

Diagrama Tátil: Uma Abordagem de Ensino de Banco de Dados para Pessoas com Deficiências Visuais Através da Pesquisa-Ação

Amanda Klein¹, Bárbara P. Caetano², Huandy C. de Camargo¹,
Gabriel C. Fornitano¹, Rafael de M. D. Frinhani¹, Melise M. V. de Paula¹

¹Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Caixa Postal 50-37500-903 – Itajubá – MG – Brasil

²Programa de Engenharia de Sistemas e Computação (PESC / COPPE)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
21941-914 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

{amandaklein, d2022004823, d2021009763, melise,
frinhani}@unifei.edu.br, bpimentacaetano@cos.ufrj.br

Abstract. *This research addresses the need for inclusion in database teaching, with a focus on making Entity-Relationship Model (MER) diagrams accessible to people with visual impairments. Through the implementation of a tactile diagram developed based on action research, this research sought to meet the specific needs of these students. Thus, the results revealed that the tactile diagram proved to be effective in increasing inclusion by offering people with visual impairments a tool to understand visual database concepts. Furthermore, close collaboration with the users themselves during the process contributed to a truly user-centric creation.*

Resumo. *Esta pesquisa aborda a necessidade de inclusão no ensino de banco de dados, com foco em tornar o processo de modelagem mais acessível às pessoas com deficiência visual. O foco do trabalho é a etapa do projeto conceitual do banco de dados, mais especificamente a elaboração do Modelo Entidade Relacionamento (MER). Por meio da implementação de um diagrama tátil desenvolvido com base na pesquisa-ação, esta pesquisa buscou atender às necessidades específicas desses estudantes. A ferramenta tátil desenvolvida foi avaliada durante o uso e de uma entrevista final. Os resultados revelaram que o diagrama tátil foi adequado para promover a inclusão, oferecendo às pessoas com deficiência visual uma ferramenta para compreender conceitos visuais de banco de dados. Além disso, a colaboração estreita com os próprios usuários durante o processo contribuiu para uma criação verdadeiramente centrada no usuário.*

1. Introdução

A acessibilidade e a inclusão desempenham um papel fundamental na construção de uma sociedade verdadeiramente equitativa e justa, tornando-se mais necessárias a cada dia de forma a resultar em oportunidades para todos. Na área de tecnologia, mais especificamente, no ensino da computação, garantir que todas as pessoas tenham acesso igualitário às informações e aos recursos é essencial, conforme observado por [Torres 2020].

Em relação aos alunos com deficiência visual, há muitas barreiras significativas que precisam ser enfrentadas na busca por compreender conceitos complexos, onde são necessárias informações visuais [Sanavria et al. 2023]. Um exemplo que pode ser considerado nesse contexto é o projeto conceitual de um banco de dados. Nesta etapa, o objetivo é definir quais dados deverão ser armazenados e como esses dados se relacionam. O produto final desta etapa é o modelo conceitual. Comumente, o Modelo Entidade-Relacionamento (MER) é utilizado nesta etapa do projeto para permitir um maior entendimento desses dados. Contudo, na elaboração do MER, o resultado é apresentado como um diagrama no qual os dados são associados a diversos elementos gráficos como retângulos, losangos e linhas. Essa característica do modelo exige algum esforço para a interpretação visual, dificultando muito o aprendizado de pessoas com algum nível de cegueira [Sanavria et al. 2023]. Nesse sentido, é imprescindível a adaptação de materiais e das aulas. Entretanto, há uma dificuldade em adaptar esses modelos visuais, visto que precisam ser explorados os outros sentidos do estudante, como tato e audição.

Apesar de ser visível a necessidade de pesquisas e criação de abordagens para solucionar o problema, não foi possível encontrar na literatura, trabalhos com foco no ensino do MER, em banco de dados. Contudo, há trabalhos relacionados, cuja proposta foi a criação de materiais táteis e/ou sonoros para auxiliar no estudo de diagramas em UML (*Unified Modeling Language*), conceito que se assemelha ao MER e outros modelos, como em [Sanavria et al. 2023] e [King et al. 2004], podendo ser utilizado como referência e impulso para a criação de soluções visando outras disciplinas e tópicos.

Dessa forma, reconhecendo a importância da participação ativa dos próprios usuários no processo de concepção e avaliação de tecnologias assistivas [Bastos et al. 2020], optou-se por usar a pesquisa-ação como abordagem metodológica envolvendo as partes interessadas, ou seja, pessoas com deficiência visual, professores e pesquisadores. Portanto, ao incorporar os princípios da pesquisa-ação, visou-se coletar ideias e diretrizes cruciais diretamente dos usuários do diagrama tátil, garantindo assim uma abordagem centrada no usuário na concepção e aprimoramento.

O objetivo principal do artigo é descrever o processo de concepção e avaliação do diagrama tátil projetado para pessoas com deficiência visual no ensino de banco de dados, buscando promover a inclusão no ensino de banco de dados. Além disso, serão descritas as características do método de pesquisa-ação utilizado e como estas foram aplicadas no processo, evidenciando a importância do envolvimento de todos os participantes no contexto na pesquisa.

Em virtude disso, seguindo os preceitos metodológicos da pesquisa-ação, foi estabelecido um ciclo de atividades que compreendeu em um conjunto de etapas, iniciando-se com reuniões voltadas para a concepção e aprimoramento de ideias. A partir destes encontros, protótipos do diagrama tátil foram criados e subsequentemente validados, considerando as contribuições e *feedbacks* dos participantes. Ainda, simultaneamente, durante as aulas, foi realizada a avaliação contínua do uso do diagrama no processo de ensino-aprendizagem. Por fim, uma fase de análise qualitativa foi concebida por meio de uma entrevista, visando avaliar os resultados obtidos.

2. Trabalhos Relacionados

Buscando métodos para ensinar modelagem UML, [Brookshire 2006] descreve uma abordagem para estudantes com deficiência visual, envolvendo o uso de materiais táteis, como cartões e alfinetes, para criar diagramas de classe em uma superfície de papelão espessa. Os estudantes com deficiência visual usavam o *software Microsoft Word* para inserir os atributos das classes, enquanto os estudantes sem deficiência visual usavam o *software Visio*. Os resultados mostraram que a qualidade dos diagramas criados pelos estudantes com deficiência visual foi semelhante a dos estudantes sem deficiência visual. Assim, [Brookshire 2006] concluiu que o método foi adequado para permitir que estudantes com deficiência visual participassem de projetos em equipe e aprendessem técnicas importantes de diagramação.

Da mesma maneira, [Doherty and Cheng 2015] apresenta o projeto PRISCA, cujo objetivo é desenvolver uma solução para tornar a modelagem UML acessível para pessoas com deficiência visual. O método utilizado envolve a criação de uma ferramenta que gera representações táteis em 3D de diagramas UML, permitindo que usuários com deficiência visual possam interagir com esses diagramas de forma mais efetiva. Além disso, o artigo discute os desafios enfrentados por pessoas com deficiência visual ao tentar entender diagramas gráficos complexos e apresenta exemplos de como a ferramenta PRISCA pode ajudar a superar esses desafios. O resultado é uma solução que pode ajudar a tornar a modelagem UML mais acessível e inclusiva para pessoas com deficiência visual.

[More et al. 2018] buscou desenvolver uma aplicação interativa de baixo custo para ajudar crianças cegas a aprender. Seu método envolve o processamento de imagens e tecnologia OCR para converter texto em braile e áudio. A aplicação desenvolvida neste artigo é uma plataforma interativa que utiliza gráficos táteis e reconhecimento de voz para ajudar crianças cegas a aprender, fornecendo pistas de voz para o usuário, que deve então identificar o gráfico tátil correspondente e fornecer uma entrada tátil. Esta, é detectada por meio de uma câmera conectada ao sistema e, se correta, a aplicação reconhece a resposta e passa para a próxima pista. A aplicação também inclui módulos para matemática e jogos de tabuleiro. Os resultados mostram que a aplicação é eficaz na redução de custos de educação para crianças cegas e pode ser adaptada para uso em outros países com desafios semelhantes.

Também, [King et al. 2004] apresenta o sistema TeDUB, que tem como objetivo tornar os diagramas UML acessíveis para engenheiros de software cegos, utilizando diferentes interfaces e técnicas de representação, como áudio, texto e *joystick*. [King et al. 2004] descreve o processo de desenvolvimento do sistema e os resultados de uma avaliação realizada com usuários cegos. Os resultados indicaram que os usuários tiveram uma boa experiência com o sistema, mas apontaram algumas limitações, como a necessidade de ordens variáveis de nós e a dificuldade de discriminar entre nós conectados. O artigo conclui que o TeDUB tem potencial para ser uma ferramenta útil para engenheiros de *software* cegos, mas que ainda há espaço para melhorias e desenvolvimento futuro.

Dessa forma, em [Brookshire 2006], [Doherty and Cheng 2015], [More et al. 2018] e [King et al. 2004] foram sugeridas soluções para incluir as pessoas com deficiência visual com a adaptação de materiais visuais, buscando tornar acessíveis os conteúdos acessados pelos alunos. Além disso, [Brookshire 2006],

[Doherty and Cheng 2015], [More et al. 2018] e [King et al. 2004] estudaram soluções táteis, em diferentes abordagens e indicaram, pelos seus resultados, que as soluções foram adequadas, apesar de ainda ser necessário mais desenvolvimento desta área, como ressalta [King et al. 2004].

3. Metodologia

Pensando no objetivo e no quão individuais podem ser a visão dos envolvidos no projeto, a pesquisa-ação foi utilizada para desenvolver uma abordagem centrada no usuário, atendendo o máximo possível de suas necessidades. Dessa forma, nesta seção, será descrita a pesquisa-ação e como foi aplicada neste trabalho, detalhando os participantes envolvidos, o contexto da pesquisa, o processo do ciclo de pesquisa-ação, os materiais de dados utilizados e como foram coletados.

A pesquisa-ação é um método de pesquisa qualitativo que envolve a colaboração entre pesquisadores e participantes para identificar e solucionar problemas práticos em um determinado ambiente e contexto, visando melhorar a qualidade e compreensão do fenômeno estudado [Tripp 2005]. De acordo com [Tripp 2005], a pesquisa-ação é caracterizada por ser um processo cíclico que possui quatro fases principais: planejamento, ação, observação e reflexão; sendo adicionada a fase de diagnóstico em alguns estudos [Filippo 2011].

A pesquisa-ação possui diversas vantagens, sendo algumas delas a participação ativa dos envolvidos. Essa característica permite que os usuários da solução façam parte do processo de pesquisa, o que pode aumentar a motivação e o engajamento. Outro aspecto importante é a relevância prática, por focar na qualidade e compreensão do problema, os resultados do estudo são diretamente relevantes para o contexto em que se aplica. A flexibilidade é outra vantagem, pois a pesquisa-ação pode ser adaptada e utilizada em diversos contextos de pesquisa. Finalmente, pode-se citar sua característica cíclica, que permite aos envolvidos no projeto terem *feedback* contínuo sobre o processo e ajustar as ferramentas e técnicas conforme necessário [Thiollent 2011].

3.1. Participantes e Contexto

Antes de descrever as etapas realizadas, é necessário caracterizar os participantes. A pesquisa foi realizada por um grupo composto de seis integrantes associados a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), instituição de ensino superior. Mais precisamente, o grupo incluiu dois professores do Instituto de Matemática e Computação (IMC), que haviam participado de um curso voltado para inclusão de pessoas com deficiência visual, P1 e P2. Já o corpo discente foi representado por três alunos de graduação: uma aluna do curso de Sistemas de Informação, pessoa com deficiência visual, que seria aluna dos professores participantes (A1); um estudante do curso de Ciência da Computação, que atuava como investigador, tendo desempenhado a função de monitor da aluna cega no semestre anterior (A2); e uma aluna do curso de Ciência da Computação, realizando o trabalho final de graduação baseado no estudo (A3). Ademais, uma aluna de doutorado (A4) participou de todas as etapas e processos da pesquisa, auxiliando no que fosse necessário.

Nesse sentido, é essencial enfatizar que P1 e P2 ministraram ou estavam designados a ministrar aulas a todos os alunos envolvidos no estudo, estabelecendo uma relação direta com o escopo da investigação e contribuindo no aperfeiçoamento do artefato. Em

relação aos discentes envolvidos, A1, A2 e A3 também pertenciam ao IMC e tinham conhecimento da estrutura curricular e ementa da disciplina, já que haviam cursado esta com a professora P1, em semestres anteriores. Ainda, A1 contribuiu testando e avaliando o diagrama tátil, além de sugerir mudanças e melhorias; A2, por ser monitor, tinha conhecimento de necessidades vindas da deficiência visual de A1, auxiliando na criação e aperfeiçoamento do artefato; A3 e A4, com conhecimento da disciplina e registrando o andamento da pesquisa, buscaram padronizar o processo de criação, assim como o desenvolvimento do diagrama, a coleta de informações e na análise dos resultados. Por fim, a contribuição de cada participante assegurou a qualidade da ementa, garantindo o aprendizado dos demais discentes durante a inserção do artefato nas aulas.

Já no que se refere ao contexto onde se insere a pesquisa, às vésperas do início do segundo semestre acadêmico, os docentes envolvidos se viram diante da necessidade de adaptar seus materiais didáticos, considerando que iriam ministrar aulas destinadas a uma aluna com deficiência visual durante o referido período letivo. Assim, esta circunstância apresentou um desafio substancial no que tange à transmissão de conteúdos predominantemente gráficos e informações visuais, especialmente no caso dos diagramas. Nesse sentido, a preocupação central era a abordagem didática do Modelo Entidade Relacionamento e o diagrama correspondente, fundamentais no contexto de banco de dados, como citado anteriormente. Logo, surgiu a proposta de instituir um grupo de pesquisa direcionado para encontrar uma solução que facilitasse a compreensão dos diagramas por parte da aluna com deficiência visual.

3.2. Ciclo de Pesquisa-Ação

Nesta pesquisa, como dito anteriormente, a abordagem da pesquisa-ação desempenhou um papel central na condução do estudo, sendo empregada para facilitar a participação ativa e colaborativa das partes interessadas, particularmente das pessoas com deficiência visual, no processo de desenvolvimento do diagrama tátil. Dessa forma, o ciclo de pesquisa-ação compreendeu as quatro fases citadas, começando pelo planejamento.

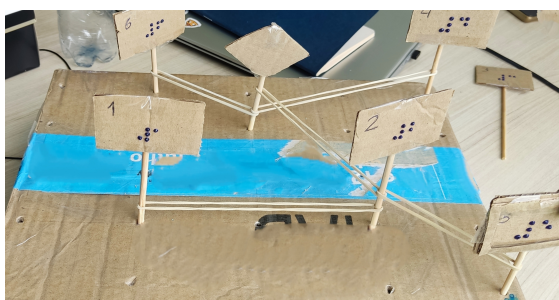
Segundo [Tripp 2005], esta fase inicial concentra-se na identificação do problema ou desafio a ser abordado. Mais precisamente, os pesquisadores e os participantes envolvidos na pesquisa identificam o problema, estabelecem objetivos e metas para a ação, e desenvolvem um plano de ação para lidar com a situação identificada. Nesse sentido, no estudo, a fase de planejamento envolveu a identificação dos possíveis desafios e necessidades enfrentados pelas pessoas com deficiência visual no entendimento dos conceitos de banco de dados por meio de diagramas tradicionais. Assim, foram realizadas as primeiras reuniões visando compreender os trabalhos existentes na literatura e, também, verificar quais opções estariam dentro das possibilidades da instituição e dos professores envolvidos.

A primeira constatação foi a necessidade de explorar outros sentidos da discente para ser possível à aluna ter uma percepção dos elementos do modelo. O sentido escolhido foi o tato. Conforme as ideias e objetivos estabelecidos, foi elaborado o projeto de um diagrama tátil com as seguintes características: as entidades fortes seriam representadas por retângulos, com uma identificação de 1 a 9 escrita também em braile; as entidades fracas seriam retângulos, com molduras em relevo, diferenciando-se das entidades fortes, também identificadas de 1 a 9; para representar relacionamentos ternários,

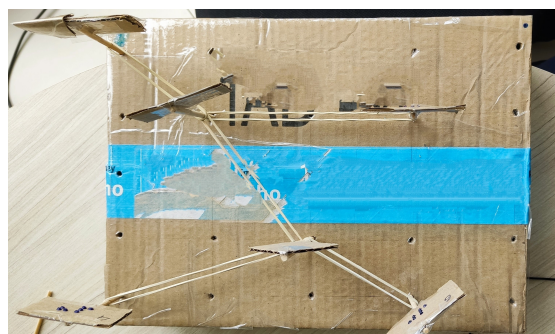
seriam utilizados losangos no centro do relacionamento ligando as três entidades. Além disso, foi definido que o diagrama teria uma base perfurada, onde seriam encaixadas cada peça (retângulo ou losango) a partir de uma haste, buscando flexibilidade no momento da aula, permitindo o desmonte e criação de qualquer modelo em pouco tempo. Os atributos das entidades cardinalidades dos relacionamentos não seriam representados nessa versão.

Durante a fase de ação, o plano concebido na etapa de planejamento deve ser implementado. Em outras palavras, nesta etapa, as estratégias e intervenções planejadas são postas em prática para lidar com o problema identificado, sendo aplicadas as mudanças ou intervenções para gerar impacto e resolver o problema em questão ([Tripp 2005]). Nesse contexto, esta fase envolveu a criação de um protótipo que pudesse ser um facilitador, tanto para o aluno com deficiência visual, quanto para o professor, na concepção do artefato. Assim, após agrupar todas as ideias discutidas nas reuniões, foi construído o diagrama tátil exibido na Figura 1a. A base foi construída com uma caixa de papelão, com uma placa de isopor perfurada em seu interior. Já os losangos e retângulos, que representam as entidades, foram confeccionados com palitos de madeira, papelão e fita adesiva, sendo utilizada cola colorida com relevo para marcar os identificadores de cada entidade em braile. Além disso, para os relacionamentos foram utilizados elásticos que conectavam uma entidade a outra, como pode ser observado na Figura 1b. Em seguida, a aluna A1 validou o protótipo e sugeriu melhorias a partir de suas observações. Foram implementadas as seguintes mudanças:

- **Posicionamento das entidades:** a frente do retângulo que representa cada entidade era posicionada perpendicular à base e passou a ficar paralela, buscando facilitar a leitura do identificador escrito em braile;
- **Altura da base:** a altura da base foi diminuída para facilitar a manipulação dos objetos que seriam conectados;
- **Distância das entidades à base:** o tamanho da haste que conectava os retângulos à base precisou ser aumentado.



(a) Visão frontal do protótipo do diagrama tátil. Fonte: Autoral.

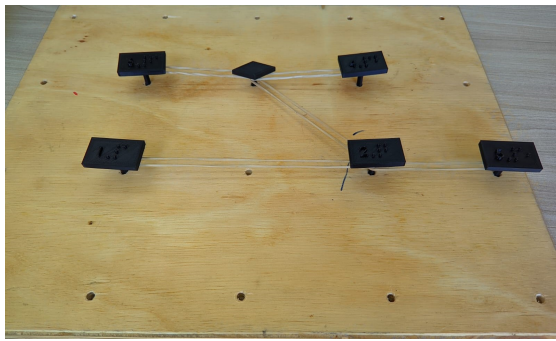


(b) Visão superior do protótipo do diagrama tátil. Fonte: Autoral.

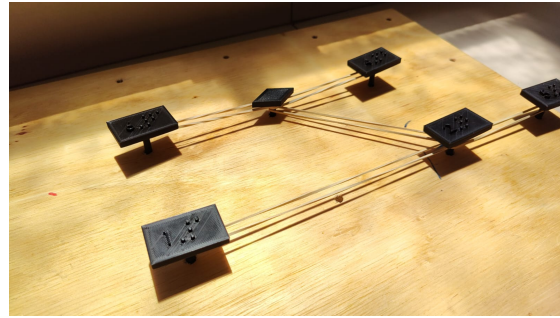
Figura 1. Descrição geral das imagens.

Depois de uma experiência da discente A1 com o protótipo, o diagrama tátil foi confeccionado. Sua base foi construída em madeira e as entidades e outros componentes em plástico, por meio de impressão 3D. As alterações e materiais podem ser observados em mais detalhes nas Figuras 2a e 2b.

Na fase de observação, são coletadas informações, registros e áudios sobre o que está ocorrendo durante a implementação das ações planejadas ([Tripp 2005]). O diagrama



(a) Visão frontal do segundo protótipo do diagrama tátil. Fonte: Autoral.



(b) Visão superior do segundo protótipo do diagrama tátil. Fonte: Autoral.

Figura 2. Descrição geral das imagens.

tátil foi utilizado durante as aulas da disciplina de Banco de Dados e a observação ficou sob a responsabilidade do docente. Além disso, foram realizadas três reuniões da equipe, nas quais houve discussões sobre algumas atividades e como poderiam ser executadas durante as aulas. Tudo foi registrado a partir de anotações.

Conforme mencionado anteriormente, alguns elementos do MER não foram representados no diagrama tátil. Os atributos, entidades associativas e cardinalidades não foram considerados devido à limitação do espaço de trabalho disponível durante as aulas e o tempo maior que seria destinado à montagem de cada modelo no objeto. Dessa forma, foi necessário definir uma estratégia que complementasse o artefato tátil. Para isso, foi sugerido que: associado ao modelo, fosse criado um texto descritivo, associando cada entidade aos seus respectivos atributos e cada relacionamento às suas cardinalidades (atributos quando fosse o caso). Por fim, é importante relatar que foi definida uma notação que deveria ser utilizada durante atividades e provas pelo discente e quanto pela docente, antes e durante as aulas, tornando-se uma linguagem comum a todos os participantes.

Na fase de reflexão, ainda de acordo com [Tripp 2005], os participantes revisam e refletem sobre os resultados da ação. Em outros termos, esta etapa permite analisar e interpretar os dados coletados na fase de observação. Desta forma, devem ser identificados pontos que funcionaram e tudo que não funcionou, e propor ajustes para futuras ações. No contexto desta pesquisa, durante a observação em sala de aula, o artefato foi analisado duas vezes por semana durante um período de 45 dias. Além disso, as reflexões também foram oriundas de uma análise qualitativa realizada a partir de uma entrevista de avaliação do diagrama, onde foram elaboradas perguntas que estão disponíveis para referência no link: <http://bit.ly/3MtA8e1>.

Logo, a partir dos materiais de dados das reuniões e das aulas, foi possível analisar e refletir sobre a eficácia e impactos do diagrama tátil no aprendizado dos conceitos que envolviam o Diagrama Entidade-Relacionamento, na disciplina de banco de dados.

4. Resultados

Nesta seção, será apresentada a análise dos dados referentes à avaliação do diagrama tátil. Esta foi feita por meio de métodos de análise qualitativa de dados, onde o material coletado foi transcrito, organizado e submetido a uma análise detalhada. O objetivo principal desta etapa foi identificar os principais aspectos relacionados ao diagrama tátil, bem como

avaliar sua eficácia como instrumento de aprendizagem.

4.1. Materiais de Dados e Coleta

Em relação aos materiais utilizados, o processo de coleta de dados consistiu em um total de seis reuniões ao longo do período entre junho e outubro de 2023. Durante esses encontros, foram conduzidos *brainstormings* e validações das ideias previamente propostas, juntamente a um esforço colaborativo para desenvolver e aprimorar o diagrama tátil. Nesse contexto, as reuniões tiveram duração média de 1 hora a 1 hora e 30 minutos, e contaram com a participação de três a cinco membros em média, cada um contribuindo de acordo com suas responsabilidades no âmbito da pesquisa. Vale ressaltar que os pesquisadores P1 e A3 estiveram presentes em todas as conversas, registrando os resultados.

Embora todas as informações discutidas nas reuniões façam parte dos materiais de dados, por se tratarem de discussões informais e de *brainstorming*, as primeiras cinco reuniões não foram gravadas, sendo documentadas apenas as decisões e ideias resultantes. No entanto, a última reunião, que incluiu a entrevista de validação, foi registrada em áudio, posteriormente transcrita e está disponível para referência por meio do *link*: <http://bit.ly/3MtA8e1>. Em seguida, os dados provenientes dessas discussões foram interpretados e analisados pelos autores, empregando o método de análise qualitativa de conteúdo. Desta forma, foi realizada a codificação e comparação dos dados dentro e entre as conversas, buscando identificar padrões e tendências em relação ao material discutido, em busca de uma teoria adequada para embasar os achados da pesquisa.

4.2. Processo de Análise e Categorias

O processo de análise de conteúdo da entrevista foi realizado em três etapas: codificação descritiva da transcrição, categorização da codificação, revisão e elaboração da discussão. A codificação e categorização foram realizadas com a ajuda do *software* de análise de dados qualitativos *Taguette* [Taguette 2023], uma ferramenta gratuita e de código aberto com recursos de organização de codificação. Já a transcrição, foi realizada pela ferramenta *Speechnotes* [Speechnotes 2023], um *site* pago que realiza transcrições automáticas de arquivos de áudio e gravações.

Na segunda etapa, os códigos descritivos e os esboços foram revisados e agrupados em categorias. Estas, foram definidas a partir dos padrões de respostas das perguntas e de seus significados em relação à avaliação de eficácia do diagrama tátil. Dessa forma, a partir da transcrição, foi possível abstrair as seguintes categorias:

- **Características Negativas:** refere-se às características negativas do diagrama tátil (em termos de material, formato e outros aspectos físicos e de funcionamento), apontadas pelo entrevistado.
- **Características Positivas:** refere-se às características positivas do diagrama tátil (em termos de material, formato e outros aspectos físicos e de funcionamento), apontadas pelo entrevistado.
- **Entendimento do Diagrama:** relaciona os trechos da entrevista onde a aluna A1 descreve suas percepções individuais do funcionamento e características do diagrama.
- **Experiências Negativas:** esta categoria agrupa os momentos da entrevista em que foram relatadas as experiências e sentimentos negativos durante o uso do diagrama tátil, do ponto de vista da entrevistada.

- **Experiências Positivas:** esta categoria se refere aos momentos da entrevista em que foram relatadas as experiências e sentimentos positivos durante o uso do diagrama tátil, do ponto de vista da entrevistada.
- **Sugestões e Melhorias:** refere-se às sugestões e possíveis melhorias do uso e/ou diagrama tátil, relatadas pelos participantes da conversa.
- **Traços Individuais do Aluno:** refere-se às características e necessidades específicas da pesquisadora A1 que utilizou o diagrama tátil, em outras palavras, características que não são derivadas da deficiência visual.

A análise da entrevista será apresentada em sequência cronológica, sendo discutidos os relatos de acordo com suas categorias. Assim, para identificar as diferentes categorias nos trechos da conversa, será utilizada uma notação de *tag* nas citações, como foi feito em ([Ferreira et al. 2022]). As *tags* que poderão ser encontradas e suas categorias são:

- <caract. negativa> – Características Negativas
- <caract. positiva> – Características Positivas
- <entendimento> – Entendimento do Diagrama
- <exp. negativa> – Experiências Negativas
- <exp. positiva> – Experiências Positivas
- <sugestões> – Sugestões e Melhorias
- <traço individual> – Traços Individuais do Aluno

4.3. Análise e Discussões da Entrevista

A entrevista contou com a participação dos pesquisadores P1, A1, A2, A3 e A4, sendo a última reunião do ciclo de pesquisa-ação. A conversa iniciou com as percepções que a aluna A1 teve sobre o diagrama tátil, mais precisamente como ela descreveria sua função e características. Partindo desses relatos, foi possível observar que o objetivo do diagrama se mostrou completamente compreendido por A1, como a mesma explicou no trecho a seguir:

<entendimento> A1: Pelo menos para o contexto das aulas, [...] [ele] visa demonstrar, não é? Qual que é a dinâmica [...] do modelo da entidade de relacionamento, né? Como ele funciona... [...] Quais são as características dele... [...] O principal objetivo dele era tentar demonstrar como funciona o relacionamento, né? Entre entidades.

Além disso, o próximo trecho sugere que as características físicas também foram totalmente compreendidas pela aluna:

<entendimento> A1: Então aqui, para esse caso da representação das entidades, a gente tem quadrados, não, retângulos, e eles são numerados. Acredito que de 1 a 9. Ele tem um... [...] Ah... Também tem esse outro retângulo [...]. Ele tem uma leve depressão. Que esse, no caso, foi usado para representação de uma entidade fraca. [...] A1: No caso, para representar ligações entre entidades e como elas se relacionam, foram utilizados elásticos. Pra realmente [ligar] um retangulozinho no outro, né? Pra demonstrar, tipo “Ah, esses dois, essas duas entidades, por exemplo, a entidade 1 e a entidade 2 se relacionam”.

Em seguida, foi questionado sobre a experiência da aluna, durante as aulas, ao utilizar o diagrama tátil. Neste momento, houve relatos de experiências positivas, que

reforçam a eficácia do diagrama na compreensão dos conceitos envolvendo o Modelo Entidade-Relacionamento, como o trecho abaixo:

<exp. positivas> A1: Foi legal, tipo... Quando eu estava resolvendo um exercício, né? Lá em casa, depois da aula, nos estudos ali, eu conseguia imaginar, né? [...] Os relacionamentos, os elásticos, formando um relacionamento entre as entidades. Então eu conseguia visualizar isso mentalmente.

Contudo, a aluna também comentou sobre uma experiência negativa durante o uso do diagrama, onde ela sentiu dificuldade em sentir o diagrama e, ao mesmo tempo acompanhar a aula ou o texto no computador. Dessa forma, nesses momentos ela optava por utilizar apenas um tipo de material durante as explicações e exemplos. Segundo a aluna A1, a ação de ouvir o leitor de tela de seu computador, com prestar atenção na fala da professora e ainda sentir o diagrama, se torna muito confusa e prejudica seu aprendizado. Sendo assim, visto que poderia ser um problema enfrentado por outras pessoas com deficiência visual, foi sugerido, pelo aluno A2, a troca do texto descritivo do computador para o papel, em braille, buscando não ocupar um sentido com mais de uma tarefa ao mesmo tempo, conforme o diálogo abaixo:

<sugestões> A2: [...] O mesmo documento que a P1 te mandou para você entender um diagrama que ia ser explicado em sala [...], você teria ele em um papel em uma folha que você teria na sua frente, ali na mesa a todo momento.

A1: Eu acho que é interessante, sim. [...]

Outro ponto negativo comentado, em relação às características do diagrama tátil, foi o seu uso durante os exercícios e correções. Conforme o trecho de A1 abaixo, ao querer tirar dúvidas em relação aos exercícios, os diagramas eram montados e desmontados durante a explicação, o que impedia o registro para estudo e consulta, posteriormente. Nesse sentido, essa informação pressupõe que o diagrama tátil não seja tão útil durante a criação, pelos alunos, de um modelo a partir de um conjunto de requisitos.

<exp. negativas> <caract. negativas> A1: [...] E o diagrama, uma vez que você corrigiu, né? A pessoa entendeu, vai desmontar, então eu não vou ter essa atividade depois para estudo. [...]

Por fim, um dos principais pontos levantado pela aluna, durante a entrevista, foi como o diagrama tátil a fez sentir mais próxima dos outros alunos, visto que o diagrama facilita o alcance da percepção visual que é natural aos estudantes sem deficiência. Conforme a aluna comenta a seguir, quando é informado que "um retângulo se liga a outro...", sem a percepção a partir da visão, essa frase pode se transformar em diversas imagens, tornando a interpretação subjetiva e confusa. Assim, A1 comentou a importância desse recurso para os alunos com deficiência visual, o que reforça como o diagrama tátil tornou o aprendizado mais confortável e inclusivo. Ao questioná-la sobre a avaliação que daria para o diagrama, foram registradas as seguintes percepções:

<caract. positivas> A1: [...] Justamente por eu ter essa percepção do que os colegas estão vendo, né? Porque, tipo pra eles ali a entidade é o retângulo, né? Tem o as linhas representando os relacionamentos, então, tipo... Eu conseguir ter essa percepção, me fazia estar de alguma, me sentir de alguma forma mais junto da turma ali, porque eu estava... A gente estava no mesmo barco.

<exp. positivas> A1: [...] Claro, daria uma avaliação bem alta, né? Porque foi justamente o que eu tinha comentado aquela hora. Essa questão de realmente entender como que o outro aluno está vendo [...]

Ao perguntar sobre a utilidade do diagrama para outros alunos cegos, a aluna A1 reafirmou que o artefato poderia, sim, ser útil e destacou a relevância do entendimento e percepção criados pelo diagrama durante as aulas para alunos com deficiência visual.

<exp. positivas> A1: [...] São bem esses pontos, né? Que eu destaquei, a questão da representação que a gente precisa entender que uma entidade é um retângulo. A gente precisa entender, né? [...] a gente precisa ter também essa compreensão mesmo, mesmo que a gente veja o mundo de outra forma.

Por fim, foi questionada sobre a metodologia usada para a condução da pesquisa, como foi a sua experiência de colaboração nesse contexto. Nesse momento, A1 relata de forma positiva e relembra a maioria de suas experiências anteriores com materiais táteis, sugerindo, novamente, uma experiência benéfica para seu aprendizado. Essas percepções foram observadas a partir do seguinte trecho:

<exp. positivas> <traço individual> A1: [...] é uma coisa que eu nunca nunca tinha feito antes, geralmente, tipo, a experiência que eu tenho assim, de ensino médio, quando tinha [material] tátil, o negócio já chegava pronto, tipo “*Se vira do jeito que eu fiz, né? Você que se vire agora para entender*”. Então nunca tive esse entendimento do modelo, não é? Como que ele funcionava, antes de precisar utilizar, então acho que isso foi um ponto positivo.

É importante destacar a relevância do processo colaborativo e da abordagem da pesquisa-ação no aprofundamento do entendimento sobre a eficácia do diagrama tátil, especialmente para a participante A1, que possui obstáculos decorrentes da deficiência visual. Além disso, a análise qualitativa, fundamentada nos relatos da entrevista, levou a novas percepções e evidenciou a efetividade do diagrama tátil como ferramenta de aprendizagem. Nesse contexto, o envolvimento de todos os participantes ao longo do processo de pesquisa-ação foi fundamental para a construção colaborativa de conhecimento e para a adaptação bem-sucedida da ferramenta tátil.

O foco nesse processo, ao promover uma interação entre pesquisadores e participantes, buscou uma compreensão mais profunda das necessidades específicas da aluna A1. Por conseguinte, isso contribuiu para aprimoramentos no projeto e na utilidade do diagrama tátil, refletindo a importância do envolvimento ativo dos participantes, destacando a pesquisa-ação como um método adequado para desenvolver soluções inclusivas e adaptáveis no âmbito do ensino de computação, sobretudo para indivíduos com deficiência visual.

5. Conclusões

Por conseguinte, a presente pesquisa explorou a concepção e o desenvolvimento, através da pesquisa-ação, de um diagrama tátil projetado para pessoas com deficiência visual. Desse modo, partindo das percepções da aluna A1, portadora desta deficiência, foi alcançado o objetivo de facilitar e tornar mais confortável o processo de aprendizado do Modelo Entidade-Relacionamento. Podendo, também, pressupor um primeiro passo para preencher uma lacuna substancial na educação em banco de dados, tornando esses

diagramas complexos acessíveis, tangíveis e compreensíveis para uma ampla variedade de estudantes.

Além disso, foi possível concluir a importância do método de pesquisa-ação no desenvolvimento de todo o estudo. Uma vez que o diagrama objetiva atender às necessidades ao máximo de estudantes com deficiência visual, a participação de diferentes perfis de pesquisadores foi primordial para sua criação e aperfeiçoamento, já que expandiu a quantidade de percepções e experiências.

Logo, este estudo representa um passo na busca por soluções que promovam a inclusão de alunos com deficiência visual no ensino de banco de dados. Pois, ao desenvolver e avaliar o diagrama tátil, esta pesquisa sugere o potencial de adaptar ferramentas educacionais para tornar acessíveis os conceitos complexos, não apenas em banco de dados, mas também em outras áreas da computação. Dessa forma, espera-se que essa abordagem possa influenciar e inspirar pesquisas futuras, abrindo portas para a criação de mais ferramentas acessíveis e adaptáveis, criando, assim, um ambiente mais inclusivo para todos os alunos.

Referências

- King, A., Blenkhorn, P., Crombie, D., Dijkstra, S., Evans, G., Wood, J. (2004). Presenting uml software engineering diagrams to blind people. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons*.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31.
- Brookshire, R. G. (2006). Teaching uml database modeling to visually impaired students.
- Thiollent, M. (2011). *Metodologia da pesquisa-ação*. Cortez Editora.
- Filippo, D. (2011). Pesquisa-ação em sistemas colaborativos. In *Sistemas Colaborativos*, volume 1, pages 449–466. Ed Campus/Elsevier.
- Doherty, B. Cheng, B. H. (2015). *UML Modeling for Visually-Impaired Persons*.
- More, A., Mendonca, G., Ingale, R., Rajendran, C., Jadhav, D., Gavhane, M. (2018). Interactive tactile graphics for the blind. *International Journal of Advanced Research*, 6:901–906.
- Bastos, K., Kafure, I., Raposo, P. (2020). Desafios para as pessoas com deficiência visual no acesso à informação digital. *Informação Informação*, 25:277.
- Torres, M. J. R. (2020). Interfaces auditivas para elementos de workspace awareness acessíveis aos cegos em ferramentas de modelagem colaborativa de diagramas. Master's thesis.
- Ferreira, G. X., Batista, B. G., Paula, M. M. V. d. (2022). Análise visual de frotas de veículos industriais para prospecção de soluções logísticas utilizando uma abordagem orientada à modelo. Universidade Federal de Itajubá.
- Sanavria, C. Z., de Souza Filho, C. F., da Silva Pereira, H. G., Lima, M. J. M., Floriano, N. S., da Silva, S. C. (2023). Engenharia de software e banco de dados para deficientes visuais: Uma proposta de material inclusivo 3-d para modelagem de sistemas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E56):15–28.

Speechnotes (2023). Speechnotes - Free Speech to Text Online, Voice Typing Transcription. <https://speechnotes.co/>. Acesso em 1 nov. 2023.

Taguette (2023). Taguette - An Open Source Text Annotation Tool. <https://www.taguette.org/>. Acesso em 2 nov. 2023.