

**Ressignificando as representações cartográficas do Laboratório de Cartografia Tátil
Escolar – LABTATE****Redefining cartographic representations in the School Tactile Cartography Laboratory -
LABTATE**Humberto Bethoven Pessoa de Mello¹Rosemy da Silva Nascimento²**Resumo**

Os mapas táteis são recursos da ciência cartografia, utilizados na educação e na mobilidade espacial das pessoas com deficiência visual, corroborando com esta ciência, este trabalho visa apresentar uma nova metodologia para confecção de mapas táteis na educação em prototipagem rápida 3D em resina líquida, resignificando os símbolos geográficos táteis utilizados nas pesquisas do Laboratório de Cartografia Tátil (LabTATE) da Universidade Federal de Santa Catarina. Foram elaboradas e produzidas as representações cartográficas pela equipe deste laboratório, somente em material artesanal e papel microcapsulado. Contudo, as representações cartográficas produzidas no LABTATE, até os dias atuais, são reproduzidas, por haver um escopo teórico, metodológico e científico para a confecção de mapas táteis artesanais para deficientes visuais. Esta pesquisa foi submetida à plataforma Brasil e aprovada pelo parecer Número do Parecer: 6.327.035. Esta pesquisa se classifica como qualitativa/pesquisa-ação, na qual os materiais usados para confecção foram uma impressora 3D com Visor de Cristal líquido (LCD), com lâmpadas ultravioletas. O programa utilizado para geração dos símbolos em 3D foi *Fusion 360* da *Autodesk*. A resina para esta impressora é no formato fotossensível na cor branca opaca rígida. Utilizamos a pintura dos símbolos com tinta específica e pincéis apropriados para este produto. Os símbolos foram pré-testados por estudantes com Deficiência Visual para validar a metodologia empregada.

Palavras-Chave: Mapas Táteis; Deficiência visual; Impressora 3D.**Abstract**

Tactile maps are resources in cartographic science used in education and spatial mobility for visually impaired individuals. In line with this science, this work aims to present a new methodology for creating tactile maps in education using rapid 3D prototyping with liquid resin, redefining tactile geographic symbols used in the research conducted at the Tactile Cartography Laboratory (LabTATE) of the Federal University of Santa Catarina. The cartographic representations were developed and produced by the lab team using only handmade materials and microcapsulated paper. However, the

¹ Doutorando pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC - bethovencmm@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-5990-685X>

² Doutora em geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC - Rosemy.nascimento@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-3810-3940>

cartographic representations produced at LABTATE to date are reproduced using a theoretical, methodological, and scientific framework for crafting handmade tactile maps for visually impaired individuals. This research was submitted to the Brazilian platform and approved under Approval Number: 6,327,035. This research is classified as qualitative/action research, in which the materials used for production included a 3D printer with a Liquid Crystal Display (LCD) and ultraviolet lamps. Fusion 360 from Autodesk was used for generating 3D symbols. The resin used in this printer is photopolymer in opaque white rigid form. The symbols were painted with specific paint using appropriate brushes for this product. Pre-testing of the symbols was conducted with visually impaired students to validate the methodology employed.

Keywords: Tactile Maps; Visual impairment; 3d printer

Introdução

A cartografia tátil tem sido um tema de interesse restrito há vários anos. Mas, se considerarmos o número de pessoas cegas ou com deficiência visual (DV), estimados 2,2 bilhões pela *WORLD HEALTH ORGANIZATION* (Organização Mundial da Saúde) (OMS) em 2019, em seu primeiro relatório mundial sobre a visão, o tema deveria ter mais relevância na academia e com maior incentivo econômico.

Devido aos dados da OMS, 2019 este campo de estudo deveria, na nossa opinião, ser mais examinado. Ademais, mesmo entre os cartógrafos táteis, há pouca consideração dada aos mapas táteis. Os mapas táteis são amplamente utilizados na educação e na mobilidade espacial, mas a falta deles dificulta o acesso do DV às informações geográficas necessárias (WABIŃSKI, TOUYA, MOŚCICKA, 2022).

Em busca de soluções para uma independência da pessoa com deficiência visual em seu processo educativo, principalmente na geografia. Esta pesquisa propõe ressignificar os catálogos de símbolos e materiais de mapas táteis para educação elaborados pela equipe coordenada pela Profª Drª Ruth Emília Nogueira Loch, desenvolvidos no Laboratório de Cartografia Tátil Escolar-LabTATE (www.labtate.ufsc.br) da Universidade Federal de Santa Catarina no ano de 2007.

O LabTATE propõe uma mudança na forma de elaborar um mapa tátil, sugerindo uma discussão na padronização da representação cartográfica, desde a concepção do *layout*, definição da orientação, escala e símbolos construídos com materiais artesanais.

Trazemos como proposta, conforme Wabinski; Touya; Mościcka, (2022) que desenvolveram uma metodologia de produção de desenvolvimento semiautomático de mapas táteis temático, que consiste numa impressão plana colorida (variante gráfica) e uma sobreposição tátil impressa em 3D (variante tátil), formando um mapa híbrido para exploração tátil e visual.

Assim sendo, desenvolvemos uma nova técnica de produção de mapa tátil escolar, partindo de *layout*³ generalizado. O *layout* generalizado é realizado, imprimimos a variante gráfica num papel adesivo e, em seguida, transformamos as variantes visuais artesanais, utilizando, elevação, largura e confeccionamos utilizando nesta variante gráfica, símbolos, texturas de acordo com Loch *et al.*, (2008).

Além disso, os mapas táteis podem apoiar na educação geografia e facilitar a mobilidade das pessoas cegas, mas para desfrutarem de total independência, elas próprias precisam de uma explicação preliminar dos signos (linguagem), devido ao único fato de não haver padronização da linguagem cartográfica tátil no mundo.

Assim, pensamos numa possibilidade de criar o “ponto sonoro”. O ponto sonoro proporcionará ao deficiente visual a simbologia explorada, principalmente em caso de dúvidas quanto à sensação tátil, utilizando a dupla função sensorial, o Tato e Audição.

Isto posto, demonstra-se como é possível confeccionar um mapa tátil na impressora 3D de resina, e inserir uma nova tecnologia digital, denominada pontos sonoros. É sugerida uma futura discussão da linguagem (semiologia), que engloba não somente a escrita Braille⁴, mas também a associação da sonoridade para a criação de um mapa tátil.

³ **Layout.** É uma palavra inglesa que indica simultaneamente a distribuição física dos tamanhos de elemento contido em esboço de um trabalho final.

⁴ **Recomendação.** Pelas razões históricas, culturais, linguísticas e legais, anteriormente explicitadas, a Comissão Brasileira do Braille recomenda que a palavra “braille” seja sempre grafada com dois “l”, segundo a forma original francesa, internacionalmente empregada. BRASIL. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Grafia Braille para a Língua Portuguesa. Grafia Braille para a Língua Portuguesa/ Elaboração: DOS SANTOS, Fernanda Christina; DE OLIVEIRA, Regina Fátima Caldeira—Brasília—DF, 2018, 3ª edição. 95p.

Holloway; Marriott; Butler, (2018), abordam que os mapas com representações cartográficas dos dados e fenômenos geográficos podem ter, além de elementos táteis, mais um componente sensorial, o auditivo, que possibilitará ser um recurso didático totalmente inclusivo em mapas em 3D.

Manduchi e Kurniawan (2018) corroboram essa ideia, ao afirmar que a substituição sensorial áudio-tátil, permite que um ou mais dos sentidos espaciais remanescentes substituam ou complementem a visão.

No referencial teórico, abordaremos a técnica e a tecnologia de prototipagem rápida em impressão 3D de resina. O signo (simbologia) é responsável por definir toda e qualquer significação, formando o alicerce da análise da linguagem não verbal. Na cartografia tátil, os signos (simbologia) são representados por elevação, tamanho, textura e intuitividade.

A ideia de usar representação tátil para as informações espaciais não é nova. Andrews (1983) explorou o uso de texturas via função hápticas, para substituir o sombreado de densidade bidimensional na interpretação de preenchimentos de área para dados categóricos.

Loomis, (2003) descreve que a forma mais comum e eficaz de substituir a visão é usando a audição ou o tato. Jacobson, (2002) contribui com as aplicações multimodais, em geral, exploram diferentes canais de informação de forma integrada e redundante. A informação tátil inclui ambas: informação tátil, que tem a ver com informação sensorial da pele; e propriocepção, que tem a ver com informações de posição.

Sendo assim, o domínio da linguagem visual pelo deficiente visual dar-se-á pelas funções sensoriais, tato/háptico e sonoro pela audição. Portanto, a plasticidade cerebral possibilitará unir e habilitar a pessoa com deficiência visual para compreender e se comunicar por essas funções com os mapas (Rangel *et al.*, 2010).

Entretanto, observamos que a cartografia tradicional bidimensional tem uma linguagem por meio de signos⁵ e dominar essa linguagem visual significa o domínio e a compreensão da comunicação no mapa representado (Bertim,1983 e Martinelli, 2003).

Martinelli, (2011), aborda as representações geográficas como linguagem (signos). O mapa, com suas representações cartográficas numa determinada superfície da terra, ponto, linha e área, constitui-se num mapa cartográfico. Estas representações (símbolos) na cartografia necessitam ter uma linguagem monossêmica com suas variáveis visuais.

Por conseguinte, visamos atualizar as representações cartográficas desenvolvidas pela equipe do LABTATE, a partir da elaboração dos símbolos como escala, orientação, oceanos, meridianos, tratados de Tordesilhas entre outros, utilizando a prototipagem rápida numa impressora 3D de resina.

Logo, pretendemos atualizar as representações cartográficas desenvolvidas pela equipe do LABTATE, a partir da elaboração dos símbolos em prototipagem rápida utilizando uma impressora de resina líquida 3D. As novas representações como escala, orientação oceanos, meridianos, tratados de Tordesilhas entre outros, serão confeccionados nos seguintes parâmetros: fonte (simbologia), elevação, tamanho, largura e especificação da textura.

Wabinski; Moscicka (2019) apontam que novas técnicas estão surgindo para a criação de mapas táteis, principalmente a impressão 3D em resina, adequada para a criação de mapas de cópia única a um custo relativamente baixo.

Segundo o quadro 1, apresentamos alguns exemplos de representações cartográficas para mapas táteis em prototipagem rápida em resina líquida 3D.

Quadro1- Representações cartográficas para mapas táteis em prototipagem 3D.

Símbolo primário	Símbolo ressignificado	Representação	Especificações
------------------	------------------------	---------------	----------------

⁵ Signos. [...] “A linguagem cartográfica é fundamentada na Semiótica, que tem por objeto a investigação de todas as linguagens, em especial a dos signos. Por signo, entende-se uma entidade composta por significante e significado indissociáveis”. FRANCISCHETT, Mafalda Nesi. A Cartografia no ensino de Geografia: a aprendizagem mediada. 2001.

(LabTATE)



Trópico do
câncer

Fonte: Wingdings 36, letra 'a' minúscula.

Elevação do símbolo 1,5 mm

Tamanho em resina 10 mm

Largura 10 mm e altura 10 mm

Especificação da Linha com Textura.

Elevação da linha 1,5 mm

Largura 2 mm.



Trópico de
Capricórnio

Fonte: Wingdings 36, letra 'g' minúscula.

Elevação do símbolo 1,5 mm

Tamanho em resina 10 mm

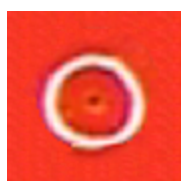
Largura 10mm e altura 10 mm

Especificação da Linha com Textura.

Especificação da Linha com Textura.

Elevação da linha 1,5 mm

Largura 2 mm



Linha do
Equador

Elevação do Círculo 1,5 mm

Diâmetro do Círculo 7 mm

A linha do diâmetro do círculo 1 mm

Ponto interno do círculo 2 mm

Elevação da linha 1,5 mm

Especificação da Linha com
Textura.

Largura da linha com textura 2 mm
Espaçamento da linha de textura para
outra textura 1mm

Fonte: wingdings 36, letra "h" minúscula.

Elevação do símbolo 1,5 mm

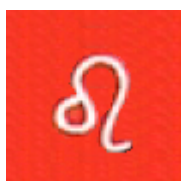
Tamanho em resina 10 mm

Largura 10 mm e altura 10 mm

Especificação da Linha com Textura.

Elevação da linha 1,5 mm

Largura da linha 2 mm



Oceano Glacial
Ártico

Elaborado pelo autor.

O LabTATE propõe uma mudança na forma de elaborar um mapa tátil, sugerindo uma discussão na padronização de suas representações cartográficas, desde a concepção do *layout*, orientação, escala e símbolos construídos com materiais artesanais.

A investigação se baseia, a partir da elaboração de símbolos com texturas tátil *utilizando* uma impressora 3D de resina. Em seguida, são contextualizados a questão dos pontos sonoros, através da elaboração de placas de circuito eletrônico, como já demonstrado no estado da arte.

Conforme Reed (1994), os receptores sensoriais podem ser classificados em quimioceptores, sendo aqueles incumbidos do paladar e do olfato; fotoceptores, os quais são receptivos à luz; termocceptores, aquelas sensíveis às variações de temperatura; mecanocceptores, que se encarregam pelas sensações auditivas e táteis (háptico).

Isto posto, o sistema sensorial do corpo humano, sendo bem estimulado, sobrepõe ao comportamento limitado da pessoa cega, possibilitando o desenvolvimento de todos os sentidos vestibulares, principalmente a função háptica e da audição que estimulará a cognição do cego no qual será alinhado ao comportamento cultural e compensatório.

Tratando de apropriação de espaço e território que demanda à temática, o qual são os mapas, à apropriação do conhecimento pela pessoa DV, segundo Nurnberg (2008, p. 3) o conhecimento não é mero produto dos órgãos sensoriais, embora estes possibilitem vias de acesso ao mundo.

Assim sendo, o educador e pesquisador russo Vygotsky, afirma que as pessoas com deficiência visual não podem se isolar do seu mundo social no processo do conhecimento. Para reforçar as ideias da compensação da cegueira, defendidas por Vygotsky e Lowenfeld, atualmente existem estudos que comprovam a reorganização do córtex cerebral, ou seja, nenhum dos processos mentais são isolados ou indivisíveis, visto que passam por uma reorganização conhecida como plasticidade cerebral (Rangel *et al.*, 2010).

Portanto, a plasticidade cerebral é a capacidade do Sistema Nervoso Central de modificar-se e reestruturar o seu próprio funcionamento, tanto do sistema sensório-motor como de seus canais de percepção. Segundo Rangel e coautores (2010), a reorganização do córtex visual que

ocorre em pessoas cegas pode, assim, beneficiar o cotidiano da pessoa com deficiência visual, por meio da plasticidade cerebral, oportunizando ao deficiente visual estímulos sensoriais como a percepção tátil-cinestésica e auditiva.

Metodologia

O desenho do estudo constitui uma pesquisa, tipo a pesquisa qualitativa/ pesquisa-ação, tem como preocupação o estudo e a análise do mundo empírico, valorizando o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada (Godoy, 1995).

Thiollent, (1997) explicita com clareza que pesquisa-ação tem como alicerce o empirismo e, na pesquisa social, é concebida e executada em estreita conexão com uma ação ou solução de um problema coletivo.

O problema de nossa pesquisa são as novas representações (símbolos) produzidas por prototipagem rápida numa e introdução do ponto sonoro, no qual o pesquisador e os participantes, conjuntamente, analisam e buscam solucionar o problema. Logo, a pesquisa-ação é um método que visa à elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca por soluções.

A pesquisa foi aprovada pela Plataforma Brasil pelo parecer: 6.606.286 do dia 4 de janeiro de 2023, com financiamento próprio. A pré- validação contou com a participação de um estudante especialista em braille, com deficiência visual grave, da Faculdade de Formação Professores da Universidade Estadual do Rio de Janeiro-UERJ-Campus São Gonçalo, do Curso de Graduação em Português/inglês.

A pesquisa de pré-validação teve duas etapas: a primeira, foram realizados estudos de exploração sobre as novas simbologias táteis produzidas em prototipagem rápida 3D em resina. Nesta fase as simbologias táteis foram pré-validados nos seguintes quesitos: sensação tátil, leveza do material, resistência, aceitabilidade tátil, objetividade da simbologia, espessura e elevação e dimensão.

Na segunda fase de pré validação foram avaliados a tecnologia dos pontos sonoros embarcados na lâmina tátil próximo as simbologias táteis. Neste quesito observamos a resistência do Módulo Capacitivo Mpr 12, quanto à a usabilidade tátil, a velocidade do som produzido, o tipo

de voz. Por conseguinte, foram pré testado a sensibilidade tátil, clareza do ponto sonoro, tamanho e elevação quando inseridos na lâmina tátil.

Por conseguinte, elucidaremos a compreensão do leitor à complexidade na utilização da impressora 3D no formato SLA (*Stereolithography*)-Estereolitografia em resina na produção de símbolos com textura para a produção de um mapa tátil.

Logo, nossa pesquisa evolui para elaboração na construção de um mapa totalmente inclusivo. Os símbolos táteis com texturas artesanais desenvolvidos pelo LabTATE foram ressignificados pela produção prototipagem rápida digital 3D. A impressora estereolitografia-SLA é uma tecnologia que aplica resina termo fixa líquida fotossensível e utiliza raios laser ultravioleta para gerar um polímero conforme a Figura 1.

Figura 1. impressora estereolitografia (SLA)



Elaborado pelo autor

Ao escolher a impressora, é fundamental ter uma compreensão minuciosa dos limites, habilidades e possibilidades de cada aplicação específica na utilização da Prototipagem Rápida (PR). O software, *computer-aided design and drafting*, comumente chamado de CAD, é uma tecnologia desenvolvida para pesquisadores que elaboram e projetam desenhos em 2D e 3D.

A próxima etapa é fatiar o modelo 3D utilizando um segundo *software* denominado *LycheeSlicer*. Neste programa é feita a preparação da peça em 3D, colocando os devidos suportes. Em seguida, coloca-se mais resina e desenvolve-se a fabricação da peça. Segundo Figura 2.

Figura 2. Oceano Pacífico em 3D e seus devidos suportes.



Elaborado pelo autor.

Segundo, Volpato *et al.*, (2007, p. 102), “as tecnologias de prototipagem rápida (PR) consiste na sua gênese de adição de materiais camada a camada, o processo básico a ser seguido é semelhante para todos os processos, se resumindo em quatro etapas básicas: 1) o desenho no CAD; 2) o planejamento da impressão 3D; 3) a fabricação e 4) o acabamento”.

Por conseguinte, saliento uma quinta etapa importante: o uso de equipamentos adequados para manipulação da resina líquida e a limpeza da impressora, pois a própria resina pode trazer prejuízos irreparáveis à saúde e ao equipamento.

As referências pesquisadas demonstram não haver nenhuma padronização da área (tamanho) para elaboração de um mapa tátil e de seus signos (símbolos) com texturas. As pesquisas demonstraram parâmetros de signos em textura, elevação, tamanho, largura, pontos e linhas em modelos artesanais.

A sonoridade no mapa tátil

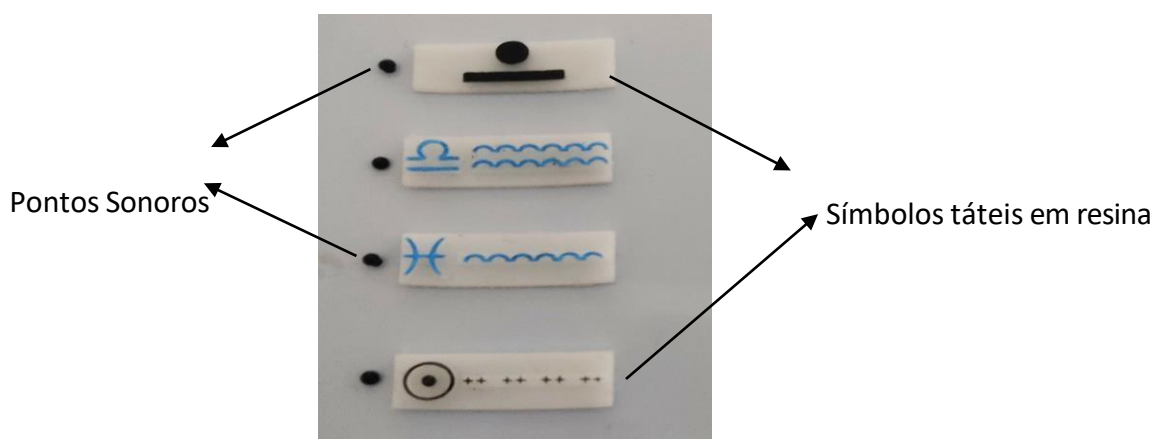
Aglutinar a sonoridade nos símbolos táteis produzidos na tem sido algo desafiador. Buscamos soluções, mais econômicas e viáveis, para a sonoridade do mapa tátil na sua elaboração de acordo com recursos disponíveis.

Há pesquisas internacionais que vislumbram a incorporação de mapas táteis audiovisuais e podem ser usados em conjunto com tablets e smartphones comuns. Ao integrar elementos condutores em mapas táteis impressos em 3D, eles podem ser reconhecidos com um único toque no display do dispositivo móvel, facilitando o manuseio para cegos e deficientes visuais. Infelizmente, ainda não é nossa realidade.

Nesta proposta, apresentaremos como funciona a comunicação dupla por meio da percepção háptica e da audição, sugerindo que o dedo indicador seja a bengala avançada do estudante com deficiência visual, para tatear a simbologia tátil e a escrita Braille produzido em uma impressora 3D de resina.

O DV encontrará sempre um ponto sonoro na área do mapa tátil, legenda, título do mapa, a orientação demonstrando o norte geográfico, a escala numérica e gráfica e no corpo do mapa, diluindo dúvidas táteis através da representação sonora, conforme indica a figura 3 com relação às simbologias táteis da legenda.

Figura 3. Ponto sonoro e simbologia em 3D.



Elaborado pelo autor.

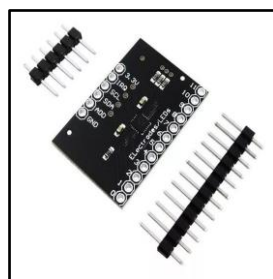
Segundo Wabinski; Moscicka (2019 p. 293, grifo nosso) **vivemos na Era da Informação–pesquisar, navegar, baixar e arquivar dados é quase ilimitado**. Isto se deve ao amplo acesso público à Internet Assim sendo, a utilização de recursos tecnológicos na área de Geotecnologia evidencia a facilidade de reproduzir mapas encontrados na internet e, conseqüentemente, aprimorar a técnica de produção de mapas táteis já consagrada na indústria de mapas táteis.

Portanto, a literatura mundial não parou de pensar cientificamente na produção de mapas táteis como recurso não só pedagógico, mas como na orientação e mobilidade das pessoas com deficiência visual. A sonoridade no mapa tátil não é uma novidade em países europeus. No Brasil,

este estudo é muito lento, devido à falta de recursos e investimentos. Contudo, precisamos pensar a sonoridade nos mapas táteis não como luxo pedagógico e sim como ciência.

Após realizados estudos de viabilidade econômica e de usabilidade, optamos por inserir no projeto o módulo de sensores de toque capacitivo Mpr 121. Conforme Figura 4.

Figura 4. Módulo Capacitivo Mpr 1



Elaborado pelo autor.

O MPR121 é um circuito integrado controlador de sensores de toque capacitivo que apresenta inteligência interna, possui 12 eletrodos, um endereço I2C configurável por hardware, e um sistema de filtragem expandido com **debounce**, possui eletrodos completamente independentes.

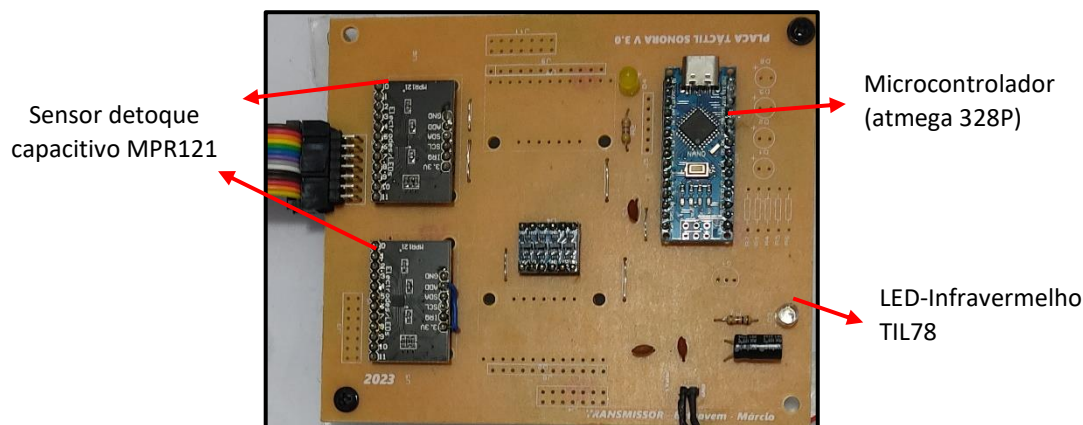
Quando um ponto sonoro é acionado pela função háptica, a informação é processada no MPR121 e então disponibilizada na saída através do protocolo I2C⁶ para o próximo estágio. O MPR121, possui 12 entradas de toque capacitivo no formato do sensor (0 a 11).

Dentro do MPR121, a mesma é convertida em informação digital, na qual o ponto sonoro foi tocado através da saída I2C. Essa informação é passada ao microcontrolador (atmega 328P) que decodificará a informação e controlará um “*Light Emitting Diode*” ou Diodo Emissor de Luz, comumente chamado LED, na placa de Pontos de Emissão Sonora (PES-12), conforme Figura 5.

⁶ I2C. A comunicação I2C é um protocolo de comunicação serial que permite que dispositivos diferentes se comuniquem e troquem dados mediante um barramento compartilhado. Ele foi desenvolvido pela Philips Semiconductors e é atualmente utilizado em muitos dispositivos eletrônicos, como smartphones, computadores, sensores em sistemas industriais.

Fonte: <https://enbarcados.com.br/comunicacao-i2c/>.

Figura 5. Placa de Emissão Sonora (PES-12).



Elaborado pelo autor.

A placa receptora denominada (PRI), recebe o sinal infravermelho, oriundo da placa emissora PES 12, onde o sensor VS 1838B recebe estes sinais em infravermelho, enviados digitalmente ao microcontrolador atmega 328P, para serem tratados e convertidos em som. O microcontrolador atmega 328P possui uma segunda função de controlar o módulo *DFPlayer-Mine*.

Na lâmina tátil, onde embarcaremos a placa PES 24 os pontos sonoros e os símbolos táteis, formam um conjunto de imagem que o significante, e o do significado é o conteúdo gravado *DFPlayer-Mine*.

A emissão sonora, por uma interface, proporcionará ao estudante cego uma dupla comunicação sensorial, tato/audição, permitindo maior compreensão dos símbolos táteis. Portanto, o estudante cego terá a possibilidade de desenvolver uma imagem mental sobre os símbolos explorados. Logo, a pesquisa terá futuros desdobramentos na construção de imagens mentais em futuros mapas táteis-sonoros com aproximação da comunicação sensorial háptica/sonora.

Logo, utilizamos nesta pesquisa 1 (uma) caixa suporte em acrílico retangular nas medidas de 48 cm (b) base (comprimento) X altura 36 cm (h) produzida em acrílico 5 mm. Na caixa suporte serão embarcados diversos hardwares, como: acionador de liga e desliga, um circuito de placa solar

para alimentar o sistema, alto-falantes e outros. E por último, a colocação da placa PRI, que tem sua função de receber os dados enviados, processar os sinais recebidos e tocar o áudio correspondente.

Assim sendo, a pessoa com deficiência visual (DV), com um simples toque, terá a possibilidade de entender o espaço que está em seu entorno e todas as simbologias táteis. Portanto, estamos pesquisando a possibilidade de elaborar um mapa tátil-sonoro que permitirá agregar os sentidos do tato e da audição para ampliar o aprendizado do DV no ensino da geografia.



Resultados e discussão

Na primeira fase, de pré-validação sobre as simbologias na lâmina tátil nos quesitos de sensação tátil, leveza do material, resistência, aceitabilidade tátil, objetividade da simbologia, espessura e elevação e dimensão, foram observadas as seguintes considerações:

- A) Sistema Braille. A grafia Braille, inserida em todas as simbologias como norte, escala, título do mapa, legenda, créditos, não foram encontrados erros, e nem tão pouco a elevação dos pontos, aspereza, ou seja, desconforto tátil para leitura.
- B) Em relação à leveza, resistência e aceitabilidade tátil dos símbolos. Não houve nenhuma crítica quanto a este quesito.
- C) Quanto à espessura e elevação dos símbolos: O estudante entendeu a diferença de procedimento entre os símbolos artesanais e de resina. E gostou do novo material de fácil entendimento tátil.
- D) Com relação à leveza, resistência e aceitabilidade tátil: sem nenhuma sugestão.

Contudo, o estudante com deficiência visual, neste período de pré-validação, fez críticas e sugestões no símbolo oceano glacial ártico, nos quesitos clareza da simbologia e textura. O mesmo salientou que, na falta de textura, a sensação tátil ficou prejudicada. Assim sendo, o estudante com DV grave solicitou que o símbolo Oceano Glacial Ártico fosse modificado devido às razões aqui expostas, conforme a figura 6. Entretanto, o mesmo aprovou o símbolo Oceano Glacial Ártico nos quesitos resistência, elevação, espessura e dimensão.

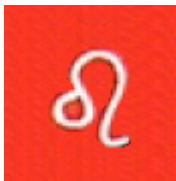

Figura 6 Pré-validação símbolo Oceano Glacial Ártico.

Símbolo primário	Símbolo ressignificado	Representação	Especificações
		Oceano Glacial Ártico	<p>Fonte: <i>wingdings 36</i>, letra “h” minúscula.</p> <p>Elevação do símbolo 1,5 mm</p> <p>Tamanho em resina 10 mm</p> <p>Largura 10 mm e altura 10 mm</p> <p><u>Especificação da Linha com Textura.</u></p> <p>Elevação da linha 1,5 mm</p> <p>Largura da linha 2 mm</p>

Elaborado pelo autor.

Para equacionar a problemática, quanto aos quesitos expostos elaboramos as seguintes estratégias com a participação do estudante DV: a) colocamos um ponto sonoro antes em todas as simbologias táteis. Assim sendo, o significado denominado de símbolos táteis, passou ter seu significante explicado pela sonoridade conforme figura7.

Figura 7. Ponto sonoro no oceano Glacial Ártico.

Símbolo primário	Símbolo ressignificado	Representação	Especificações
		Oceano Glacial Ártico	<p>Fonte: <i>wingdings 36</i>, letra “h” minúscula.</p> <p>Elevação do símbolo 1,5 mm</p> <p>Tamanho em resina 10 mm</p> <p>Largura 10 mm e altura 10 mm</p> <p><u>Especificação da Linha com Textura.</u></p> <p>Elevação da linha 1,5 mm</p> <p>Largura da linha 2 mm</p>

Elaborado pelo autor.

Observamos nesta pré-testagem que o ponto sonoro, ou seja, o som, aproxima o entendimento simbólico pelas operações sensório motor e pelo canal auditivo. A partir do domínio desta linguagem pela função háptica ou pela sonoridade, dar-se-á pelas operações neurais

onde a pessoa com deficiência visual, por meio de um simples toque, acionar o ponto sonoro, houve o significado da mesma em caso de dúvidas.

Com relação à sensação tátil, com o símbolo Glacial Ártico com pouca aderência, ou seja, pouco relevo. Foi desenvolvido um novo símbolo com uma nova textura, conforme já exposto na figura 7.

Por conseguinte, numa segunda pré-validação, utilizando o mesmo estudante DV, com relação ao Ponto Sonoro, utilizando o Módulo Capacitivo Mpr 12, quanto à resistência do produto, sensibilidade tátil, clareza do ponto sonoro, tamanho e elevação da lâmina tátil.

O participante nesta fase da testagem do Módulo Capacitivo Mpr 12, que dá origem ao ponto sonoro, não efetuou nenhuma crítica com relação:

a) A Sonoridade: para o processo de gravação utilizamos 1 (um) módulo MP3. A voz sintetizada denominada de “Fernanda” foi gravada na velocidade rápida na proporção: *Speed-1; Pitch-1 e Rate (HZ) 40K*. Retirado do software *Goldwaver*, as palavras estavam claras.

b) No quesito elevação, o ponto sonoro: o tamanho 1 mm colocado no mapa possibilitou maior entendimento pela exploração tátil, sem confundir com os demais símbolos.

c) Resistência: o participante apontou o ponto sonoro como seguro.

d) A sensibilidade tátil: sem nenhum incômodo;

Para a elaboração das simbologias táteis em prototipagem rápida em 3D de resina líquida, foi necessário um estudo profundo nos softwares *Fusion 360 e Lychee Slice*. O *fusion 360* ficou responsável pela elaboração e criação dos símbolos táteis. Enquanto o *Lychee Slice*, faz o fatiamento e prepara a peça para impressão.

Quanto à tecnologia do ponto sonoro, foram realizados diversos testes no hardware MPR 121, que possibilita, através da função háptica, realizar a captura do toque e fornecer a comunicação desejada.

Tratando-se de protótipo, o mesmo sempre é alterado em sua concepção, devido às particularidades que a pesquisa requer. O resultado inicialmente teve um custo muito elevado, mas a certeza de que esta tecnologia possibilitará mais inclusão ao deficiente visual não tem preço.

Considerações finais

O escopo desta pesquisa demonstra nossa pretensão de ressignificar o catálogo de mapas tátil para educação geográfica, realizado em produto artesanal (cola, barbante, papel corrugado, miçangas, cordões, cortiça, entre outros) pelo Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar (LabTATE) da UFSC, propondo uma nova tecnologia de prototipagem rápida em 3D de resina líquida.

A prototipagem rápida (PR) em 3D é um processo através do qual modelos conceituais podem ser criados em curtos períodos, com custos controlados. As máquinas de prototipagem rápida aumentam a facilidade de criação de modelos parecidos com o produto final, melhorando consideravelmente a exploração tátil, conforme demonstrado na pré-validação.

Contudo, novas soluções continuam surgindo, como a impressão 3D em resina, adequada para a produção de mapas de cópia única a um custo hoje relativamente baixo, conforme o texto citou Jacek Wabiński e Anna Mościcka. Entretanto, essa não é a realidade no Brasil, o custo da produção das simbologias táteis e dos pontos sonoros ainda é bastante elevado. Mas a qualidade da confecção é impressionante.

Dentro deste contexto, trouxemos uma nova tecnologia embarcada nas representações cartográficas para ser aliada às simbologias táteis. O ponto sonoro. O ponto sonoro, é uma tecnologia que associado a lâmina tátil ao lado dos símbolos táteis, é uma possibilidade via a percepção tátil que a pessoa com deficiência visual possa explorar através do cinestésico motor e entender o significado do símbolo pela percepção sonora, quando a percepção tátil não permite. Logo, a linguagem cartográfica são os símbolos táteis ali representados em toda estrutura do mapa.

Portanto, um símbolo é composto por significante e significado são inseparáveis O plano do significante é o da expressão, da imagem, e o do significado é o conteúdo. Esses dois aspectos, o significante e significado, levarão à significação, produto final da relação entre os elementos. Esses aspectos são muito importantes e os signos passam a funcionar como componentes linguísticos sonoro do sistema de informação da cartográfica tátil sonora.

Por sua vez, a relevância social deste trabalho deverá ter um grande impacto nas escolas, universidades, entre outros. O ineditismo deste trabalho está conjugado na inserção do ponto

sonoro às simbologias táteis, fazendo com que deficiente visual interprete o mapa e compreenda o seu espaço num processo histórico. O ponto sonoro unirá a significação háptica e auditiva, possibilitando um futuro estudo sobre a padronização dos símbolos táteis em elevação, largura e comprimento. Abrindo a possibilidade na produção de mapas táteis em prototipagem rápida em resina 3D com a inclusão de pontos sonoros.

Referências

- AUVRAY, M; HARRIS, L. R. The state of the art of sensory substitution. **Multisensory research**, v. 27, n. 5-6, p. 265-269, 2014.
- ANDREWS, S. K. Applications of a cartographic communication model to tactual map design. **The American Cartographer**, v. 15, n. 2, p. 183-195, 1988.
- BERTIN, J. **Semiology of graphics**. University of Wisconsin press, 1983.
- BERTIN, J. Prefácio. **Seleção de Textos**, AGB, São Paulo, n.18, p. 45-62, maio, 1988.
- BLADES, M; UNGAR, S; SPENCER, C. Map use by adults with visual impairments. **The Professional Geographer**, v. 51, n. 4, p. 539-553, 1999. Disponível em: https://scholar.google.co.uk/citations?user=DU3TI_sAAAAJ&hl=en. PDF.Acesso em 10 ago 2023.
- RÉGIS, T. C.; NOGUEIRA, R. E. Como elaborar atlas escolares visando à educação inclusiva. **Giramundo: Revista de Geografia do Colégio Pedro II**, v. 4, n. 7, p. 33-42, 2019, Acesso em: 04 abr. 2024.
- SILVA, A; MOREIRA, J. C. F. ENSINO DE CIÊNCIAS E A DEFECTOLOGIA DE VYGOTSKY: A TIFLOLOGIA EM UM ESTUDO DE CASO. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 11, n. 25, p. 175-193, 2021.
- DIAS, M. H. A Propósito da Leitura de Mapas Temáticos - influência da simbologia na comparação de mapas completos. **Revista Portuguesa de Geografia**. Finisterra, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, v.19, n.37, p. 51-81, 1984.
- DRESCH, A; LACERDA, D. P; JUNIOR, J. A. V. A. Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- EDMAN, K. P. **Tactile graphics**. American Foundation for the Blind, New York, 1992.
- FRANCISCHETT, M. N. A Cartografia no ensino de Geografia: a aprendizagem mediada. 2001.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995.

HOLLOWAY, L; MARRIOTT, K; BUTLER, M. Accessible maps for the blind: Comparing 3D printed models with tactile graphics. In: **Proceedings of the 2018 chi conference on human factors in computing systems**. 2018. p. 1-13.

Jakub, W; Albina M; Guillaume, T. (2022) Diretrizes para padronização do design de mapas táteis: uma revisão de pesquisa e melhores práticas, **The Cartographic Journal**, 59:3, 239-258, DOI: 10.1080/00087041.2022.2097760

LOCH, R. E. N. Cartografia tátil: mapas para deficiente visuais. **Portal da cartografia**, v. 1, n.1., 2008, Londrina – PR. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia/article/view/1362>. PDF. Acesso em: 25 set. 2023.

LOOMIS, J, M; KNAPP, J. M. *Visual perception of egocentric distance in real and virtual environments*. In: **Virtual and adaptive environments**. CRC Press, 2003. p. 21-46.

MELLO, H.B.P. Produção e validação da Caixa Tátil-Sonora como ferramenta educacional de Tecnologia Assistiva para estudantes deficientes visuais. Niterói: UFF, 2018. 187f. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) Universidade Federal Fluminense.

MANDUCHI, R; KURNIAWAN, S. (Ed.). **Assistive technology for blindness and low vision**. CRC Press, 2018.

NOGUEIRA, R. E. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

NOGUEIRA, R. E. Mapas táteis padronizados e acessíveis na web. *Benjamin Constant*, n. 43, 2009.

NUERNBERG, A. H. Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual. **Psicologia em Estudo**, v. 13, n. 2, 2008.

RANGEL, M. L., DAMASCENO, L. A., DOS SANTOS FILHO, C. A. I., DE OLIVEIRA, F. S., JAZENKO F., PEREIRA, A., & de GONZAGA, G. L. (2010). Deficiência visual e plasticidade no cérebro humano. *Revista Psicologia: Teoria e Prática*, 12(1), 197-207. REED, Stephen K.; GERBINO, Walter. *Psicologia cognitiva*. Il mulino, 1994.

SANTOS, F. C. dos et al. Normas técnicas para produção de textos em Braille. 2022.

SCHERER, L. A; GRISCI, C. LIGIA, L. Cartografia como Método de Pesquisa para Estudos de Trabalho e Subjetividade. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 26, p. e210202, 2022.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez editora, 2022.

WABIŃSKI, J; MOŚCICKA, A. (2019). Automatic (tactile) map generation—a systematic literature review. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 8(7), 293.

WABIŃSKI, J; TOUYA, G; MOŚCICKA, A. Semi-automatic development of thematic tactile maps. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 49, n. 6, p. 545-565, 2022.

WIENER, W. R.; WELSH, R. L.; BLASCH, B. B. **Foundations of orientation and mobility**. American Foundation for the Blind, 2010.

VENTORINI, S. E. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual**. 2007.

VOLPATO, N. **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. Editora Blucher, 2007.

VYGOTSKY, *La coetividad como factor de desarrollo del niño deficiente*. En L. S. Vygotski, Obras Escogidas V: Fundamentos de defectología (pp. 213-234). Madrid: Visor.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Blindness and vision impairment. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>. PDF.

Acesso em: 09 mar. 2022.

WIDEL, J. W.; GROVES, P. A. Tactual mapping: design, reproduction, reading and interpretation. Final Report n. RD-2557-S. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1969.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Relatório mundial sobre a visão. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>. PDF. Acesso em: 10 jun. 2023.