

Pensamento Computacional para Surdos: Um Relato de Experiência sobre Acessibilidade no Ensino de Programação

Otávio Lube dos Santos¹, Davidson Cury¹, Walber Beltrame²

¹PPGI – Departamento de Informática – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Avenida Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras – Vitória – ES – Brasil

²Instituto Federal do Espírito Santo
Av. Rio Branco, 50 – Santa Lucia – Vitória – ES – Brasil

Abstract. *The labor market has programs for welcoming People with Disabilities (PCDs), usually associated with tax benefits as a strategy to promote inclusion. Deaf people, characterized as PCDs, are then welcomed into less far-fetched roles, often underusing more complex skills, such as logical-mathematical reasoning and even programming. This report aims to describe the experience with teaching programming to deaf people, as well as the results arising from the work.*

Resumo. *O mercado de trabalho possui programas para acolhimento de Pessoas com Deficiências (PCDs), normalmente associados a benefícios fiscais como estratégia de promoção de inclusão. Pessoas surdas, caracterizadas como PCDs, são então acolhidas em funções menos rebuscadas, muitas vezes subutilizando competências mais complexas, tais como raciocínio lógico-matemático e até mesmo programação. Este relato tem por objetivo descrever a experiência com o ensino de programação para pessoas surdas, bem como os resultados advindos do trabalho.*

1. Introdução

Estima-se que 5% da população brasileira é surda (IBGE 2021). Este número, atualmente, representa 10 milhões de pessoas, dentre as quais, 2,7 milhões não ouvem nada (Freitas 2021). Existem mais de 300 variantes de linguagens de sinais no mundo, a partir das quais as comunidades surdas podem se comunicar. No Brasil, a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), cuja modalidade é gestual-visual, permite, a partir de gestos, expressões faciais e corporais, a comunicação com um alfabeto, estrutura linguística e gramatical própria.

Ao se abordar a educação para surdos, (Freitas 2021) destaca que apenas 7% da população surda completa o ensino superior; 15% frequentam a escola até o ensino médio; 46% estudam até o ensino fundamental; e 32% não possuem nenhum grau de instrução.

A crescente presença de estudantes surdos em contextos universitários é recente e decorre de alguns fatores, dentre os quais se destacam o reconhecimento oficial da LIBRAS em 2002 e políticas públicas de inclusão que vêm aumentando pouco a pouco a participação ativa de pessoas surdas em instituições de ensino (Boscarioli et al. 2015).

Apesar da participação de indivíduos surdos no meio científico ser crescente e constante, estudos como (Santana and Sofiato 2018) e (Boscarioli et al. 2015) ainda apontam

que a participação no universo da computação ainda é tímida, o que se reflete no mercado de trabalho.

Em 2015 foi criada a Lei Brasileira de Inclusão nº. 13.146, com o objetivo de garantir o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais pela pessoa com deficiência, promovendo assim a cidadania e sociabilidade (Presotto and Kaster 2021). A evolução da legislação brasileira impulsionou a participação de pessoas surdas no mercado de trabalho, determinando que empresas com mais de 100 empregados tenham de 2% a 5% de pessoas com deficiência em seu quadro de colaboradores.

A garantia de participação no mercado de trabalho, entretanto, não é garantia de inclusão. (Presotto and Kaster 2021) destacam que os surdos sofrem com problemas como preconceito, pouco espaço para crescimento profissional, ocupação de cargos de baixa complexidade, falta de qualificação profissional e falta de autonomia.

No cenário econômico mundial entre e pós pandemia, uma área que ganhou destaque incontestável foi a área de Tecnologia da Informação (TI). O deficit de profissionais de TI no mercado pode chegar a 70 mil anuais (Bússola 2021).

A partir da percepção das dificuldades do povo surdo de colocação no mercado de trabalho e do potencial crescente da área de TI como nova oportunidade, uma empresa do terceiro setor com atuação internacional, voltada para a criação de tecnologias acessíveis para surdos, propôs uma formação em pensamento computacional e desenvolvimento web com o objetivo de capacitar indivíduos surdos a assumirem posições como desenvolvedores de software. Tal proposta foi ainda capitaneada por empresas investidoras e a Organização das Nações Unidas (ONU).

Este artigo apresenta o resultado do trabalho realizado nas primeiras turmas do curso proposto, bem como as abordagens metodológicas utilizadas, desafios e conquistas encontrados. O texto está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta alguns conceitos importantes acerca da população surda e das tecnologias utilizadas no projeto; a Seção 3 engloba os aspectos metodológicos no desenvolvimento, produção e consecução do projeto; a Seção 4 traz os resultados alcançados e faz uma discussão destes sob a ótica da aprendizagem dos alunos; e, por fim, a Seção 5 traz as considerações finais, seguidas pelas referências bibliográficas utilizadas, na Seção 6.

2. Fundamentação Teórica

O **povo surdo** é grupo de sujeitos surdos que tem costumes, história, tradições em comuns e pertencentes às mesmas peculiaridades, ou seja, constrói sua concepção de mundo através da visão (Strobel 2009).

(Strobel 2009) ainda salienta que a **comunidade surda**, na verdade não é só de surdos, já que tem sujeitos ouvintes junto, que são família, intérpretes, professores, amigos e outros que participam e compartilham os mesmos interesses em comuns em um determinado localização que podem ser as associação de surdos, federações de surdos, igrejas e outros.

A forma oficial de comunicação da comunidade surda no Brasil é a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS).

2.1. Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)

A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) foi estabelecida através da Lei nº. 10.436/2002 como língua oficial das pessoas surdas e da comunidade surda.

Parágrafo único. Entende-se como Língua Brasileira de Sinais - LIBRAS a forma de comunicação e expressão, em que o sistema linguístico de natureza visual-motora, com estrutura gramatical própria, constituem um sistema linguístico de transmissão de ideias e fatos, oriundos de comunidades de pessoas surdas do Brasil.

Segundo esta Lei, é obrigação dos governos garantir formas de incentivar a divulgação da LIBRAS nas instituições públicas, bem como tornar obrigatório o ensino de LIBRAS nos cursos de formação em Educação Especial, no ensino médio e no ensino superior, aplicando-se às esferas de educação federal, estadual e municipal.

Para apoiar a comunicação por meio da LIBRAS, ainda foi formalizada a função do intérprete, a partir da Lei nº. 12.319/2010.

2.2. Pensamento Computacional

O Pensamento Computacional (PC) é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de utilizar os fundamentos da Computação nas mais diversas áreas do conhecimento (Araujo et al. 2020). É considerado como uma distinta forma de pensar e perceber situações para resolver problema e constitui habilidade essencial para os indivíduos no Século XXI (Wing 2006).

(Wing 2006) ainda destaca que o ensino de aspectos computacionais não exige, necessariamente, o uso de um computador, de forma que, nos últimos anos, países como Inglaterra, Austrália e Nova Zelândia, dentre outros, já agregaram aspectos computacionais em suas bases curriculares (de Santana and Santos 2021).

No Brasil, as iniciativas de inclusão da computação na educação ocorrem de forma desconectada do currículo escolar (de Santana and Santos 2021), de forma que o curso desenvolvido e apresentado neste trabalho abrange aspectos do Pensamento Computacional voltados para a população surda.

3. Relatos Metodológicos

A concepção do curso de **Pensamento Computacional e Desenvolvimento Web** para o público surdo se apresentou como um desafio, desde sua fase de ideação. Inicialmente, é preciso salientar que não se trata de um curso correspondente a um componente curricular formal, mas sim de um curso voltado para formação de indivíduos interessados na área de computação para assumirem posições refinadas no mercado de trabalho, tais como programador, analistas de software, especialistas em UI/UX (*User Interface and User Experience*), dentre outras.

O autor principal deste artigo foi convidado a projetar e ministrar o curso, uma vez que as instituições envolvidas não encontraram outros instrutores com a expertise necessária para o projeto. O próprio autor, apesar de já ter trabalhado com Pessoas com Deficiência (PCDs) em sua vida acadêmica, constatou os desafios iniciais ao conceber o projeto.

Tratava-se de um curso totalmente a distância, realizado de forma síncrona, dadas as restrições impostas pela pandemia da Covid-19. Tais aspectos levaram o curso a ser

ofertado para todas as regiões do Brasil, desde que alguns requisitos básicos fossem atendidos por parte dos participantes.

3.1. Requisitos Básicos e Aspectos Tecnológicos

Para participar do curso, o surdo deveria atender aos seguintes pré-requisitos básicos:

- Possuir um computador (notebook ou desktop) com acesso à Internet de boa qualidade, a partir do qual fosse possível assistir às aulas e desenvolver as atividades propostas;
- Ser oralizado na língua portuguesa, de forma que fosse possível a leitura de materiais de apoio e pesquisas sobre tecnologias indicadas durante o curso;
- Conhecer basicamente um computador, como acessar uma conferência síncrona na Web e interagir com vídeo, o que também exigiu a existência de uma câmera em seu computador;
- Ser capaz de se comunicar com LIBRAS.

O curso aconteceu na plataforma Zoom, devido ao fato de a empresa mantenedora do curso ter larga experiência em soluções acessíveis e afirmar de forma empírica que tal solução era a mais adequada para a realização de eventos virtuais para a comunidade surda.

Para apoio do curso e tradução simultânea, considerando que o instrutor não é fluente em LIBRAS, foram destacados três intérpretes que se revezavam em suas atividades.

3.2. Concepção

O curso foi concebido para uma turma de até 15 pessoas, com carga horária de 150 horas, para estudantes não formados na área de computação. O programa básico envolvia a apresentação dos fundamentos da computação, sem a necessidade de adentrar em aspectos de programação de computadores e desenvolvimento de software.

É preciso considerar que a educação de surdos deve ser marcada pelo uso da visibilidade, pela interação em LIBRAS e pela vivência da cultura surda (Karnopp et al. 2022). O fato do tamanho da turma ser relativamente contribuiu para o processo de comunicação no curso, com apoio dos intérpretes.

Até o presente momento duas turmas foram lançadas para este projeto. A primeira teve aulas ininterruptas, durante 25 dias seguidos, das 07:00 às 13:00, totalizando 6 horas diárias. A segunda turma teve aulas esparsadas em três meses, com aulas de duas horas nas segundas, quartas e sextas, de 09:00 às 11:00, e tira-dúvidas de 10:00 às 11:00 nas terças e quintas-feiras. Os resultados e implicações da mudança são debatidos mais a frente, na seção de discussão de resultados.

3.3. Avaliação Diagnóstica Inicial e Desenvolvimento

O projeto de curso inicial com uma avaliação diagnóstica inicial, de forma a ser possível para o instrutor, conhecer a turma e mensurar seus conhecimentos prévios em computação. Da mesma maneira, tal avaliação serviu para inaugurar o processo de comunicação com apoio dos intérpretes, fundamental para o bom desenvolvimento do projeto.

Seguindo os fundamentos do que pressupõe o Pensamento Computacional, os estudantes foram apresentados a conceitos essenciais da computação a partir da

programação em blocos. Num primeiro momento, trabalhou-se a percepção de que a atividade de programar está dentro do cotidiano dos alunos, independente da sua condição de surdos. Todos eles, sem exceção, utilizam programação em seu dia-a-dia.

As plataformas utilizadas para a programação em blocos foram a micro:bit Make-Code, da Microsoft (Microsoft 2022) e a Blockly (Google 2022), da Google.

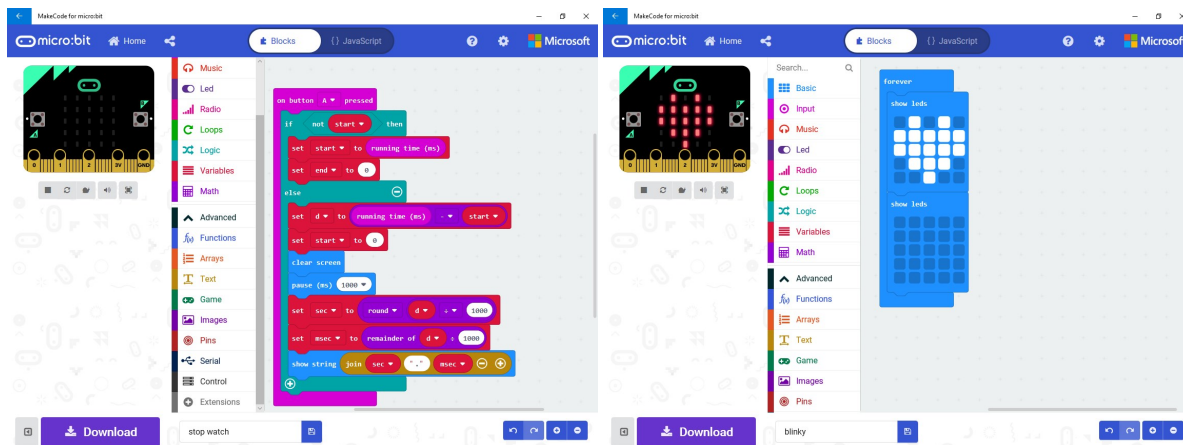


Figure 1. Programando em blocos com o micro:bit Make Code.

Enquanto a plataforma utilizada da Microsoft (1) pode ser integrada a uma placa externa para interação, a plataforma da Google (2) permite a criação de jogos a partir dos blocos, o que proporciona a interação dos alunos no próprio navegador de Internet.

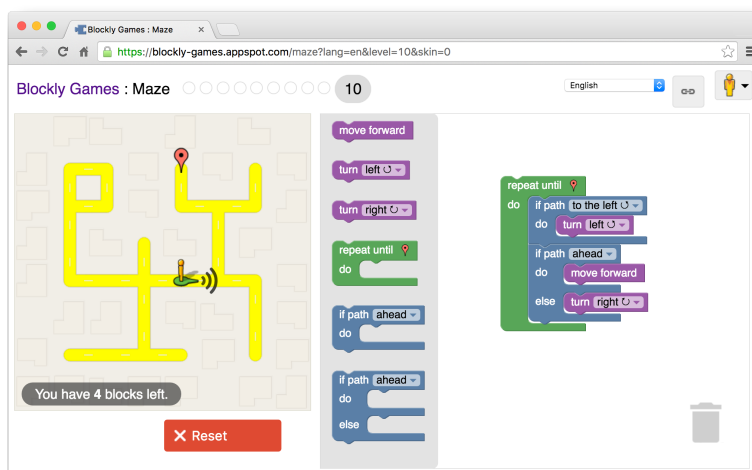


Figure 2. Programando em blocos com o Blockly.

Devido à formação pretender introduzir conceitos iniciais de Desenvolvimento Web para os alunos, tais plataformas foram selecionadas por permitirem a programação em blocos e sua posterior tradução simultânea em código Javascript, linguagem utilizada de forma global para desenvolver soluções para Internet.

Com os conceitos básicos de programação consolidados a partir dos trabalhos com blocos, o curso evoluiu para o entendimento do funcionamento da Internet e de algumas tecnologias utilizadas para desenvolver soluções web, como HTML, CSS e Javascript.

Esta segunda metade do curso promoveu a compreensão do estudante como programador a partir dos conceitos universais aprendidos inicialmente. Técnicas como controle de versões, criação de sites e portfólios web e publicação de sites foram incorporadas também às atividades dos estudantes.

Um ponto importante a se contemplar é a avaliação do estudante durante o processo, o que será feito a seguir na seção de discussão de resultados. Porém, é preciso salientar nesta etapa metodológica que trata-se de um curso de formação continuada informal, sem relação com a educação superior ou profissionalizante, o que torna o processo de avaliação singular.

3.4. Conclusão e Avaliação Final

Ao final do curso, os alunos devem ser capazes de construir soluções web a partir das tecnologias aprendidas e publicá-las como um portfólio de trabalhos, em suas redes de contatos virtuais. Além disso, um formulário de diagnóstico final foi apresentado ao estudante, para que contribuísse com as próximas versões do curso.

Os alunos que frequentaram mais de 75% do curso e entregaram as devolutivas das atividades desenvolvidas tiveram sua aprovação e certificação, bem como foram encaminhados a um *pool* de profissionais disponíveis no mercado, de forma a se realizar uma conexão com o mercado de trabalho que, como introduzido neste artigo, carece de mão de obra especializada na área de TI.

4. Discussão dos Resultados

Duas turmas foram lançadas até o presente momento do curso de **Pensamento Computacional e Desenvolvimento Web** para surdos. Na turma 1, dos 15 surdos inscritos, 13 concluíram o curso, participando da integralidade das aulas. Na turma 2, dos 15 surdos inscritos, apenas 4 concluíram o curso, participando de todas as aulas.

O diagnóstico inicial destas turmas contemplou os seguintes questionamentos, a partir de formulário online por eles preenchido:

1. Você trabalha com computadores no seu cotidiano?
2. Qual atividade você desempenha no seu local de trabalho?
3. Você já trabalhou com programação de computadores?
4. Se sim, quais linguagens de programação você conhece?
5. Você acredita que saber programar ajudará você a conquistar uma posição melhor no mercado de trabalho?
6. Você conhece a língua inglesa?
7. Se sim, como você classifica sua capacidade de leitura em inglês?
8. Qual a sua expectativa em relação ao curso?

Todos os alunos das duas turmas responderam os questionários de diagnóstico, demonstrando, inicialmente, sua capacidade de leitura e escrita em língua portuguesa.

Para a pergunta 1, todos os surdos da turma 1 e da turma 2 responderam que utilizam computadores no dia a dia, seja para estudo ou trabalho. Porém a pergunta 2 traz que a maioria dos alunos (11 de 15 para a turma 1 e 10 de 15 para a turma 2) não desempenham atividades com computadores em seu ambiente de trabalho, o que

O fato de o micro:bit MakeCode e a Blockly já gerarem o código Javascript diretamente a partir dos blocos favoreceu intensamente a mudança do gráfico para o código, de forma que, quando não se sabia escrever um código específico da linguagem Javascript, era possível gerá-lo a partir do correspondente em blocos.

À medida que avançaram nos estudos, foi possível introduzir ferramentas de controle de versão, tais como o GIT e o Github para que um portfólio fosse construído, culminando na sua publicação na Internet, a partir dos conhecimentos construídos coletivamente. Ambas as turmas, 1 e 2, alcançaram esta etapa.

Um aspecto fundamental do processo de ensino-aprendizagem foi a comunicação durante as aulas, via ferramenta Zoom. Exemplos de momentos de aula das turmas 1 e 2 podem ser vistos nas figuras 5-a e 5-b (inicialmente ocultadas por questões de *blind review*), respectivamente.

Todo processo de comunicação foi mediado pelos intérpretes de LIBRAS, que precisaram se atualizar constantemente quanto aos sinais específicos a área tecnológica. Para tal, grupos de colaboração foram formados entre professor e intérpretes, todos ouvintes, permitindo então uma comunicação síncrona cada vez mais eficiente entre aluno surdo e professor ouvinte.



Figure 4. Processo de comunicação durante o curso.

Ainda foi utilizado, como recurso de muita importância, o Fórum de Estudos Surdos na Área de Informática (FESAI) (FESAI 2022) que tem por objetivo:

- Analisar pesquisas existentes sobre sinais na área de informática;
- Interpretar conceitos novos e já utilizados na área de informática e identificar sua relação com o sinal criado ou existente;
- Exemplificar com vídeos os sinais da área de tecnologia para que sujeitos surdos possam utilizar em seu dia-a-dia;
- Especificar sinais novos e existentes em linguagem de programação, recursos tecnológicos, sistemas operacionais e diversos recursos tecnológicos.

Durante o curso, intérpretes, professor e alunos passaram a participar ativamente na comunidade da FESAI a partir das redes sociais, consumindo e levantando questões inerentes à construção da cultura surda em torno da TI.

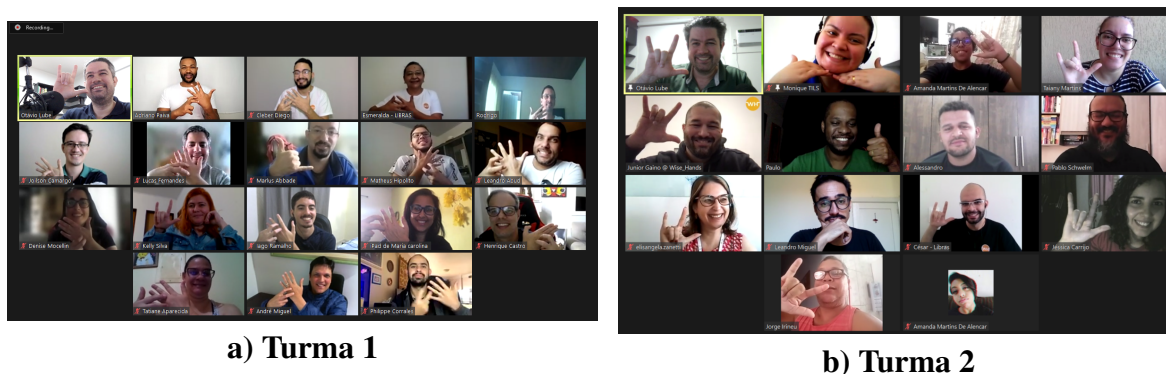


Figure 5. Alunos das turmas 1 e 2 do projeto em aula síncrona via Zoom. As imagens foram omitidas por questões de *blind review*.

A avaliação final do curso consistiu na assiduidade dos alunos, que deveria ser maior que 75% e na entrega de um projeto final publicado na Internet. Na turma 1, 13 dos 15 alunos alcançaram o final da formação. Na turma 2, apenas 4 concluíram.

Após a análise dos questionários de percepção final do curso e com a atuação da equipe de apoio pedagógico das instituições ofertantes, constatou-se que o alto índice de evasão da turma 2 ocorreu devido à indisponibilidade dos estudantes que, durante o curso, conquistaram posições melhores no mercado de trabalho, o que os impossibilitou de assistirem as aulas de forma síncrona. Um aspecto relevante de se mencionar é que todas as aulas foram gravadas e disponibilizadas em plataforma específica, proporcionando aos alunos, concluintes ou não, um repositório de aulas a serem consultadas sempre que necessário.

5. Considerações Finais

A formação em **Pensamento Computacional e Desenvolvimento Web** já possui mais de 300 inscritos surdos interessados Brasil afora. Para as próximas turmas, é essencial que os estudantes atendam os requisitos básicos apresentados na Seção 2. Uma dificuldade inicial encontrada foi a indisponibilidade de computadores pessoais (notebooks e desktops) para realização do curso e suas atividades: alguns alunos tentaram estudar de seus celulares, o que se demonstrou inviável.

Um grande desafio encontrado consistiu o processo de comunicação via plataforma virtual. O Zoom se demonstrou uma ferramenta poderosa, com recursos de acessibilidade notáveis, tais como compartilhamento de tela, possibilidade de controle da tela do estudante (o que facilitou a correção e constatação de *bugs* de código, na evolução do curso) e também de desenho na tela. Esta última se mostrou uma ferramenta poderosa para destacar elementos de forma visual, uma vez que os alunos surdos utilizam este sentido como principal forma de interação.

Os intérpretes revesavam para que o curso não se torna-se cansativo, tanto para eles, quanto para os estudantes. Mesmo assim, o processo de avaliação da aprendizagem exigiu atenção especial no perceber a partir do fazer. O professor conseguia constatar se um conceito era corretamente assimilado a partir do fazer do aluno.

Em uma perspectiva macro do processo, professor e aluno constroem o conhecimento de forma coletiva, com o apoio do intérprete. À medida que o curso avança, os

próprios intérpretes, que não são da área de computação, são capazes de apoiar o professor nas principais dúvidas dos alunos. Da mesma forma, o professor, ao imergir na cultura surda, começou a perceber seus valores e, ao final do curso, já era capaz de compreender as perguntas dos alunos sem a necessidade do intérprete. A evolução deste processo de comunicação fez com que, ao final do curso, as aulas corressesem de maneira natural.

Diversos surdos foram contratados em grandes empresas de TI no Brasil, com iniciativas próprias de inclusão de profissionais e formação continuada. Atualmente, as turmas 1 e 2 se juntaram e cursam uma formação em desenvolvimento *mobile* com Javascript.

5.1. Trabalhos futuros

Assim como em (Teran et al. 2019), os autores deste artigo coordenam um projeto de extensão com o objetivo de construção de uma plataforma para o apoio à aprendizagem de programação para surdos. O título do projeto e mais detalhes do mesmo serão ocultados nesse primeiro momento por questões de *blind review*.

Os agradecimentos aos apoiadores do projeto também serão, nesse momento, ocultados por questões de *blind review*.

References

- [Araujo et al. 2020] Araujo, K. R. P., Neto, H. J. B., and Teixeira, O. N. (2020). Navegando no mundo do pensamento computacional. In *Anais dos Workshops do IX Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2020)*, pages 219–225, Natal/RN, Brasil.
- [Boscarioli et al. 2015] Boscarioli, C., Galante, G., Oyamada, M., Zara, R., and Vilwock, R. (2015). Aluno surdo na ciência da computação: Discutindo os desafios da inclusão. In *Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 178–187, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Bússola 2021] Bússola (2021). Falta de profissionais em ti pode chegar a 70 mil anuais, diz estudo. <https://encurtador.com.br/fmxKY>.
- [de Santana and Santos 2021] de Santana, B. S. and Santos, J. A. M. (2021). Pensamento computacional para alunos do ensino básico do sertão baiano. In *Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola (WIE 2021)*, pages 01–10, Online, Brasil.
- [FESAI 2022] FESAI (2022). Fesai - fórum de estudos surdos na Área de informática. <https://www.fesai.com.br/>.
- [Freitas 2021] Freitas, K. (2021). Dia internacional da linguagem de sinais procura promover a inclusão de pessoas surdas. <https://encurtador.com.br/hsJNP>.
- [Google 2022] Google (2022). Blockly. <https://developers.google.com/blockly/>.
- [IBGE 2021] IBGE (2021). Ibge - instituto brasileiro de geografia e estatística. <https://www.ibge.gov.br/>.
- [Karnopp et al. 2022] Karnopp, L. B., Branco, B. d. S., and Pokorski, J. d. O. (2022). Visualidade e literatura em diálogo: bases para uma educação bilíngue de surdos. *Martins, Vanessa Regina de Oliveira; Torres, Regina Célia; Nichols, Guilherme (Orgs.).# CasaLibras–Educação de surdos, Libras e infância: ações de resistências educativas na pandemia da Covid-19. São Carlos: Pedro & João Editores, 2022. p. 143-162.*

- [Microsoft 2022] Microsoft (2022). micro:bit makecode. <https://www.microsoft.com/en-us/makecode>.
- [Presotto and Kaster 2021] Presotto, C. A. and Kaster, D. S. (2021). O status atual do ensino do pensamento computacional no estado do paraná. In *Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola (WIE 2021)*, pages 287–296, Online, Brasil.
- [Santana and Sofiato 2018] Santana, R. S. and Sofiato, C. G. (2018). O estado da arte das pesquisas sobre o ensino de ciências para estudantes surdos. *Práxis Educativa*, 13(2):596–616.
- [Strobel 2009] Strobel, K. (2009). História da educa o de surdos. <https://encurtador.com.br/yAW69>.
- [Teran et al. 2019] Teran, L. A., Oliveira, F. P., Pires, Y. P., and Faro, R. A. O. (2019). Elis: Uma ferramenta inclusiva para o ensino de lógica de programa o aos surdos. In *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola (WIE 2019)*, pages 1024–1033, Brasília/DF, Brasil.
- [Wing 2006] Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49:33–35.