapas e ensino de geometria.

Dessa forma, segundo Kim (2010) a imagem háptica vem sendo utilizada em *GUI (Graphical User Interfaces)* e interfaces de realidade virtual, onde os usuários manipulam o dispositivo háptico e o feedback é realizado através de vibração, por exemplo.

A proposta deste artigo é discutir imagens estáticas e imagens hápticas equivalentes, através de análise comparativa entre quatro imagens estáticas pertencentes a objetos de aprendizagem de Ciências Naturais do Ensino Fundamental, disponibilizados pelo Portal do Professor - MEC (BRASIL, 2013), e quatro imagens hápticas correspondentes. Serão abordadas as características gráficas de acordo

com Bertin (1986), Horn (1998) e Macedo (2010) com o objetivo de relatar características de acessibilidade de imagens estáticas presentes em objetos de aprendizagem para deficientes visuais.

2 Variáveis gráficas

O sistema sensorial é composto pelos sentidos visual, auditivo, háptico e paladar. O sistema simbólico consiste em aspectos referentes à linguagem - verbais (palavras faladas, escritas) e não verbais (representações visuais de objetos, sons, memórias olfativas e hápticas). (PAIVIO, 1990). O sistema simbólico não verbal, neste caso, são as imagens que podem ser decompostas e classificadas de acordo com as variáveis gráficas propostas por Bertin (1986), que as define como sendo os elementos que compõem uma representação visual e, de acordo com sua classificação podem ser: plano, tamanho, valor, textura, cor, orientação e forma, conforme a Figura 1.

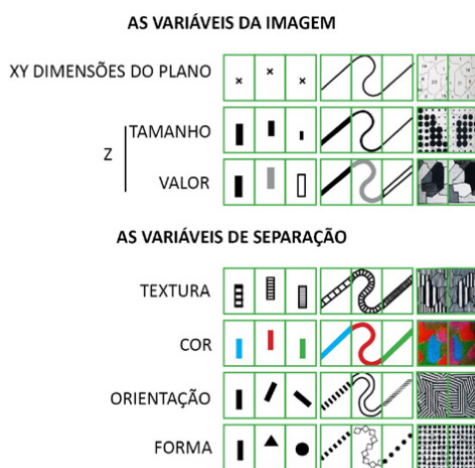


Figura 1 Variáveis visuais propostas por Bertin (1986, p. 187).

Dessa forma, as variáveis gráficas estão separadas em duas categorias: variáveis da imagem e variáveis de separação, conforme Quadro 1.

Quadro 1 Variáveis da imagem. Fonte: Baseado em Bertin (1986).

Plano	Refere-se à variação de posição de pontos em um determinado espaço gráfico
Tamanho	Refere-se à variação de altura e largura da área ou de um elemento gráfico presente na imagem
Valor	Refere-se ao preenchimento de uma área da imagem - sua variação tonal, com a finalidade de gerar diferenciações
Textura	Refere-se à variação de padrões utilizados com o objetivo de formar e distinguir as áreas de um todo
Cor	Refere-se à variação cromática (tonalidade ou saturação) em um mesmo valor
Orientação	Refere-se à variação de posição (horizontal ou vertical), angulação, inclinação de linhas ou padrões
Forma	Refere-se à variação da configuração dos elementos gráficos utilizados para compor a representação gráfica

Para fins deste artigo, a estas variáveis gráficas de Bertin (1986), foram associados os elementos morfológicos primitivos propostos por Horn (1998) que são classificados conforme a Figura 2.

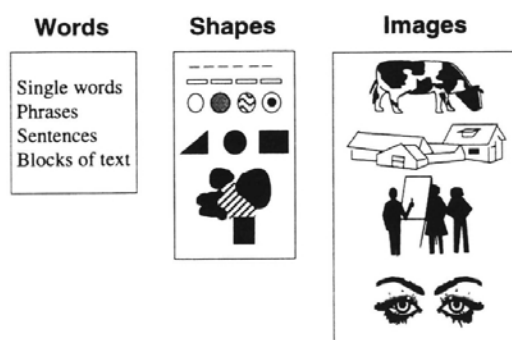


Figura 2 Elementos morfológicos primitivos. Horn, 1998.

Os elementos morfológicos são divididos em três níveis, de acordo com Horn, (1998). O nível das palavras, das formas e das imagens. Os elementos que compõem o nível 1 são palavra, frases, sentença e blocos de texto. O nível 2 é dividido em ponto, linha, formas abstratas e espaço entre formas. O terceiro nível é composto por imagens. As propriedades desses elementos Morfológicos Primitivos de Horn (1998) contemplam as variáveis visuais propostas por Bertin (1986), e adicionam mais quatro características: localização no espaço 2D e 3D, espessura e iluminação.

No intuito de permitir a análise das imagens estáticas presentes em objetos de aprendizagem foram utilizadas as diretrizes para a criação de objetos de aprendizagem acessíveis propostas por Macedo (2010) com base nas recomendações IMS-GLC e W3C-WCAG 1.0 e 2.0, e dos “Princípios de Design Universal”, aplicado à criação de conteúdo para WEB. De acordo com estas diretrizes, as imagens estáticas acessíveis em objetos de aprendizagem devem:

- Permitir visualização monocromática;
- Permitir alto contraste;
- Serem escalonáveis até 200%;
- Fornecer mídia alternativa, pelo menos uma das opções (texto alternativo com propósito equivalente ao da imagem, descrição completa equivalente em áudio ou textual, alternativa simplificada para impressão em braille).

Estudos de Thompson e Paivio (1994 APUD PAIVIO, 2006) mostram que a associação de imagens e sons possui efeitos aditivos na memória, de acordo com o enunciado da teoria do código duplo, que afirma que existem dois subsistemas cognitivos, um responsável pela representação da informação verbal, linguagem (logogen) e outro pela não verbal (conteúdo imagético - *imagens*). Dessa forma, serão analisadas representações visuais – imagens estáticas provenientes

de objetos de aprendizagem (sistema simbólico não verbal) através do sistema háptico (sensório motor) de acordo com a associação dos requisitos de acessibilidade de imagens estáticas propostos por Macedo (2010), da classificação de variáveis gráficas propostas por Bertin (1986) associando com os elementos morfológicos primitivos (HORN, 1998).

¹ Háptico vem do grego *haptikós*, e é referente ao tato. Dicionário Michaelis, 2013.

3 Análise gráfica de imagens estáticas e imagens hápticas ¹

3.1 Imagens analisadas

As imagens analisadas foram selecionadas entre objetos de aprendizagem voltados ao ensino de ciências naturais, com o objetivo de observar as características de acessibilidade das imagens presentes no Portal do Professor – MEC (BRASIL, 2013) e compará-las com o repositório de imagens táteis *TGIL - Tactile Graphic Image Library* (BLIND, 2013).

O portal do professor – MEC, lançado em 2008 em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, apresenta uma coleção de objetos de aprendizagem para apoiar e enriquecer a prática pedagógica dos professores.

Como não foi encontrado um repositório de imagens hápticas brasileiro, o *TGIL* foi selecionado por se tratar de um repositório de imagens que pode servir como base para a preparação de objetos de aprendizagem acessíveis. As representações presentes nesse repositório, segundo o *APHB (American Printing House for the Blind)* apresentam melhorias para construir websites mais acessíveis e intuitivos.

Foram selecionadas quatro imagens visuais do Portal do Professor – MEC referente aos órgãos reprodutores de uma flor, pirâmide alimentar, sistema circulatório e fluxo sanguíneo, e quatro imagens hápticas pertencentes ao *TGIL (Tactile Graphic Image Library)* que possuem o mesmo objetivo, para realizar uma posterior comparação entre as imagens e seus graus de acessibilidade.

Imagem 1: Imagem referente aos órgãos reprodutores de uma flor.

Fonte: Portal do Professor – MEC

Imagem 2: Imagem referente aos órgãos reprodutores de uma flor.

Fonte: TGIL

Imagem 3: Pirâmide alimentar. Fonte: Portal do Professor – MEC

Imagem 4: Pirâmide alimentar. Fonte: TGIL

Imagem 5: Sistema circulatório e respiratório. Fonte: Portal do Professor – MEC

Imagem 6: Sistema circulatório e respiratório. Fonte: TGIL

Imagem 7: Coração. Fonte: Portal do Professor – MEC

Imagem 8: Coração. Fonte: TGIL

Imagem 1

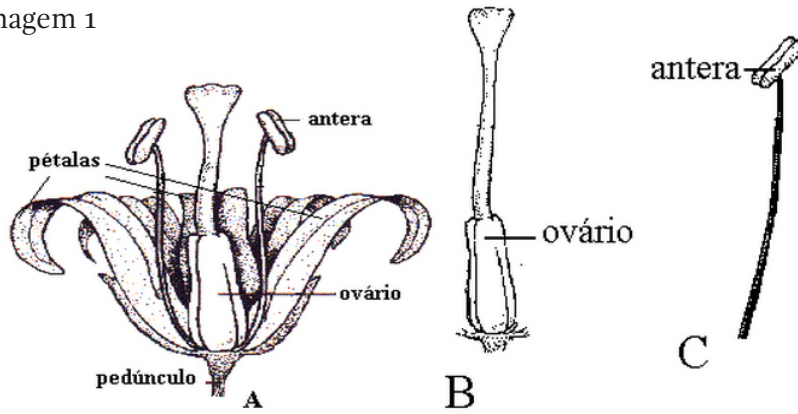


Figura 3 Imagem referente aos órgãos reprodutores de uma flor. (Fonte: Portal do Professor – MEC).

Imagem 2

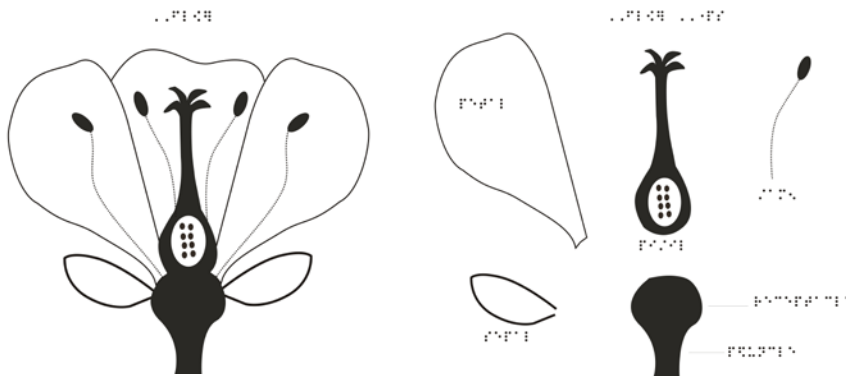


Figura 4 Imagem referente aos órgãos reprodutores de uma flor. (Fonte: TGIL).

Imagem 3



Figura 5 Pirâmide alimentar. (Fonte: Portal do Professor – MEC).

Imagem 4

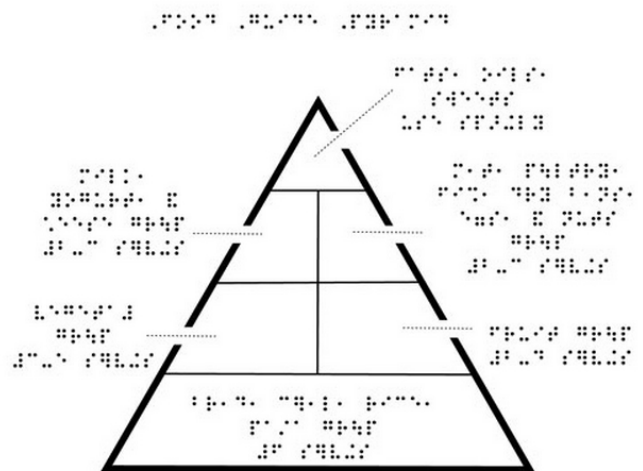


Figura 6 Pirâmide alimentar. (Fonte: TGIL).

Imagem 5

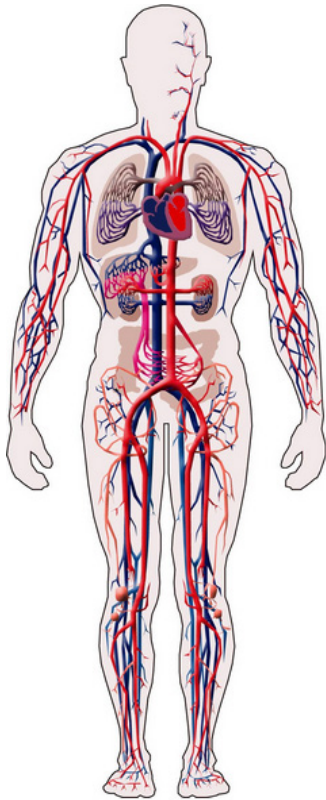


Figura 7 Sistema circulatório e respiratório. (Fonte: Portal do Professor – MEC).

Imagem 6

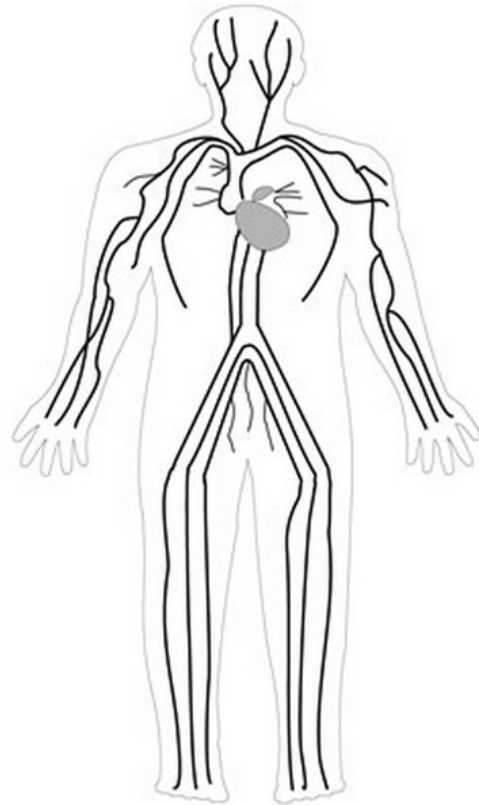


Figura 8 Sistema circulatório. (Fonte: TGIL).

Imagem 7

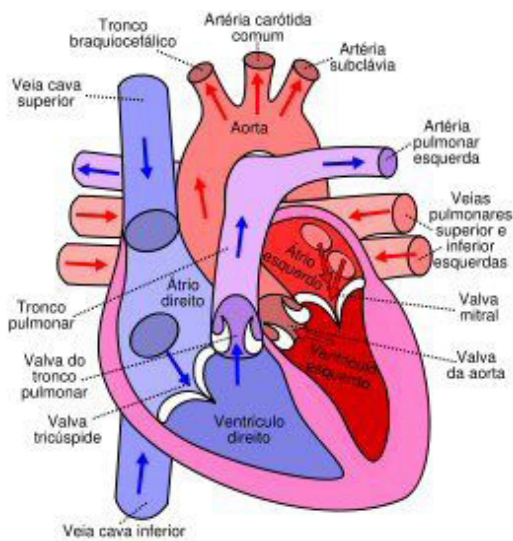


Figura 9 Coração. Portal do Professor – (MEC).

Imagem 8

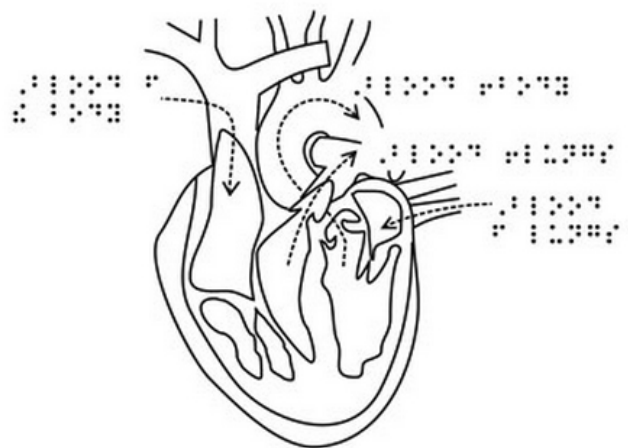


Figura 10 Imagem háptica referente ao coração. (Fonte: TGIL).

3.2 Protocolo e procedimento da análise

Para a análise das imagens estáticas e hápticas pertencentes a objetos de aprendizagem selecionados foi elaborado um protocolo de análise (Quadro 1). O protocolo possui a função de identificar quais as características visuais a imagem possui de acordo com os requisitos de acessibilidade de imagens estáticas propostos por Macedo (2010) e as variáveis visuais de Bertin (1986) complementadas pelos elementos morfológicos primitivos de acordo com Horn (1998). Diante das propriedades dos elementos morfológicos, apenas a espessura da linha foi considerada como fator relevante para a construção de imagens hápticas.

Quadro 2 Protocolo de análise. (Fonte: Da autora).

Variáveis visuais	Acessibilidade
Ponto	
Linha	
• Espessura	
Formas	
• Espaço entre formas	
Plano	
Tamanho	É escalonável?
Valor	
Textura	
Cor	Visualização monocromática
	Alto contraste
Orientação	
Texto alternativo	
• Palavra	
• Frases	
• Sentença	
• Blocos de texto	

A primeira coluna do protocolo apresenta as características gráficas da imagem, seguindo por uma coluna em branco para marcar as características encontradas na imagem analisada e depois uma coluna referente aos requisitos de acessibilidade, dispostos de acordo com as variáveis visuais que influenciam diretamente sua existência, ou seja, em relação ao tamanho: a imagem é permitida ser ampliada?

E em relação à cor: a imagem possui ou apresenta possibilidade de visualização monocromática e/ou alto contraste? Seguida por uma nova coluna em branco com o mesmo objetivo da primeira mencionada.

Para a análise das imagens foi seguido o procedimento a seguir: preenchimento do protocolo, comparação entre imagens estáticas e hápticas correspondentes e, por fim, a tabulação dos resultados.

4 Resultados e discussão

Imagem 1: órgãos reprodutores de uma flor

A primeira imagem analisada pertence a um objeto de aprendizagem de Ciências Naturais do Ensino Fundamental. A Figura 3 faz parte de uma aula denominada “Órgãos das Plantas - A flor”, em que explica a função das flores para as plantas.

A imagem possui três características de acessibilidade de imagens estáticas propostas por Macedo (2010), é escalonável, monocromática e possui contraste. Porém, não apresenta texto alternativo para leitura em braile, ou áudio. Isso a torna inacessível para usuários cegos. Mesmo impressa utilizando impressoras táteis, não se torna acessível por não ser graficamente construída para ser impressa em relevo, a espessura da linha não é variável e os elementos de ligação entre imagem e legenda estão sobrepostos à imagem.

Imagem 2: órgãos reprodutores de uma flor (háptica)

O conjunto de representações gráficas referentes aos órgãos reprodutores de uma flor (Figura 4) possui características diferenciadas de disposição gráfica se comparadas com a imagem presente no Portal do Professor – MEC. Este conjunto contém as mesmas informações presentes na Figura 3, porém adaptadas para a leitura tátil. Pode-se observar que primeiramente é apresentada a representação completa da flor, com legenda e posteriormente, suas partes separadas com complemento textual indicando cada componente da planta. Isso facilita a compreensão do usuário deficiente visual, pois dessa forma é possível o leitor identificar as partes isoladamente e relacioná-las com a imagem completa.

As representações visuais são bidimensionais através de planificação e simétrica. Sua forma orgânica possui a linha como característica diferenciadora; as diferentes espessuras referem-se a diferentes partes constituintes da planta. As imagens possuem os requisitos de acessibilidade propostos por Macedo (2010), como alto contraste e visualização monocromática. O texto complementar à imagem é disponibilizado de forma háptica (braile), a informação não verbal - imagen (PAIVIO, 1986) pode ser impressa em relevo através de impressoras especiais e ser percebida durante o processamento cognitivo através do sistema háptico.

Imagem 3: Pirâmide alimentar

A terceira imagem analisada pertence a um objeto de aprendizagem de uma aula disponibilizada no Portal do Professor – MEC denominada “Comer equilibradamente: utilização da pirâmide alimentar” referente à disciplina de Ciências Naturais do Ensino Fundamental em que explica a importância de uma alimentação saudável (Figura 5).

Esta imagem não possui características de acessibilidade propostas por Macedo (2010). A imagem é colorida, sem opção alternativa de alto contraste e/ou monocromia e está disponibilizada em baixa resolução, apresentando muitos elementos gráficos que se tornam irreconhecíveis quando ampliados. O espaço em branco existente entre os elementos que estão inseridos na pirâmide varia conforme a quantidade de elementos inseridos no espaço, existindo elementos sobrepostos, os quais não são diferenciados por proporção. Por exemplo, o cacho de uvas, na realidade, não é menor do que a maçã ou do tamanho de uma laranja. Isso torna precária a compreensão da informação. A legenda é disponibilizada em blocos de texto em tipografia ilegível com elemento de ligação entre imagem e legenda sobreposto à imagem, inviabilizando a percepção tátil.

Imagem 4: Pirâmide alimentar (háptica)

A imagem háptica referente à pirâmide alimentar (Figura 6) possui as características de acessibilidade propostas por Macedo (2010), como visualização monocromática, alto contraste e ser escalonável. De acordo com Horn (1998), as linhas são diferenciadas de acordo com a espessura e, os elementos de ligação entre legenda e imagem não estão sobrepostos à imagem. Existe um espaço em branco na representação da pirâmide referente à inserção desse elemento de ligação. A explicação textual referente a cada divisão da pirâmide é feita através de blocos de texto dispostos próximos aos elementos de ligação. Porém, a legenda em braile segue a mesma diagramação referente à Figura 6. Isso inviabiliza a compreensão tátil, visto que esta é realizada por linhas inteiras e a quebra de informação textual disposta em mais de uma linha e centralizada confunde o leitor cego.

Imagem 5: Sistema circulatório

A Figura 7 está inserida em um objeto de aprendizagem referente a uma aula denominada “Sistema circulatório”, disponibilizada no Portal do Professor – MEC e pertence à disciplina de Ciências Naturais do Ensino Fundamental que tem o objetivo de explicar o sistema circulatório do corpo humano.

A imagem não apresenta 3 características de acessibilidade propostas por Macedo (2010), por ser colorida, não disponibilizando uma versão monocromática e em alto contraste e por estar disponibilizada em baixa resolução, não permitindo ampliação. Também não apresenta descrição textual, como legendas para descrever as partes representadas. A imagem possui variações de

tonalidade nos elementos para indicar tridimensionalidade e diferença de espessura de linhas (HORN,1998).

Imagem 6: Sistema circulatório (háptica)

A imagem háptica referente ao sistema circulatório (Figura 8) apresenta três características de acessibilidade propostas por Macedo (2010), sendo escalonável, monocromática com variação de tonalidades, e alto contraste. Porém, não apresenta texto complementar, indicando legenda, por exemplo. É uma representação bidimensional simétrica, e de acordo com Horn (1998), existe a variação de espessuras das linhas com o intuito de indicar diferentes partes da ilustração e espaços vazios não havendo sobreposição de informações.

Imagem 7: Fluxo sanguíneo

A imagem do último par de análises gráficas é referente a um objeto de aprendizagem de Ciências Naturais do Ensino Fundamental disponibilizado pelo Portal do Professor – MEC da aula “Ouvindo as batidas do coração” que tem o objetivo de explicar como ocorre o fluxo sanguíneo no corpo humano (Figura 9).

A imagem é uma representação bidimensional em perspectiva e assimétrica. Não cumpre os requisitos de acessibilidade propostos por Macedo (2010) por não apresentar boa resolução para ampliação e não possuir correspondente em monocromia e/ou alto contraste. Apresenta variações de tonalidade nos elementos para indicar tridimensionalidade. Possui blocos de texto com função de legenda através de elemento de ligação, sobreposto à representação visual, entre imagem e legenda.

Imagem 8: Fluxo sanguíneo (háptica)

A imagem háptica referente ao fluxo sanguíneo (Figura 10) não apresenta variações de espessura de linha (HORN, 1998), porém o elemento gráfico que indica ação (seta) é representado através de linha pontilhada. A representação apresenta as características de acessibilidade propostas por Macedo (2010), como alto contraste, monocromia, possibilidade de ampliação, e bloco de texto em braile como legenda. Porém o texto é representado em duas linhas e muito próximo à imagem e ao elemento de ligação. Isso pode dificultar o acesso à informação para um leitor cego, pois é possível confundir os pontos referentes à linha pontilhada e o braile. A quantidade de linhas no centro da representação háptica, bem como sua sobreposição também pode confundir o leitor.

5 Discussão geral

A Tabela 2 apresenta a tabulação dos resultados das análises gráficas realizadas apresentando a tendência das representações visuais

presentes no Portal do Professor – MEC e das representações hápticas presentes no repositório TGIL.

Tabela 1 Tabulação dos resultados da análise.

IMAGEM	Órgãos reprodutores de uma flor		Pirâmide alimentar		Sistema circulatório		Fluxo sanguíneo		TOTAL DE IMAGENS	
	MEC	TGIL	MEC	TGIL	MEC	TGIL	MEC	TGIL	MEC	TGIL
Acessibilidade de imagens										
Espessura da linha como diferenciador		●	●	●	●	●			2	3
Espaço entre formas	●	●		●		●			1	3
É escalonável	●	●		●		●		●	1	4
Cor										
• Monocromática	●	●		●		●	●	●	2	4
• Alto Contraste	●	●		●	●	●	●	●	3	4
Rótulo										
• Palavra	●	●	–				–	–	1	1
• Blocos de texto	–	–	●	●	–	–	●	●	2	2
Texto alternativo										
• Braile		●		●				●	0	3
• Áudio									0	0
QUANTIDADE TOTAL DE CARACTERÍSTICAS	5	7	2	7	2	5	3	5		

Legenda: ● Sim, a imagem possui a característica mencionada.

Pode-se observar que a tendência das imagens inseridas em objetos de aprendizagem de Ciências Naturais do Ensino Fundamental presentes no Portal do Professor – MEC é ser de alto contraste, porém as imagens não são escalonáveis, não seguindo as recomendações propostas por Macedo (2010). As imagens também não possuem espaço entre formas e não contêm texto alternativo (em braile ou áudio). As características como espessura de linhas, conforme os elementos morfológicos primitivos propostos por Horn (1998), tendem a ser um elemento diferenciador que compõe a imagem e blocos de texto são utilizados com o objetivo de servir de rótulo.

A tendência das imagens hápticas do repositório TGIL é de possuírem espaço entre formas, espessura de linhas como característica diferenciadora, monocromia e alto contraste e a possibilidade de serem ampliáveis, assim em conformidade com as recomendações de acessibilidade de imagens estáticas propostas por Macedo (2010). O bloco de texto em braile como rótulo apresentou-se em mais ocasiões, porém, isso não garante a percepção tátil da informação, visto que a disposição do braile está em duas a três linhas

curtas. Isso tende a dificultar a leitura, já que a leitura é realizada letra a letra e não pelo reconhecimento de palavras completas. (MARTÍN & RAMIREZ, 2003)

Apesar das imagens hápticas apresentarem maiores elementos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual, isso não as tornam acessíveis por completo, quando a disposição das informações textual (braile) é mantida, conforme constatado nas análises referentes às imagens 2, 4 e 8. Isso invalida a acessibilidade, visto que a leitura em braile é feita da esquerda para a direita em uma linha contínua. A quebra de informações de rótulo, em duas linhas e centralizada como é o caso das análises da Pirâmide alimentar e Fluxo sanguíneo, respectivamente, aumenta o esforço cognitivo para compreensão da informação e a leitura tátil da informação pode não ser realizada com eficiência.

6 Conclusões

Essa análise possibilitou identificar características gráficas das imagens presentes em objetos de aprendizagem de Ciências naturais do Ensino Fundamental disponibilizadas no Portal do Professor – MEC. Foi possível também identificar a acessibilidade das imagens para pessoas deficientes visuais, comparando com as características gráficas de imagens hápticas pertencentes ao TGIL (*Tactile Graphic Image Library*). Apesar de fazerem parte de um repositório de imagens acessíveis hapticamente, elas não são completamente acessíveis devido à disposição da informação textual em braile e a quantidade de elementos muito próximos e sobrepostos que confundem a percepção háptica.

A partir deste estudo vislumbra-se a necessidade de criar imagens hápticas acessíveis levando em consideração a disposição da informação textual em braile, a espessura de linhas como característica diferenciadora, a monocromia e alto contraste bem como a boa resolução para possibilitar ampliação. Sugere-se como pesquisas futuras, criar imagens hápticas de acordo com as especificações técnicas e recomendações da ISO 9241-920 como: os ângulos mínimos para serem percebidos através da tecnologia háptica; a espessura mínima de pontos e linhas; dimensão mínima da imagem; o espaço mínimo de separação entre elementos de uma imagem e padrões e texturas que podem ser representadas através de frequência, temperatura e vibração.

Referências

AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND.(2013). Flor. TGIL (Tactile Graphic Image Library). Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/assetDetail.jsp?categoryId=9&assetId=483>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

- AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND. (2013). Fluxo sanguíneo. TGIL (Tactile Graphic Image Library). Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/assetDetail.jsp?categoryId=9&assetId=64>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND.(2013). Partes da flor. TGIL (Tactile Graphic Image Library). Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/assetDetail.jsp?categoryId=9&assetId=484>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND.(2013) Pirâmide alimentar. TGIL (Tactile Graphic Image Library). Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/assetDetail.jsp?categoryId=27&assetId=264>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- AMERICAN PRINTING HOUSE FOR THE BLIND. (2013). Sistema circulatório. TGIL (Tactile Graphic Image Library). Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/assetDetail.jsp?categoryId=9&assetId=169>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- ARRIAL, R. T.; SOUZA, M. G. M. (2013). Sistema circulatório. Ensino Fundamental. Ciências Naturais. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=447>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- BERTIN, JACQUES. (1986). *A Neográfica e o Tratamento Gráfico da Imagem*. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. 273 p.
- BLIND, APHB (2013) - *American Printing House For The. Tactile Graphic Image Library* (TGIL). Disponível em: <<http://imagelibrary.aph.org/aphb/main.jsp>>. Acesso em: 28 mai. 2013.
- BOCCONI, STEFANIA ET AL.(2007). *ICT Educational Tools and Visually Impaired Students: Different Answers to Different Accessibility Needs*. 2007. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-73283-9_55>. Acesso em: 30 mai. 2013.
- BRASIL. (2006). Ministério do Turismo. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo (Org.). Turismo e Acessibilidade: Manual de orientações. (definição de desenho universal) . Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.acessibilidade.org.br/manual_acessibilidade.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2013.
- BRASIL. (2013). Portal do Professor. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- CARLETO, E. A. ET AL. (2013). *Pirâmide alimentar*. Portal do Professor - MEC. Ensino Fundamental. Ciências Naturais. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20678>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- CBTA (2013) - COMITÊ BRASILEIRO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA (Brasília). Comitê de Ajudas Técnicas - CAT: Relatório Anual 2007. Disponível em: <<http://www.acessobrasil.org.br/CMS08/seo-publicacoes-6.htm>>. Acesso em: 28 mai. 2013.
- FILHO, P. R.; MOTTA, L. M. V. DE M. (2010). *Audiodescrição: Transformando Imagens em Palavras*. São Paulo.
- HAYWARD, V.; ASTLEY, O. R.; CRUZ-HERNANDEZ, M.; GRANT, D.; ROBLES-DE-LA-TORRE, G. (2004). *Haptic interfaces and devices*. Sensor Review, v. 24, n. 1, p. 16–29, 2004. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/02602280410515770>>. Acesso em: 21 mai. 2013.
- HORN, R.E. (1998). *Visual language: Global communication for the 21st century*. Bainbridge Island, WA: MacroVU, Inc

- IEEE-LTSC. (2010). The Learning Object Metadata Standard Retrieved. IEEE – LTSC - Learning Technology Standards Committee Web Site. 2010. Disponível em: <<http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone/working-group/learning-object-metadata-working-group-12/learning-object-metadata-lom-working-group-12>>. Acesso em: 1 mai. 2013.
- IMS. (2002). Instructional Management Systems: Guidelines for Developing Accessible Learning Applications. Version 1.0. 2002. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec11.html>>. Acesso em: 08 mai. 2013.
- KIM, H. N. (2010). *Usable Accessibility and Haptic User Interface Design Approach*, 2010. Virginia Polytechnic Institute. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-04152010-092642/unrestricted/HNKim-Dissertation.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2013.
- MACE, RON ET AL. (1997) *Universal Design Principles*. The Center for Universal Design, 1997. Disponível em: http://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm . Acesso em: 24 Mai. 2013.
- MACEDO, A. P. F. DA S. A. (2011). Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) e a deficiência física em vítimas de acidentes de transporte, 2011. Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: <[http://www.saude.mt.gov.br/upload/documento/104/a-classificacao-internacional-de-funcionalidade-incapacidade-e-saude-cif-e-a-deficiencia-fisica-em-vitimas-de-acidentes-de-transpo-\[104-211111-SES-MT\].pdf](http://www.saude.mt.gov.br/upload/documento/104/a-classificacao-internacional-de-funcionalidade-incapacidade-e-saude-cif-e-a-deficiencia-fisica-em-vitimas-de-acidentes-de-transpo-[104-211111-SES-MT].pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2013.
- MACEDO, C. M. S. (2010). *Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis*, 2010. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2011/04/Claudia-Mara-Scudelari-de-Macedo.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2013.
- MARTÍN, M. B.; BUENO, S. T. (2010). *Deficiência Visual: Aspectos Psicoevolutivos e Educativos*. 1 São Paulo: Santos. 336 p.
- PAIVIO, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press. 322 p. 9.
- PAIVIO, A. (2006). *Dual Coding Theory and Education*. Draft chapter for the conference on “Pathways to Literacy Achievement for High Poverty Children,” The University of Michigan School of Education, September 29-October 1, 2006. Disponível em: <<http://www.umich.edu/~rdyolrn/pathwaysconference/presentations/paivio.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2013.
- PORTO, A. P. B.; RAMOS, L. M. P. (2013). Fluxo sanguíneo. Ensino Fundamental. Ciências Naturais. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=15927>>. Acesso em: 10 jun. 2013.
- PRADO, D. S.; MORENO, I. H. (2013). *Órgãos das Plantas: A flor*. Portal do Professor - MEC. Ensino Fundamental. Ciências Naturais. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=16525>>. Acesso em: 03 jun. 2013.
- SILVA, LUIZ INÁCIO LULA DA; SILVA, JOSÉ DIRCEU DE OLIVEIRA e (Org.). (2004) Decreto Nº 5.296 de 2 De Dezembro de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 23 maio 2013.

WEISZFLOG, W. (ED.). (2013). *Dicionário Michaelis*. digital São Paulo: Melhoramentos, 2012. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/definicao/haptico%20_975825.html>. Acesso em: 05 jun. 2013.

Sobre as autoras

Dominique Adam

<domiadam@gmail.com>

Bacharel em Design e mestranda bolsista pela CAPES no PPGDesign da UFPR. Seu trabalho de conclusão de curso recebeu o Prêmio Bom Design e representou a Universidade Federal do Paraná, no Köln Design Preis / Alemanha em 2012. Possui publicações na área de design inclusivo e usabilidade.

Claudia Mara Scudelari de Macedo

<claudia.scudelari@gmail.com>

Doutorado em PPG-EGC - Mídia e Conhecimento da UFSC - Possui pesquisas e publicações em multimídia-geometria, ambiente hipermídia, hipermídia adaptativa, Objetos de aprendizagem, Mapas conceituais, Acessibilidade digital. É docente da PUC-PR e professora colaboradora do PPGDesign da UFPR.

Artigo recebido em 28 out. 2013,
aprovado em 12 dez. 2013.