

# IDENTIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS EM TEXTURAS TÁTEIS: ESTUDO SOBRE GRÁFICOS EDUCATIVOS E CARTOGRAFIAS PARA CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL<sup>1</sup>

## *IDENTIFICATION OF PROPERTIES AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN TACTILE TEXTURES: A STUDY ON EDUCATIONAL GRAPHICS AND CARTOGRAPHIES FOR VISUAL IMPAIRED CHILDREN*

María del Pilar Correa SILVA<sup>2</sup>  
Mauricio Guerrero VALENZUELA<sup>3</sup>  
Germán González QUIROZ<sup>4</sup>

**RESUMO:** Este artigo explora as texturas táteis que têm sido utilizadas na confecção de mapas e imagens temáticas para crianças com deficiência visual no Chile nos últimos 20 anos. De um grupo representativo composto por mais de 300 lâminas de conteúdo educacional inclusivo, foram selecionadas 14 texturas para identificar sua natureza, propriedades psicofísicas e características morfológicas a partir de sua composição geométrica. O objetivo foi gerar as bases teóricas e tecnológicas relacionadas ao *design* e à produção digital de mapas, imagens e gráficos táteis. O trabalho buscou tipificar as formas de relevo e suas possíveis aplicações pelo uso de padrões de repetição que permitam melhorar a linguagem e o reconhecimento das texturas envolvidas com o intuito de expandir e diversificar seu uso em material educativo inclusivo no ensino e na disseminação do conhecimento por meio do toque.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação inclusiva. Textura tátil. Deficiência visual. Imagens. Percepção háptica.

**ABSTRACT:** This article explores the textures that have been used in the development of thematic maps and images for children with visual impairment in Chile over the last 20 years. From a representative group of more than 300 sheets of inclusive educational content, 14 textures were selected to identify their nature, psychophysical properties and morphological characteristics based on their geometric composition. The aim was to generate the theoretical and technological grounds related to the design and digital production of tactile maps, images, and graphics. The work sought to typify the embossed shapes and their possible applications by using repetition patterns that allow to improve the language and recognition of the textures involved, with the intention of expanding and diversifying their use in inclusive educational material in the teaching and dissemination of knowledge through tact.

**KEYWORDS:** Inclusive education. Tactile texture. Visual impairment. Images. Haptic perception.

## 1 INTRODUÇÃO

A textura tem sido uma variável fundamental no desenvolvimento de material gráfico para fins educacionais para pessoas com cegueira (Heller, 1989; Holmes et al., 1998). No entanto, suas características táteis não foram investigadas, como tem sido feito em relação às texturas visuais (Elkharraz et al., 2014; Kolar et al., 2017; López et al., 2008), ou mais especificamente, as propriedades comunicativas das texturas táteis a serem aplicadas no *design* de produtos (Karlsson & Velasco, 2007; Picard et al., 2003), bem como medidas de rugosidade/

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1590/1980-54702023v29e0196>

<sup>2</sup> Diseño. Centro de Cartografía Táctil. Programa Institucional de Fomento a la Investigación, Desarrollo e Innovación, Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago/Chile. E-mail: pcorrea@utem.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4074-5472>

<sup>3</sup> Diseño. Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago/Chile. E-mail: mguerrero@utem.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0595-9849>

<sup>4</sup> Departamento de Artes Visuales. Facultad de Artes. Universidad de Chile. Santiago/Chile. E-mail: ggonzalezquiros@uchile.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4122-4564>



aderência na pele (Zhang et al., 2007) ou discriminação de superfícies texturizadas de resoluções finas (Tan et al., 2006).

Esta pesquisa dedica-se ao estudo de texturas senso-táteis sujeitas à interpretação e discriminação do usuário, cego ou com dificuldades de visão, com base em suas habilidades perceptivas por meio do toque e que sejam significativas para sua experiência de comunicação. Nesse contexto, é importante mencionar que as sociedades modernas restringiram o papel do sentido tátil nas esferas do conhecimento. A cultura ocular-centrista, descrita por Jay (2003), nos forçou a residir dentro dos limites do visual e, a partir dessa habitação, acentuada pelos tempos atuais de pandemia, a demanda global de virtualidade foi alcançada, intensificando o uso dos sentidos distantes como visão e audição na convivência diárias das pessoas e no aprendizado. McLuhan (1988) argumentou que as sociedades sempre foram moldadas mais pela natureza dos meios com os quais os homens se comunicam do que pelo próprio conteúdo da comunicação. O campo da educação foi transformado, e os alunos de hoje respondem plenamente ao estereótipo comunicacional gerado pelas novas mídias e pelo avanço das tecnologias de imagem.

A área de trabalho em que a pesquisa se concentra há algumas décadas (que envolve o sentido do toque) tende a ser cada vez mais restrita e não apenas em espaços culturais ou públicos, onde, muitas vezes, se encontram placas de “não tocar” e, também, no uso e costume do respeito ao distanciamento social entre as pessoas, tomando esse paradigma como uma resposta automática no ambiente em que vivemos. O toque é novamente confinado, embora seja um sentido que dá realidade à nossa existência, conectando-nos com o espaço em suas diferentes dimensões e permitindo-nos entender o que é visualizado, como as figuras dos objetos que podem ser vistos graças ao espaço que ocupam, seus contornos ou pelo contraste de cor, como explica o “Groupe  $\mu$ ” (2010) e, também, pela variável visual tátil da textura, que, por sua vez, cria elementos perceptíveis (Cooke et al., 2007; Groupe  $\mu$ , 2010). A pandemia conduz a lembrança do trânsito difícil que a pesquisa teve, iniciada na primeira década dos anos 2000, e que foi vista na necessidade de referir-se às obras de David nos anos de 1920, porque ainda não é colocada no lugar que corresponde ao ato de conhecer por meio do toque. Nesse sentido, a crítica de Katz (1930) permanece válida: “É inadmissível que sejam estudadas as questões gerais da psicologia da percepção exclusivamente da visão e da audição, e que as características peculiares apresentadas pelo sentido do tato sejam negligenciadas”. Essa afirmação é endossada por Gallace e Spence (2011) quando eles expressam ser ainda surpreendente haver tão pouca literatura publicada que trata do tema da Gestalt na modalidade tátil.

Algumas pesquisas descrevem a textura como uma variável formal de grande relevância para a percepção tátil, estabelecendo que é uma propriedade superficial que se destaca mais do que outras propriedades do objeto, como a forma ou o tamanho (Katz, 1930; Klatzky et al., 1987). Mais próximos do presente estudo estão as contribuições de Djonov e Van Leeuwen (2011) e Seaborn (2012), que investigaram, de uma perspectiva semiótica, o uso da textura tátil em particular como uma contribuição para gráficos visuais sob a égide das tecnologias digitais. A partir daí, eles afirmaram que a textura tátil raramente é um objeto de estudo por si só, exceto em pesquisas hápticas (Djonov & Van Leeuwen, 2011). É nesse espaço epistemológico que a tarefa da pesquisa está posicionada, focada no uso de textura tátil em materiais didáticos inclusivos para crianças com deficiência visual. Inúmeros trabalhos têm incluído as texturas na

fabricação e uso de mapas em relevo, principalmente em formatos tridimensionais (Brulé et al., 2016; Finkelstein et al., 2016; Papadopoulos & Karanikolas, 2009; Simonnet et al., 2011). Nesses estudos, porém, a textura só é mencionada como mais uma variável, sem merecer uma análise mais aprofundada.

Em relação ao uso de texturas em mapas táteis, isso geralmente envolve superfícies cotidianas, produzidas, como descrito por Simonnet et al. (2011) e demais autores supracitados, a partir de diferentes materiais, como plástico liso, representando o mar, ou as áreas terrestres indicadas por uma textura áspera, gerada por meio de uma mistura de areia e tinta, ou, ainda, a partir de meios de produção digital, como a proposta feita por Bem e Pupo (2019). Estudos sobre suas características provavelmente foram dificultados pela incapacidade de criar topografias superficiais nas quais diferentes variáveis podem ser controladas de formas independentes, limitando-se ao uso de estímulos táteis de ocorrência natural que são facilmente adquiridos ou fabricados, como lixas ou telas (Elkharraz et al., 2014).

Apesar do aparecimento frequente de texturas táteis em gráficos e materiais didáticos (Holmes et al., 1998; Murray-Branch et al., 1998), ainda há falta de estudos científicos sobre suas propriedades, características e tipos em um sentido semiótico e para fins comunicativos. Este trabalho tem o objetivo não só de elaborar uma tipologia de texturas táteis, mas também uma teoria em torno dela, que inclui variáveis sintéticas e naturais como parte da linguagem gráfica em relevo, conforme exposto por Ventorini e Castreghini (2020), de acordo com as capacidades interpretativas das mãos, considerando-as, como diz Focillon (2010), um órgão de reconhecimento.

## 2 PERCEPÇÃO DAS TEXTURAS TÁTEIS

Estudar as texturas dos gráficos em relevo e sua percepção por pessoas com cegueira coloca este trabalho, em primeiro lugar, no campo da pesquisa psicofísica, na qual se pretende identificar e descrever características físicas e perceptuais, como as estudadas pela equipe de Thompson et al. (2003), o qual compara o uso da textura no reconhecimento de imagens táteis. Como o trabalho de Thompson, várias investigações estudaram as propriedades das texturas táteis para diferentes propósitos, testando-as por meio de grupos de usuários compostos principalmente por pessoas (que enxergam) com os olhos vendados (Ballesteros et al., 2005; Cooke et al., 2007; Elkharraz et al., 2014; Karlsson & Velasco, 2007; Lederman et al., 1986; Picard et al., 2003).

Lederman et al. (1986) realizaram uma série de experimentos para distinguir a primazia da visão ou do tato na percepção da textura. Thompson et al. (2003) desenvolveram testes para avaliar imagens táteis em duas modalidades: apenas com linhas e a mesma imagem com preenchimento de textura, chegando ao ponto de propor que a texturização em uma imagem permitiria que ela fosse percebida como uma unidade, e também poderia alcançar um maior contraste com o fundo, identificando a “região comum”. Os autores sugerem que mais pesquisas são necessárias para explorar ainda mais os benefícios do uso da textura em imagens táteis e os efeitos da texturização no processamento de informações.

Os primeiros estudos sobre textura tátil em deficiência visual foram os de Katz (1930), que a descreve como uma estrutura superficial perceptível pelo toque, com qualidades ou propriedades microfísicas, ópticas ou táteis, acrescentando que o toque se apresenta tão valioso quanto a visão. Mais tarde, Geza Revesz, psicóloga húngara-holandesa, que, em 1950, publicou o livro *Psychology and Art of the Blind* (Revesz, 1950), embora não mencione em seus escritos o conceito de textura, se refere, como Katz, às qualidades táteis das superfícies. Entre outros precursores, estão as obras de Heller (1989), a partir das quais ele conclui que o toque tem vantagens sobre a visão para superfícies mais finas.

Holmes et al. (1998), por outro lado, mostrou que gradientes de textura tátil podem ser percebidos por observadores cegos. Posteriormente, Picard et al. (2003) experimentou o reconhecimento de texturas táteis cotidianas e o domínio semântico associado a experiências táteis. E, mais tarde, a equipe de Theurel et al. (2013) incorporou como uma das variáveis de seu estudo de reconhecimento háptico imagens texturizadas incluindo materiais como tecidos, espumas e papéis, observando que estas foram mais facilmente reconhecidas do que imagens de linha ou termoformadas. Consequentemente, o estudo define como textura a aparência de uma matéria ou um objeto que a torna diferente das outras, do acabamento ou condição tátil de sua superfície: áspera, lisa, rugosa, brilhante, para mencionar algumas variáveis. Todos os objetos são caracterizados pelas texturas que os compõem, sejam naturais ou artificiais. A importância desse atributo também é determinada por ser dotado de atributos, como evidenciado nos experimentos realizados por Etzi et al. (2014), estimulando diferentes partes do corpo. A percepção por meio do toque dá às pessoas a possibilidade de “sentir” com o corpo, com rosto ou com os dedos da mão, que também são entendidos como um elemento de conteúdo, comparável ao recipiente que o acomoda. Embora seja um aspecto essencial da vida cotidiana, estudos relacionados à percepção da textura têm geralmente focado nos aspectos mais funcionais da percepção da forma, tamanho e espaçamento da textura (Chen et al., 2009).

Textura é uma qualidade ou identidade que se apropria do significado das coisas e nos ajuda a reconhecer permanentemente o que tocamos ou vemos. Para que isso aconteça, certos componentes e conceitos visuais e táteis, como qualidade de superfície, cor, repetição de um padrão, modularidade ou certos tipos de tramas são necessários para discriminar o tipo de pele ou revestimento que a define como textura. Uma textura uniforme transmitirá uma sensação de estaticidade, enquanto outra com alguma diferença de tamanho ou proporção transmitirá a sensação de movimento. Não podemos, portanto, separar a textura de algum conceito que represente essa percepção e sensação, como a maciez da lã, um tecido, um gramado ou a areia em uma praia. É assim que existem texturas naturais e artificiais, criadas pelo homem, classificadas por sua natureza, origem, configuração ou uniformidade. Para estabelecer suas diferenças, pode-se dizer que as “texturas visuais” são bidimensionais, são percebidas pela visão, às vezes são capazes de simular aspectos tridimensionais, enquanto “texturas táteis” são evidentemente tridimensionais, e são caracterizadas por sua composição morfológica em relevo, percebidas pelo tato.

Essa característica visual-tátil, também chamada de granulação (*grain*), é parte constitutiva das variáveis visuais do que Jacques Bertin denominou *Sémiologie Graphique*, e que faz parte das variáveis que compõem o mundo da imagem (Bertin, 1967). Nesse mesmo contexto, o Groupe  $\mu$ , reconhecendo o trabalho de Bertin, também desenvolveu uma análise teórica da

imagem visual como sistema de significação, na qual propuseram um modelo a partir do qual cor e textura podem contribuir para o nascimento da forma na decodificação visual, assim a figura pode aparecer graças a um contraste de texturas criando, ao mesmo tempo, um contraste de contorno (Groupe  $\mu$ , 2010) Nesse sentido, o que nos interessa agora é especificar quais são os elementos e as suas propriedades hápticas para a decodificação da textura tátil.

Como pano de fundo histórico, é pertinente rever a obra do artista e professor Bauhaus Moholy-Nagy que, há um século, em seu livro *A nova visão e revisão de um artista*, (1963), reconhece a importância da formação sensorial, com ênfase especial no toque. Em seu texto, ele destaca os experimentos que podem ser realizados a fim de aprimorar o trabalho com esse sentido, poder capturar uma diversidade de impressões sensoriais e perceptíveis, definidas por ele como pressão, punção, fricção, dor, temperatura e vibração. Quanto à sua experiência com diferentes tipos de materiais percebidos pelo sentido do tato, para a qual os beneficiários cegos foram convidados, os resultados obtidos sugeriram que seria uma possibilidade de usar esse tipo de exercício em sua educação e na geração de algo como uma “imagem”. É importante destacar essa afirmação de há 100 anos, que relaciona a textura com a imagem a ser percebida pelo toque, ressaltando que este trabalho é voltado para todos aqueles que se interessam por arte, pesquisa, *design* e educação, áreas em que o estudo, aqui apresentado, é focado.

Especificamente, Moholy-Nagy (1963) afirmou que ainda não havia uma terminologia para nomear os diferentes aspectos dos materiais, mas ele vem para definir quatro elementos fundamentais: a estrutura, o aspecto superficial, o tratamento da superfície, o agrupamento (a organização), que poderia ser interpretado como um padrão (repetição de conteúdo) e, finalmente, a textura, definida como a superfície externa (visível), a “epiderme” das coisas. É interessante a proposta desse autor, que, ao definir uma terminologia para o material, incorpora dois elementos fundamentais, como o “aspecto superficial” e “a textura” em relação à superfície. Por outro lado, o efeito que produziria nas pessoas estaria diretamente relacionado à percepção e aos aspectos sensoriais envolvidos, em que a essência superficial pode ser devido a causas naturais ou mecânicas determinadas pelo homem.

### 3 INTERPRETAÇÃO DA TEXTURA DA SUPERFÍCIE: EXPLORAÇÃO SENSORIAL E MOVIMENTO MANUAL

É importante lembrar que este estudo busca demonstrar as particularidades e as propriedades das texturas utilizadas em gráficos táteis. Nesse contexto, vale perguntar: Por que a textura, como parte do signo plástico, não tem sido estudada isoladamente em sua natureza corpórea ou como uma variável gráfica que contribui para o conhecimento por meio do toque? No *Tratado del signo visual* do Groupe  $\mu$ , publicado em 1993, foi proposta uma teoria de sinais para o canal visual, não obstante, pela descrição da textura, esta poderia ser estudada ainda mais detalhadamente em cada uma de suas dimensões, que, devido à sua natureza semiótica multissensorial, visual e tátil, também pode ser projetada para percepção pelo tato, ou seja, uma terminologia poderia ser definida ou descrita de acordo com a existência corpórea da textura, válida para seu uso (aplicação) como um signo plástico tátil junto com a forma (Correa Silva, 2017). Para começar, é importante destacar sua forma particular de ser observada, a postulação e o desenvolvimento de uma semiologia geral da textura tátil, que supõe, antes de tudo, a

identificação prévia dos elementos de sua microtopografia e, em seguida, a evocação de algumas propriedades do canal háptico que teriam uma influência decisiva na forma como as pessoas apreendem as texturas, junto às formas, constituindo-se, a partir daí, em sistemas semióticos.

No plano da percepção, a textura, segundo Ballesteros (1993) e Klatzky et al. (1987), entre outros, propõe que a essência das formas seja extraída por meio de movimentos laterais de reconhecimento, fricção e pressão. Por sua vez, também está associado à temperatura de um objeto, como uma qualidade que entrega o atributo textural dos objetos. Quando ocorrem movimentos laterais entre a pele de um sujeito e a superfície de um objeto, é gerado um atrito entre os dois (Ballesteros, 1993; Tavares et al., 2012), geralmente concentrando-se em uma pequena parte do objeto ou de um gráfico tátil. Esses movimentos e a percepção tátil que eles provocam são reconhecidos como toque ativo ou percepção háptica, e é a maneira como as pessoas cegas interpretam sinais gráficos táteis como o alfabeto Braille (Hughes & Jansson, 1994).

Um conceito para distinguir de forma especial nesta motricidade tátil é o da unidade textural, pois, além do movimento exploratório, a textura exige que os elementos que a compõem não sejam percebidos individualmente. A dimensão de seus elementos e as regras de repetição devem ser ajustadas à capacidade de percepção em movimento, de sentir a textura como uma unidade, e isso não muda com a percepção da distância. Não há distância crítica, mas um contato físico próximo e uma distância mínima que mobiliza o corpo, e que exige ser interpretada, uma percepção integrativa do conjunto de elementos e suas regras de repetição, ou seja, ser percebida como uma superfície e não como um conjunto de formas individualizadas. A textura tátil, ao contrário da visual, sempre tem uma existência estável a ser percebida, e, na medida em que a impressão de profundidade também é percebida, impressões táteis são geradas por sugestões motoras. Devemos agora nos perguntar: Quais características o elemento que configura a textura deve atender? Quais são os limites das regras de repetição para que sejam percebidas como texturas e quais são suas variações para a discriminação das diferenças? Existe alguma possibilidade de classificação ou categorização que permita um uso mais preciso entre o percebido e o concebido?

### 3.1 MATERIAL DE ESTUDO

Três projetos foram selecionados no Centro de Cartografia Tátil (CECAT) da Universidade Tecnológica Metropolitana (UTEM), Chile, que, desde 1994, vem desenvolvendo a cartografia em relevo como material inclusivo. O primeiro deles foi desenvolvido entre 2002 e 2006 com o título “*Design e Produção de Cartografia Tridimensional para Pessoas Cegas na América Latina*”, com o apoio do *Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral* e da Organização dos Estados Americanos (CIDI-OEA), iniciativa que teve como objetivo gerar cartografia tátil para pessoas com deficiência visual na região, considerando 18 países que faziam parte da União Latino-americana de Cegos (ULAC).

Devido às suas particularidades, essa cartografia dos continentes e de cada um dos países da região permanece, até hoje, um material que contribui para a inclusão e que foi avaliado por pertinência e relevância como excelente, devido a diversos fatores, especialmente pela dimensão da problemática da cegueira na América Latina e à falta de instrumentos didáticos para a aprendizagem de temas como Geografia e História. Quanto à sua eficácia, foi classificado

como bom, especialmente por ter conseguido especificar um produto extremamente útil para o aprendizado, e por apoiar a mobilidade diária de pessoas cegas ou de baixa visão (Brunsteinn, 2008). Foram utilizadas 302 maquetes em relevo, produzidas de forma artesanal, que representavam mapas e legendas, juntamente a isso, e dada a complexidade das informações, foram utilizadas diversas texturas, previamente produzidas ou geradas com diferentes materiais, com o objetivo de grafar as variáveis associadas à representação de diferentes fenômenos. Um estágio importante foi a busca pelo material texturizado, uma vez que ao termoformar<sup>5</sup> os símbolos e elementos representados neste material, ricos em texturas, todos eles são impressos no mesmo material plástico (Coll & Pino, 2005a, 2005b).

Os mapas são elaborados em diferentes escalas de informação, como o relevo dos territórios (mapas físicos), mapas políticos, clima e vegetação, dos países, América e da mundo (Coll & Pino, 2005b) em um tamanho de 43cm x 43cm. Os modelos foram feitos em matrizes analógicas com diferentes materiais a serem termoformadas em PVC plástico, tendo uma base feita por meio do uso de um *scanner* e posterior digitalização e representação no programa gráfico de dados espaciais ARCVIEW (Coll & Pino, 2005a). As avaliações desses materiais foram realizadas em 54 escolas e organizações de cegos da América Latina, distribuídos em 18 países que, por sua vez, se tornaram beneficiários dos produtos desenvolvidos (Coll & Pino, 2005b). O objetivo foi saber como as crianças, com cegueira e surdez (usuários finais), distinguem os diversos elementos que compõem mapas táteis, como o norte, sua orientação e temática.

Além disso, foi analisado como eles descobrem os diferentes fenômenos geográficos, como rios, lagos, cadeias de montanhas etc., e a forma como eles discriminam e localizam diferentes áreas ou símbolos, entre outros dados. A consulta, no geral, buscou responder a seguinte questão: Como a cartografia contribui para os processos cognitivos e quais habilidades os usuários utilizam para sua exploração? Os resultados obtidos foram muito gerais, tornando essa etapa a mais fraca do projeto, devido ao seu tamanho e principalmente porque a cobertura é muito ampla e variada. Apesar disso, o *design* e a preparação dos modelos tridimensionais cartográficos e didáticos foram “um estágio de considerável trabalho de tentativa e erro de materiais para alcançar texturas adequadas que permitiam às pessoas cegas perceberem os diferentes tipos de símbolos” (Coll & Pino, 2005a). Esse material permitiu distinguir a forma como as propriedades comunicativas da textura tátil têm sido utilizadas e, por sua vez, categorizam seu uso como uma variável gráfica.

O segundo projeto a considerar são os produtos feitos na tese de doutorado *Imagem tátil: una representación del mundo*, publicado como *Imágenes que podemos tocar* (Correa Silva, 2011). Nessa pesquisa, foram projetadas e avaliadas 20 lâminas de 21,5cm x 43cm com 27 imagens táteis de diferentes animais, aves, peixes e plantas. Essas lâminas foram produzidas por meio de um sistema de *design* e produção auxiliado por computador, desde seus desenhos até a preparação das matrizes em negativo para, em seguida, termoformar seus desníveis de modo direto. Nessa proposta, foi realizado um trabalho em relação às texturas táteis, mas apenas o uso de três tipos de texturas foi proposto, que se justificam no quadro ambiental da teoria ecológica da percepção de James Gibson (1974). Os três tipos de texturas utilizadas para a representação do ambiente foram feitos de diferentes formas: o ar pela não representação de

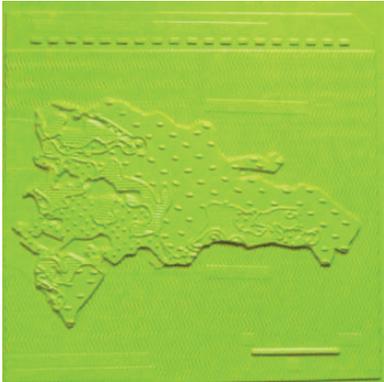
<sup>5</sup> Processo de reprodução de mapas e imagens em PVC que consiste em aquecer uma folha de plástico e moldá-la utilizando uma matriz.

um motivo repetitivo, a terra por aplicação de areia na matriz, e o mar elaborado em formato digital. Dessa forma, as texturas geraram um significado, uma vez que permitiram distinguir os diferentes estados físicos do ambiente. Os resultados demonstraram que a textura é uma propriedade visual/tátil, que encontra na representação háptica sua existência sensorial primária. Concluiu-se também que, no caso da textura, apesar de ser amplamente utilizado como elemento de configuração de formas táteis, suas propriedades comunicativas não foram estudadas em profundidade (Correa Silva, 2011).

O último grupo de materiais selecionados para este estudo de caso é de 27 lâminas táteis, que fez parte da exposição museográfica do Museu do Palácio do Cousiño, espaço inclusivo na cidade de Santiago, realizado graças aos recursos para a melhoria integral dos museus no Chile em 2019. Eles representam objetos de cada um dos salões do museu, em um formato de 25,4cm x 35,2cm. Seu objetivo é gerar novos elos entre o museu, seu acervo e visitantes com deficiência visual, para que possam reconhecer os objetos expostos por meio de uma experiência sensorial e interativa. Nessa proposta, buscou-se dar variedade às imagens feitas e contextualizar não só os objetos, mas também seus materiais, acrescentando com isso a individualização dos diferentes elementos representados, como tapeçarias, cortinas, figurinos, ornamentos etc. As imagens e matrizes foram feitas em formato digital, e as texturas, exceto uma, foram obtidas por intermédio da incorporação de diversos materiais, como areia e têxteis. Nos Quadros 1, 2 e 3, encontram-se algumas das imagens táteis dos projetos aqui descritos, elaboradas em matrizes digitais e analógicas, além da seleção de amostras de textura.

### Quadro 1

*Estudo de Caso 1: “Design e produção de cartografia tridimensional para cegos na América Latina”, com apoio da Organização dos Estados Americanos CIDI-OEA*

 <p>The image shows a map of South America on a red background. The landmass is filled with a grid of small, colorful beads (plastic) and string (cordões) to represent population density. The title 'Población America' is visible at the top left.</p>	 <p>The image shows a thermoformed PVC map of South America. The map is raised and textured, allowing for tactile navigation. It is set against a green background.</p>
<p>Imagem 1: Matriz analógica da população sul-americana feita com papelão, cordões e miçangas de plástico.</p>	<p>Imagem 2: Mapa cartográfico termoforado em PVC.</p>

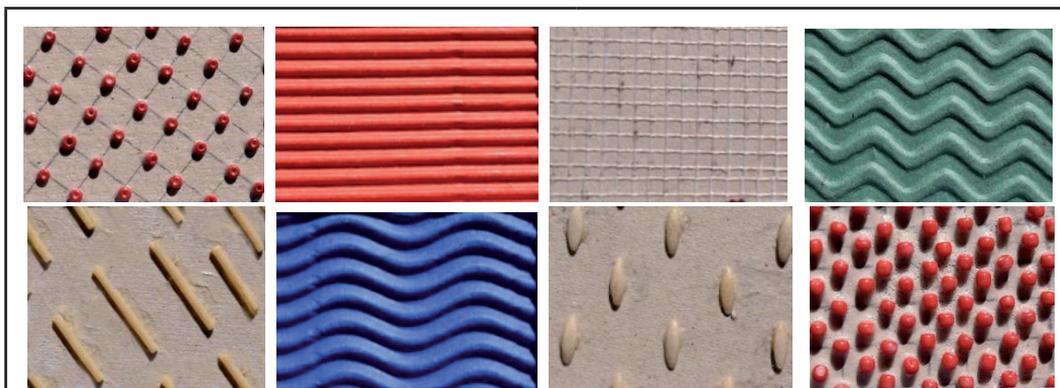


Imagem 3: Seleção de oito amostras de textura representativas utilizadas. Essas texturas foram feitas com diferentes materiais, como: papel ondulado, macarrão, miçangas de plástico etc.

Fonte: Elaborada pelos autores

## Quadro 2

Estudo de caso 3: “Imagem tátil: uma representação do mundo”

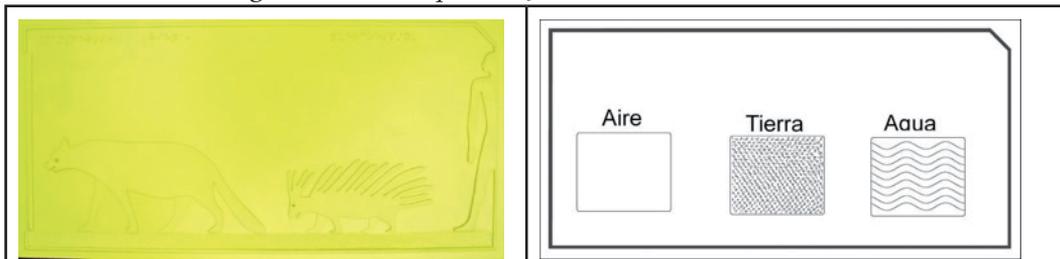


Imagem 4: Lâmina de mamíferos termoformados em PVC.

Imagem 5: Desenho vetorial de texturas.



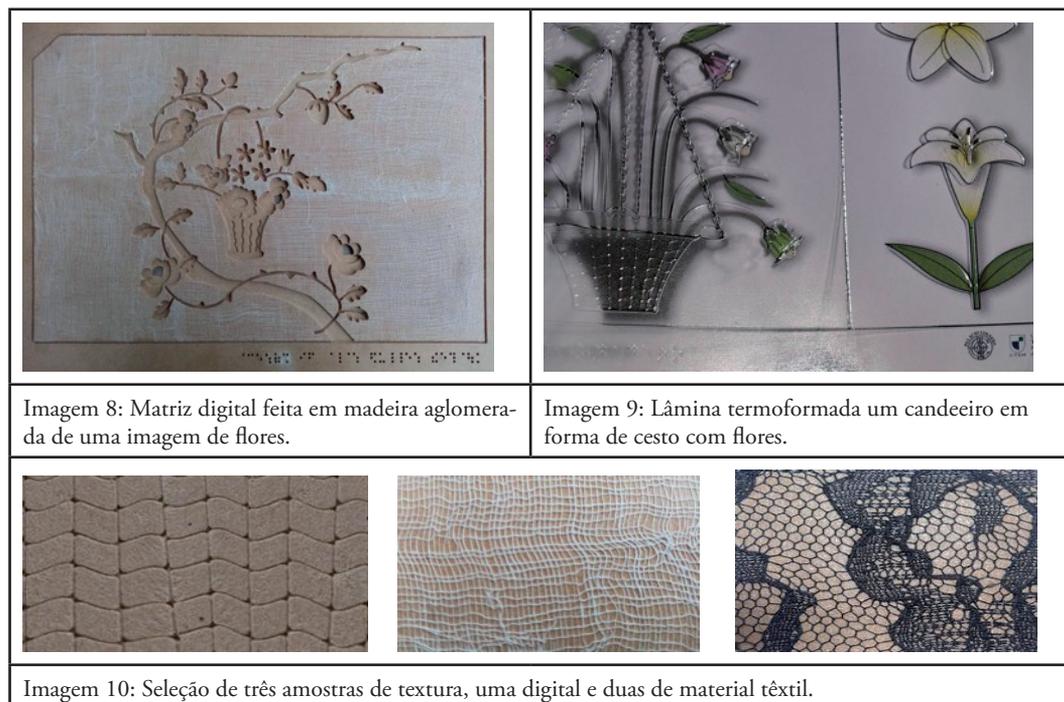
Imagem 6: Matriz digital feita em madeira aglomerada com imagens de peixes e textura representando a água.

Imagem 7: Seleção de três amostras de textura de materiais e textura digital.

Fonte: Elaborada pelos autores

### Quadro 3

*Estudo de caso 3: Placas museográficas táteis do Museu do Palácio de Cousiño, Santiago do Chile*



Fonte: Elaborada pelos autores

### 3.2 ANÁLISE DE TEXTURA: CARACTERÍSTICAS/PROPRIEDADES TEXTURAIAS

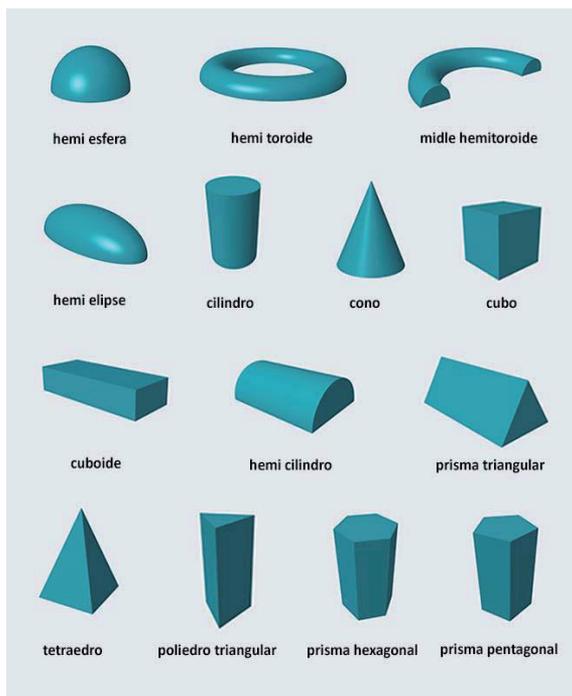
Ao revisar a literatura sobre técnicas de reconhecimento de padrões de textura, foi possível corroborar que, segundo os autores estudados, a maioria é dedicada ao processo ligado à visão, neste caso, síntese de texturas digitais (Elkharraz et al., 2014; Julesz, 1981, Tuceryan & Jain, 1998). Além disso, uma das etapas mais importantes nesse processo de reconhecimento de padrões é a extração de características, porque existem várias ferramentas que fazem parte de métodos estatísticos, métodos geométricos, métodos baseados em modelos e/ou métodos de processamento de sinais (Tuceryan & Jain, 1998).

Em relação direta aos trabalhos sobre textura, em sua versão tátil, não há referências de estudos que suportem a análise e o reconhecimento de padrões nessa modalidade. Conseqüentemente, buscou-se entre os métodos disponíveis de análise da textura visual o processo ou os processos mais adequados para a realização dessa tarefa. Considerando que é o mesmo objeto de estudo que pode ser percebido com diferentes sentidos, neste caso com o sentido do tato, os atributos podem ser reconhecidos espacial e diretamente, discriminando as diferenças da estrutura da superfície (Heller, 1989). Outras pesquisas, como as realizadas por Elkharraz et al. (2014), utilizaram métodos de visão artificial para a análise de texturas e técnicas de prototipagem no *design* de texturas táteis tridimensionais para a investigação de suas propriedades afetivas.

Entre os métodos mais adequados para o reconhecimento de padrões de amostras texturais, em sua versão tátil, estão métodos geométricos, em particular, o método de análise estrutural, que tem como principal característica o reconhecimento do tipo e do número de primitivas de textura e a ordenação de sua organização espacial (Tuceryan & Jain, 1998). Nesse tipo de método, a textura é considerada como uma composição de elementos primitivos (características), definidos e distribuídos com algum padrão de repetição. Esse método é conhecido como a descrição da textura sintática, uma vez que analisa as regras e os princípios na combinação e nas relações dos elementos que o constituem. Esses mesmos elementos são reconhecidos pelo Groupe  $\mu$  (2010). No caso das texturas visuais, a linha e o ponto serão os elementos espaciais e estruturais mínimos que podem compor uma imagem. Sobre o reconhecimento pelo tato, o fator de relevo é importante, uma vez que os elementos estruturais mínimos que compõem qualquer superfície ou objeto seriam dados pelos aspectos básicos, definidos como os volumes primitivos (Figura 1), em um espaço geométrico (formas), permitindo o reconhecimento da textura por meio do toque.

### Figura 1

#### *Volumes primitivos*



Fonte: Elaborada pelos autores

Ao identificar os “elementos texturais” ou “primitivos” das texturas em seu modo tátil, para a extração de suas características, obtidas a partir das amostras selecionadas para o presente estudo, pode-se concluir que dez texturas (71% do total) seriam do tipo regular e responderiam a parâmetros estruturais e geométricos, que são produzidos pela localização desses primitivos de acordo com certas regras de colocação e repetição. Isso possibilita analisá-los de

acordo com os métodos definidos por Tuceryan e Jain (1998), que dependem das propriedades geométricas desses elementos texturais e, dessa forma, extrair suas regras de posicionamento. As texturas que, em geral, foram feitas para produzir material tátil inclusivo, tiveram na sua produção a incorporação de elementos como: miçangas, cordões, macarrão ou uso de texturas feitas com padrões repetitivos regulares, como papelão ondulado de diferentes formas. Neles, é possível identificar e medir o elemento constituinte ou primitivo e a grade de repetição que foi utilizada. Somam-se aos obtidos pela geração de padrões digitais, como é o caso das amostras de números 11 e 14 (Quadro 4, mais adiante). Ao retornar aos estudos de caso, foram identificadas três texturas (21% das amostras utilizadas) correspondentes ao tipo irregular, que, devido às suas características, respondem a uma análise diferente baseada em métodos estatísticos. A esse respeito, Van Gool et al. (1983) argumentaram que técnicas estruturais são mais adequadas a texturas que têm uma macroestrutura regular, enquanto técnicas estatísticas são mais adequadas para microtexturas. Isso permite distinguir dois grandes grupos de texturas no uso de material inclusivo: aqueles que correspondem ao tipo de macroestrutura e os do tipo de microtextura. A amostra remanescente de uma textura (nº 14 do Quadro 4, mais adiante) é relativa a do material utilizado como fundo ou partes do gráfico representado, que apenas reproduz as características micro topográficas do material base (matriz analógica ou digital), mais macio de todo o gráfico utilizado e é representado como uma textura lisa ou que deixa os traços do sistema de produção.

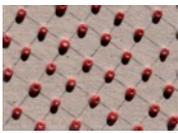
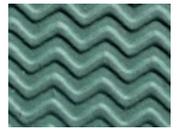
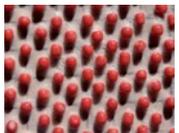
#### **4 PROCESSO PARA RECONHECIMENTO DE PADRÕES DE AMOSTRAS SELECIONADAS**

Esta seção descreve a forma como foram isolados os componentes dos padrões das diferentes superfícies texturizadas, utilizadas em material inclusivo, a fim de extrair as características e as propriedades que são percebidas e reconhecidas pelo toque.

##### **4.1 ESTÁGIO 1: AMOSTRAS DE TEXTURA ANALISADAS**

O primeiro estágio foi selecionar uma amostra variada de superfícies texturizadas utilizadas na preparação de mapas e imagens táteis que são compilados e classificados de acordo com sua estrutura (Quadro 4).

**Quadro 4***Amostras de texturas analisadas*

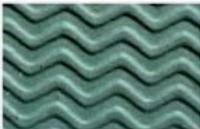
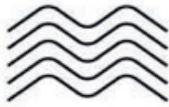
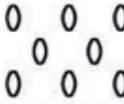
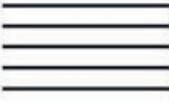
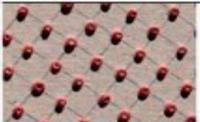
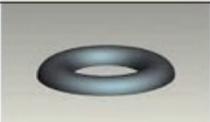
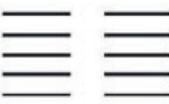
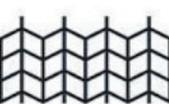
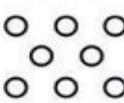
AMOSTRAS DE TEXTURA GEOMÉTRICA Macroestruturas, 72% da amostra			AMOSTRAS DE TEXTURA ESTATÍSTICA Microtexturas, 21% da amostra	
Materiais cotidianos Formato analógico		Formato digital	Materiais cotidianos Formato analógico	Material de base matricial (7%)
				
1	2	9	11	14
				
3	4	10	12	
				
5	6		13	
				
7	8			

Fonte: Elaborada pelos autores

**4.2 ESTÁGIO 2: EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS TÁTEIS**

A partir da observação e da análise das propriedades geométricas, foram extraídas as características que compõem as amostras de textura tátil. Nessa fase, foi utilizado o método estrutural, com o objetivo principal de identificar a forma do “elemento textural” ou “primitivo” (Quadro 5), seu padrão de repetição e o perfil da geometria extraída, determinada por sua altura.

**Quadro 5**  
*Características texturais geométricas identificadas*

MUESTRA TEXTURA	PRIMITIVA TACTIL (FORMA)	PATRON DE REPETICION	PERFIL/ALTURA
			
			
			
			
			
			
			
			
			

Fonte: Elaborada pelos autores

Modelar as características formais e espaciais das amostras de textura tátil é uma primeira aproximação que traça a distribuição superficial de seus componentes, uma vez que essas são as qualidades essenciais percebidas de cada uma das texturas analisadas – isso se torna ne-

cessário para além de descrever uma série de parâmetros sensoriais como dimensão, localização, posição, entre outros. Também foi observado que gerar texturas táteis nas formas geométricas dos volumes primitivos, ou elementos fundamentais, possui certas propriedades particulares. O reconhecimento da textura por meio do toque é diferenciado por dar importância aos parâmetros quantitativos, como a distância entre primitivos que se configuram em uma determinada região textural e a relação espacial entre eles. Essa propriedade, por exemplo, determina o grau de vizinhança (proximidade); no entanto, não há estudos em torno dessas qualidades táteis, como há em relação às texturas da imagem visual, que, como Tuceryan e Jain (1998) dizem, têm uma série de qualidades percebidas que desempenham um papel importante na descrição da textura.

#### 4.3 ESTÁGIO 3: IDENTIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS TEXTURAS TÁTEIS

Para aproximar as características reconhecíveis mais relevantes das texturas em sua dimensão tátil, foram consideradas as dimensões perceptivas identificadas nos estudos das texturas de imagens bi e tridimensionais. É apresentada uma compilação de características perceptivas da textura da imagem, que correspondem a adjetivos comumente utilizados para descrever texturas (Quadro 6), e que têm sido referidos em estudos de síntese de texturas de imagens bidimensionais, aos quais são adicionados outros adjetivos dedicados à análise de imagens texturizadas em 3D. O objetivo é identificar por meio deles as características perceptivas predominantes nas macroestruturas táteis. Essas características, além de suas variáveis formais e quantitativas, são as que moldam os padrões de repetição e suas relações espaciais. Essas referidas características são mencionadas no Quadro 6.

#### Quadro 6

*Comparação entre características texturais gráficas e táteis*

Características/propriedades texturais de textura gráfica visual	Características/propriedades texturais de textura tátil
Uniformidade, densidade, grossura, rugosidade, regularidade, linearidade, direcionalidade, direção, frequência e fase (Sánchez Albaladejo, 2001; Tuceryan & Jain, 1998).	Densidade, direcionalidade
Borda, forma, ondulação, rugosidade (Fernández Sarría et al., 2003).	Forma
Aspereza, contraste, direcionalidade, semelhança de linhas, regularidade, rugosidade (Tamura et al., 1978).	Direcionalidade
Aspereza, granularidade, compactação, direcionalidade, rugosidade, contraste, regularidade, volume (Paulhac et al., 2014).	Direcionalidade, volume (forma)

Dessa forma, as propriedades elementares que integrariam a textura tátil seriam aquelas que permitem determinar os aspectos quantitativos da configuração espacial. Elementos fundamentais são considerados aqueles associados à definição de primitivos (volumes), que, por meio da organização e da repetição em uma determinada região textural configurada espa-

cialmente de acordo com a forma, altura, densidade, direcionalidade e ordem, tomam forma para permitir a percepção da terceira dimensão (Quadro 7).

### Quadro 7

#### *Propriedades texturais táteis identificadas*

Elementos fundamentais da textura tátil	
Característica tátil	Definição e contexto.
Forma (volume)	Está relacionado à aparência e à morfologia geométrica do primitivo.
Altura	Determina o grau atribuído à magnitude do relevo do primitivo na textura. É exibido pelo perfil (visão lateral) do primitivo básico ou composto.
Densidade	A distância entre cada um dos primitivos configurada em um padrão de repetição na superfície textural.
Direcionalidade	Posição e orientação hierárquica ou simples do agrupamento de primitivos, a partir de um padrão de repetição. Pode ser para cima, para baixo – esquerda ou direita.
Ordem	Está relacionado à sensação de localização do agrupamento dos primitivos, padrão de repetição em relação à aplicação de diferentes regiões texturais próximas.

Como no alfabeto Braile que é baseado em pontos de relevo em uma superfície lisa, características táteis pela presença ou ausência de primitivos geométricos devem permitir codificação e interpretação por meio do toque.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta pesquisa foi baseado em um trabalho realizado por 20 anos em um centro de pesquisa e desenvolvimento (CECAT, UTEM, Santiago do Chile), único na América Latina, que trabalhou de forma colaborativa com mais três países da região (Argentina, Brasil e Peru). Nesses lugares, a necessidade de ter um corpo teórico relacionado à investigação da textura tátil tem aumentado e, de forma especial, com a descrição de seus atributos e particularidades. O objetivo é que ele possa ser reproduzido em material inclusivo em que o tato tenha relevância e seja reconhecido como um sentido que permita o acesso ao conhecimento.

O presente estudo tem focado em examinar e selecionar as texturas utilizadas nesses produtos já avaliados e permitir, em tempos de pandemia e distanciamento social, abordar essa variável, identificar suas características para propor uma primeira classificação. As propriedades extraídas em relação aos seus componentes e suas relações espaciais dão sinais sobre as formas e as possibilidades que devem ser consideradas, gerando, assim, as amostras táteis digitais e, em seguida, avaliar sua discriminação e interpretação com diversos parâmetros hápticos. Em trabalhos futuros, seria benéfico levar em conta as preferências do usuário (pessoa com deficiência visual) na percepção háptica desse tipo de textura como parte dos sinais táteis, a fim de servirem como parâmetros para a criação de gráficos em formato digital.

Nas amostras analisadas, podemos resumir que 71% se referem a macroestruturas geométricas, permitindo um método de análise correspondente, e seu *design* e reprodução por intermédio de técnicas de produção digital, além da possibilidade de serem utilizados para pro-

jetar novas texturas táteis. Vale ressaltar que o estudo aponta a existência de três texturas (21% da amostra) nas quais o método geométrico não permite reconhecer seus padrões complexos, correspondendo mais a parâmetros condizentes a uma análise estatística. Conclui-se também que, ao elaborar estas últimas, temos de considerar o que foi proposto por Tan et al. (2006), em que o processo de fabricação de texturas de alta definição e resolução fina é muito caro, além de exigir muito tempo.

A pesquisa identifica claramente a possibilidade de uso de volumes geométricos primitivos em que a terceira dimensão, altura, permite projetar elementos táteis de acordo com aplicações necessárias para a compreensão de texturas superficiais significativas para pessoas com cegueira. Por sua vez, a adjetivação comumente utilizada em texturas visuais gráficas pode ser aplicada em texturas táteis com características reconhecíveis na forma tridimensional. Nesse sentido, a pesquisa tentou identificar e descrever morfologicamente uma série de atributos, que poderiam ser agrupados e classificados com a intenção de que, posteriormente, permitissem propor tipologias claras de aparência e forma para aplicações de texturas táteis.

## REFERÊNCIAS

- Ballesteros, S. (1993). Percepción háptica de objetos y patrones realzados: una revisión, *Psicothema*, 5(2), 311-332.
- Ballesteros, S., Reales, J. M., Leon L. P., & Garcia, B. (2005). *The perception of ecological textures by touch: does the perceptual space change under bimodal visual and haptic exploration?* [Apresentação de artigo]. First Joint Eurohaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. World Haptics Conference, Pisa, Italy. <https://doi.org/10.1109/WHC.2005.134>
- Bem, G. de, & Pupo, R. T. (2019). Parâmetros de Fabricação de Símbolos para Mapas Táteis. *Revista Brasileira de Cartografia*, 71(4), 983-1013. <https://doi.org/10.14393/rbcv71n4-50377>
- Bertin, J. (1967). *Semiologie graphique. Les diagrammes. les réseaux, les cartes*. Mouton et Gautier Vilar.
- Brulé, E., Bailly, G., Brock, A., Valentin, F., Grégoire, D., & Jouffrais, C. (2016). *MapSense: Multi-sensory interactive maps for children living with visual impairments* [Apresentação de artigo]. Conference on Human Factors in Computing Systems, San Jose, California, USA. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858375>
- Brunsteinn, F. J. (2008). *Informe de Evaluación Diseño y producción de cartografía para las personas ciegas de América Latina. Acuerdo: SEDI/ AICD/ ME/ 143*. Organización de los Estados Americanos Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo (AICD).
- Chen X., Barnes C. J., Childs, T. H. C., Henson B., & Shao F. (2009). Materials' tactile testing and characterization for consumer products' affective packaging design. *Materials & Design*, 30(10), 4299-4310. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.04.021>
- Coll A., & Pino F. (2005a). *Impact of tactile cartography on the teaching of geography in Latin America XXIII* [Apresentação de artigo]. International Cartographic Conference, Moscow, Russia. [https://icaci.org/files/documents/ICC\\_proceedings/ICC2007/html/Proceedings.htm](https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2007/html/Proceedings.htm)
- Coll, A., & Pino, F. (2005b). *Cartografía táctil en América Latina. Avances y expectativas Proyecto CIDI\_OEANºME134-04* [Apresentação de artigo]. 26º Congreso Nacional y 9º Internacional de Geografía Santiago de Chile, Santiago, Chile.

- Cooke T., Jäkel F., Wallraven C., Heinrich., & Bühlhoff, H. (2007). Multimodal similarity and categorization of novel, three-dimensional objects. *Neuropsychologia*, 45(3), 484-495. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.009>
- Correa Silva, M. del P. (2011). *Imágenes que podemos tocar*. Editorial Universidad Tecnológica Metropolitana.
- Correa Silva, M. del P. (2017). La imagen táctil: un aporte al fenómeno del conocimiento del espacio. *Revista Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, I(IV, 2), 1-25.
- Djonov, E., & Van Leeuwen, T. (2011). The semiotics of texture: From tactile to visual. *Visual Communication*, 10(4), 541-564. <https://doi.org/10.1177/1470357211415786>
- Elkharraz G., Thumfart, S., Akay, D., Eitzinger, C., & Henson, B. (2014). Making tactile textures with predefined affective properties. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 5(1), 57-70.
- Etzi, R., Spence C., & Gallace A. (2014). Textures that we like to touch: an experimental study of aesthetic preferences for tactile stimuli. *Consciousness and Cognition*, 29, 178-188. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2014.08.011>
- Fernández Sarría, A., Recio Recio, J., & Ruiz Fernández, L. A. (2003). Análisis de imágenes mediante texturas: aplicación a la clasificación de unidades de vegetación. *GeoFocus* 3, 143-159.
- Finkelstein, A., Las, L., & Ulanovsky, N. (2016). 3-D Maps and compasses in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 39, 171-196. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-070815-013831>
- Focillon, H. (2010). *La vida de las formas seguida de elogio de la mano*. Fernando Zamora (trad.). Editorial Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gallace, A., & Spence, C. (2011). To what extent do Gestalt grouping principles influence tactile perception? *Psychological Bulletin*, 137(4), 538-561. <https://doi.org/10.1037/A0022335>
- Gibson, J. (1974). *La percepción del mundo visual*. Ediciones Infinito.
- Groupe µ. (2010). *Tratado del signo visual. Para una retórica de la imagen*. Cátedra.
- Heller, M. A. (1989). Texture perception in sighted and blind observers. *Perception & Psychophysics*, 45, 49-54. <https://doi.org/10.3758/bf03208032>
- Holmes, E., Hughes, B., & Jansson, G. (1998). Haptic perception of texture gradients. *Perception*, 27(8), 993-1008. <https://doi.org/10.1068/p270993>
- Hughes, B., & Jansson, G. (1994). Texture perception via active touch. *Human Movement Science*, 13, 301-333. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(94\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0167-9457(94)90044-2)
- Jay, M. (2003). *Campos de fuerza*. Paidós
- Julesz, B. (1981). Textons, the elements of texture perception, and their interactions. *Nature*, 290(5802), 91-97.
- Karlsson, M., & Velasco, A. V. (2007). Designing for the tactile sense: investigating the relation between surface properties, perceptions and preferences, *CoDesign*, 3(1), 123-133. <https://doi.org/10.1080/15710880701356192>
- Katz, D. (1930). *El mundo de las sensaciones táctiles*. Revista de Occidente.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., & Reed, C. (1987). There's more to touch than meets the eye: the salience of object attributes for haptics with and without vision. *Journal of Experimental Psychology*, 116(4), 356-369. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-3445.116.4.356>

- Kolar, M., Debattista, K., & Chalmers, A. (2017). A subjective evaluation of texture synthesis methods. *Computer Graphics Forum*, 36(2), 189-198. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cgf.13118>
- Lederman, S. J., Thorne, G., & Jones, B. (1986). Perception of texture by vision and touch: Multidimensionality and intersensory integration. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12(2), 169-180. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.12.2.169>
- López, V., González, D., Eitzinger, C., Thumfart, S., & Henson, B. (2008). *Synthesis of haptic textures transmitting predetermined feelings and emotions* [Apresentação de artigo]. 6th Conference on Design and Emotion, Hong Kong, China.
- McLuhan, M. (1988). *El medio es el masaje* (sic). Paidós.
- Moholy-Nagy, L. (1963). *La nueva visión y reseña de un artista*. Ediciones Infinito.
- Murray-Branch, J., Bailey, B. R., & Poff, L. E. (1998). *Textures as Communication Symbols*.
- Papadopoulos, K., & Karanikolas, N. (2009). Tactile maps provide location-based services for individuals with visual impairments. *Journal of Location Based Services*, 33, 150-164. <https://doi.org/10.1080/17489720903208228>
- Paulhac, L., Makris, P., Ramel, J., & Gregoire, J.-M. (2014). A framework of perceptual features for the characterisation of 3D textured images. *Signal, Image and Video Processing*, 9(2), 305-329. <https://hal.science/hal-01159620/file/paulhac2013b.pdf>
- Picard, D., Dacremont, C., Valentin, D., & Giboreau, A. (2003). Perceptual dimensions of tactile textures. *Acta Psychol*, 114(2), 165-84. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.08.001>
- Revesz, G. (1950). *Psychology and art of the blind*. Longmans, Green.
- Sánchez Albaladejo, G. (2001). *Un modelo sintáctico para la representación, segmentación y reconocimiento de símbolos texturados en documentos gráficos* [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. Cora TDX. <https://www.tdx.cat/handle/10803/3021#page=1>
- Seaborn, K. (2012). *Towards a semiotics of visual texture in touch-based interaction*. Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Semiotics Society of America 1, 43-52. <http://dx.doi.org/10.5840/cpsem20124>
- Simonnet, M., Vieilledent, S., Tisseau, J., & Jacobson, D. (2011). Comparing tactile maps and haptic digital representations of a maritime environment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 105, 222-234. <https://doi.org/10.1177/0145482X1110500404>
- Tamura, H., Mori, S., & Yamawaki, T. (1978). Textural features corresponding to visual perception. *IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics*, 8(6), 460-473. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1978.4309999>
- Tan, H., Adelstein, B., Traylor, R., Kocsis, M., & Hirleman, E. (2006). Discrimination of real and virtual high-definition textured surfaces. *IEEE Virtual Reality*, 3-9. <https://doi.org/10.1109/HAPTIC.2006.1627087>
- Tavares, R., Ferraz, C., Langoni, V., & Gonzaga, A. (2012). *Uma nova proposta para análise de textura local por conjuntos fuzzy*. Conference: VIII Workshop de Visão Computacional. [https://www.researchgate.net/publication/234059469\\_Uma\\_nova\\_proposta\\_para\\_analise\\_de\\_textura\\_local\\_por\\_conjuntos\\_fuzzy](https://www.researchgate.net/publication/234059469_Uma_nova_proposta_para_analise_de_textura_local_por_conjuntos_fuzzy)

- Theurel, A., Witt, A., Claudet, P., Hatwell, Y., & Gentaz, E. (2013). Tactile Picture Recognition by Early Blind Children: The Effect of Illustration Technique. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 19(3), 233-240. <https://doi.org/10.1037/a0034255>
- Thompson, L. J., Chronicle, E. P., & Collins, A. F. (2003). The Role of Pictorial Convention in Haptic Picture Perception. *Perception*, 32(7), 887-893. <https://doi.org/10.1068/p5020>
- Tuceryan, M., & Jain, A. (1998). Texture Analysis. In C. H. Chen, L. F. Pau, & P. S. P. Wang (Eds.), *Handbook Pattern Recognition and Computer Vision* (1<sup>st</sup> ed., pp. 235-276). World Scientific.
- Van Gool, L., Dewaele, P., & Oosterlinck A. (1983). Texture analysis Anno 1983. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, 29(3), 336-357. [https://doi.org/10.1016/0734-189X\(85\)90130-6](https://doi.org/10.1016/0734-189X(85)90130-6)
- Ventorini, S., & Castreghini, M. (2020). O ensino de cartografia para pessoas cegas: transformações metodológicas, tecnológicas e perspectivas. *Revista Brasileira de Cartografia*, 72, 1400-1428. <https://doi.org/10.14393/rbcv72nespecial50anos-56466>
- Zhang, S., Zeng, X., Matthews D. T. A., Igartua, A., Rodriguez-Vidal, E., Contreras Fortes, J., & Van Der Heide, E. (2017). Texture design for light touch perception. *Biosurface and Biotribology*, 3(1), 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.bsbt.2017.02.002>

---

Recebido em: 24/10/2022  
Reformulado em: 09/04/2023  
Aprovado em: 12/04/2023