

OpenDDR: Ferramenta Inteligente para Apoio ao Diagnóstico Odontológico

Gian E. Oliveira
Universidade Federal do Pampa
Alegrete, RS, Brasil
gianoliveira.aluno@unipampa.edu.br

Tamires A. Nunes
Universidade Federal do Pampa
Alegrete, RS, Brasil
tamiresnunes.aluno@unipampa.edu.br

Ricardo B. Venturelli
Universidade Federal do Pampa
Alegrete, RS, Brasil
ricardoventurelli@unipampa.edu.br

Mauro F. Rodrigues
Universidade Federal do Pampa
Alegrete, RS, Brasil
maurorodrigues@unipampa.edu.br

Bruno B. Vizzotto
Universidade Federal do Pampa
Alegrete, RS, Brasil
brunovizzotto@unipampa.edu.br

Resumo

OpenDDR is an interactive digital system developed to support the differential diagnosis of oral lesions. Based on a sequential question-and-answer logic, the system simulates clinical reasoning and helps students and professionals identify diagnostic hypotheses with greater accuracy. The tool integrates scientific knowledge, a logical decision structure, and usability, providing an educational and clinical resource that reinforces active learning and reduces subjectivity in the diagnostic process.

Keywords

Diagnóstico diferencial, Inteligência Artificial, Odontologia; Sistema interativo, Raciocínio clínico, Ferramentas digitais, Aprendizagem ativa

1 Introdução

O avanço das tecnologias digitais e da inteligência artificial (IA) tem promovido transformações significativas na área da saúde, especialmente na odontologia, onde o processo diagnóstico vem ganhando novas possibilidades de aprimoramento. Apesar do progresso em técnicas de imagem, bancos de dados clínicos e sistemas de apoio à decisão, o diagnóstico diferencial de lesões bucais ainda constitui um desafio recorrente para profissionais e estudantes. A semelhança entre manifestações clínicas de diferentes patologias, associada à ausência de instrumentos interativos de apoio, frequentemente resulta em diagnósticos imprecisos e em insegurança clínica, comprometendo tanto a qualidade da formação acadêmica quanto a eficácia da prática profissional [15, 20].

Nesse cenário, surge a necessidade de soluções capazes de integrar o conhecimento científico consolidado a um raciocínio clínico sistematizado e acessível. Ferramentas de apoio à decisão clínica baseadas em IA têm se mostrado promissoras por favorecerem a análise crítica e a tomada de decisão fundamentada em evidências, reduzindo a subjetividade e o tempo de resposta clínica [10]. Além disso, tais soluções ampliam o alcance do conhecimento odontológico, permitindo que estudantes e profissionais tenham acesso a uma base de informações estruturadas que reforça a precisão do julgamento clínico [6].

O OpenDDR — Open Dental Differential Reasoner — insere-se nesse contexto como uma vertente do projeto DentIA, tendo como foco o apoio ao diagnóstico diferencial odontológico por

meio de uma abordagem lógica e interativa. Diferentemente do DentIA, voltado à análise automatizada de imagens radiográficas, o OpenDDR propõe um modelo de raciocínio dedutivo baseado em perguntas sucessivas e combinações lógicas, inspirando-se na dinâmica de inferência progressiva observada em sistemas de jogos cognitivos, como o Akinator. Essa estrutura conduz o usuário por um processo de questionamento gradual, permitindo o refinamento das hipóteses diagnósticas e estimulando a reflexão clínica [3].

Dessa forma, o OpenDDR se alinha ao movimento de digitalização da odontologia, integrando tecnologia, ciência e prática clínica para tornar o processo diagnóstico mais seguro, eficiente e baseado em evidências. A iniciativa reforça a importância de soluções interativas no fortalecimento da formação acadêmica e na melhoria da precisão diagnóstica em ambientes clínicos contemporâneos.

2 Fundamentação Teórica

O diagnóstico diferencial desempenha papel fundamental na odontologia, pois possibilita distinguir lesões com manifestações clínicas semelhantes e definir o tratamento mais adequado [19]. Essa etapa requer observação minuciosa e sólida base de conhecimento, o que a torna desafiadora para profissionais em formação. Nesse contexto, o uso de ferramentas digitais e sistemas inteligentes tem se mostrado uma alternativa eficaz para apoiar a tomada de decisão clínica e aprimorar a capacitação profissional [5].

Entre as principais aplicações da IA na saúde, destacam-se os sistemas especialistas, que utilizam uma base de conhecimento e mecanismos de inferência capazes de simular o raciocínio humano [18]. Na odontologia, essas ferramentas auxiliam o diagnóstico ao interpretar sinais e sintomas semelhantes entre diferentes patologias, proporcionando suporte significativo ao raciocínio clínico e à aprendizagem prática [13].

Nesse cenário, o desenvolvimento de sistemas interativos baseados em lógica de decisão sequencial — como o modelo adotado no OpenDDR — favorece uma experiência mais dinâmica e intuitiva. Essa abordagem fortalece o aprendizado ativo e o pensamento crítico ao apresentar hipóteses diagnósticas com base nas respostas do usuário, reduzindo a subjetividade e estimulando o raciocínio clínico fundamentado em evidências [9, 16].

2.1 Trabalhos Relacionados

Diversas iniciativas têm buscado aprimorar o processo de diagnóstico odontológico por meio de sistemas baseados em raciocínio

lógico e apoio à decisão clínica. Entre elas, destaca-se o estudo de Almeida e Rocha[1], que desenvolveram um sistema especialista voltado à identificação de lesões bucais a partir de regras de inferência e bases de conhecimento estruturadas. O modelo, semelhante ao adotado pelo OpenDDR, organiza o raciocínio diagnóstico em etapas, conduzindo o usuário por uma sequência de perguntas que reduzem progressivamente o conjunto de hipóteses possíveis.

De forma complementar, Moraes e Lima[13] apresentaram uma plataforma educacional que utiliza questionários estruturados para o ensino do diagnóstico bucal. A proposta estimula o raciocínio clínico por meio de perguntas sucessivas, aproximando-se da dinâmica do OpenDDR ao incentivar a análise lógica e a associação entre sinais clínicos e potenciais condições patológicas. O sistema demonstrou resultados positivos no desenvolvimento da autonomia e da capacidade analítica dos estudantes.

No mesmo sentido, Souza e Pereira[22] propuseram um sistema interativo de apoio ao diagnóstico diferencial em estomatologia, fundamentado em fluxogramas de decisão que orientam o profissional na exclusão gradual de hipóteses. Essa estrutura metodológica contribui para a padronização do raciocínio clínico e redução da subjetividade no processo de decisão, princípios também explorados pelo OpenDDR.

Por fim, Oliveira et al.[16] abordaram o uso de modelos interativos baseados em lógica de decisão aplicados ao ensino clínico. Assim, observa-se que o OpenDDR se insere em uma linha de pesquisas que valorizam a combinação entre interatividade, estruturação lógica e suporte educacional no processo de diagnóstico odontológico.

3 Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento do OpenDDR foi organizada em três etapas principais, contemplando desde o levantamento teórico-clínico até a validação funcional da ferramenta. O objetivo foi garantir a integração entre o embasamento científico, a estrutura lógica de decisão e a aplicabilidade prática do sistema.

Na primeira etapa, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e documental voltada ao diagnóstico diferencial odontológico, com ênfase na identificação das lesões bucais mais prevalentes e em seus respectivos sinais e sintomas. Essa fase permitiu construir uma base de conhecimento estruturada, apoiada em literatura científica recente e em protocolos clínicos amplamente aceitos, assegurando a confiabilidade dos dados utilizados na formulação das hipóteses diagnósticas.

A segunda etapa correspondeu à modelagem lógica do sistema, representada por uma árvore de decisão interativa. Nessa estrutura, cada pergunta formulada ao usuário restringe o conjunto de hipóteses possíveis, aproximando o raciocínio automatizado da dinâmica de decisão clínica. O processo foi concebido de forma hierárquica, simulando o método de eliminação e comparação que caracteriza o diagnóstico diferencial. Essa modelagem buscou garantir clareza, coerência e progressividade nas etapas de questionamento.

Por fim, a terceira etapa abrangeu o desenvolvimento e a validação preliminar da ferramenta. Após a definição da lógica decisória, a estrutura foi adaptada a um ambiente interativo, com foco em acessibilidade e usabilidade. Testes com usuários da área odontológica permitiram avaliar a clareza das perguntas, a adequação da

sequência lógica e a pertinência das hipóteses sugeridas. Os resultados dessa fase contribuíram para o refinamento do conteúdo e da experiência de uso.

Essa metodologia possibilitou a criação de um sistema didático e confiável, capaz de unir rigor clínico e interatividade. O OpenDDR, assim, consolida-se como um recurso inovador de apoio ao raciocínio diagnóstico, promovendo aprendizagem ativa e suporte estruturado à tomada de decisão em odontologia.

4 Desenvolvimento

O desenvolvimento do OpenDDR teve como propósito principal a criação de uma solução digital voltada ao apoio no diagnóstico diferencial de lesões bucais. A proposta consiste em um sistema web interativo capaz de simular o raciocínio clínico por meio de uma sequência lógica de perguntas e respostas, oferecendo ao usuário hipóteses diagnósticas baseadas nas informações fornecidas. Essa abordagem busca unir rigor técnico e acessibilidade, favorecendo tanto o aprendizado quanto a prática clínica odontológica.

O sistema foi estruturado para reunir funcionalidades que atendem às demandas de ensino e de suporte à decisão. O módulo de diagnóstico conduz o usuário por um fluxo dinâmico de perguntas que, a cada resposta, restringe o conjunto de hipóteses até chegar às três lesões mais prováveis. Já o módulo de aprendizado disponibiliza informações detalhadas sobre as patologias, incluindo descrições clínicas e orientações de reconhecimento, permitindo a consolidação do raciocínio diagnóstico. Além disso, o painel administrativo possibilita o gerenciamento e a atualização dos dados clínicos, assegurando a expansão contínua da base de conhecimento.

Durante o processo de desenvolvimento, o projeto foi orientado por princípios de usabilidade, clareza e consistência lógica. Foram realizados testes de interface e validação funcional, a fim de verificar a clareza das perguntas, a coerência das hipóteses apresentadas e a adequação do fluxo de interação. Com base nos feedbacks coletados, foram realizados ajustes que aprimoraram a navegabilidade e a confiabilidade do sistema. Dessa forma, o OpenDDR consolida-se como uma ferramenta inovadora, capaz de unir aprendizado clínico e apoio diagnóstico em um ambiente interativo e acessível.

4.1 Tecnologias e Ferramentas

O desenvolvimento do OpenDDR foi sustentado por um conjunto de tecnologias amplamente consolidadas no ecossistema de desenvolvimento web, selecionadas para garantir desempenho, escalabilidade e fácil manutenção. A combinação dessas ferramentas assegura a confiabilidade e acessibilidade necessárias em um ambiente voltado ao apoio clínico e educacional. Foram utilizadas as seguintes tecnologias e ferramentas:

- **Python (Back-end):** Responsável pela lógica de decisão e processamento das respostas, a linguagem Python destaca-se pela clareza da sintaxe e pela ampla disponibilidade de bibliotecas voltadas a aplicações científicas e de suporte à decisão [11];
- **React (Front-end):** Utilizado na construção da interface de usuário, o React permite criar componentes reutilizáveis e responsivos, garantindo uma interação fluida e dinâmica durante o processo diagnóstico [7];

- **PostgreSQL (Banco de Dados):** Adotado pela robustez e suporte a consultas complexas, o PostgreSQL assegura a integridade e a escalabilidade das informações clínicas utilizadas no sistema [2];
- **GitHub (Controle de Versão):** Empregado no versionamento e colaboração do código, o GitHub possibilitou o controle de alterações e a integração contínua durante o desenvolvimento [8];
- **Figma (Design da Interface):** Ferramenta utilizada para o design e prototipação da interface, o Figma contribuiu para a padronização visual e para a usabilidade do sistema [14];
- **Postman (Testes de API):** Aplicado na validação da comunicação entre front-end e back-end, o Postman garantiu precisão e estabilidade nas requisições e respostas [17];
- **Arquitetura Limpa (Clean Architecture):** A estrutura do projeto segue os princípios da arquitetura limpa, favorecendo a separação de responsabilidades e a manutenção modular do sistema [12].

Em conjunto, essas tecnologias proporcionaram o desenvolvimento de uma aplicação moderna, modular e confiável, capaz de integrar raciocínio lógico e conhecimento clínico em um ambiente interativo e acessível. O resultado é um sistema escalável e alinhado às boas práticas da engenharia de software e às demandas da odontologia digital contemporânea.

5 Resultados e Discussão

O desenvolvimento do OpenDDR resultou em uma aplicação web funcional voltada ao diagnóstico diferencial de lesões bucais. Embora ainda em fase de aprimoramento e sem testes formais de usabilidade, o sistema demonstrou viabilidade técnica e coerência com seus objetivos, apresentando estrutura lógica e interface acessível para apoiar o raciocínio clínico [21].

A aplicação utiliza um conjunto de perguntas progressivas que se ajustam conforme as respostas do usuário, tornando o processo dinâmico e personalizado. Ao final, o sistema apresenta as três hipóteses mais prováveis, acompanhadas de percentuais de probabilidade. Essa abordagem está alinhada a estudos que mostram como ferramentas digitais podem aprimorar a precisão e a sistematização do diagnóstico odontológico [4].

Tecnicamente, o OpenDDR prioriza a clareza da árvore de decisão e a facilidade de interação, permitindo futuras expansões, como a integração de algoritmos mais avançados para melhorar a precisão diagnóstica. Essa estrutura modular segue princípios aplicados em outros sistemas de apoio ao ensino clínico, que demonstram bons resultados em ambientes educacionais [23].

Além da função diagnóstica, o sistema possibilita que estudantes explorem correlações entre sinais clínicos e hipóteses diagnósticas de forma prática e interativa. Assim, o OpenDDR apresenta-se como uma ferramenta promissora para o ensino e o apoio clínico, acompanhando a tendência de digitalização da odontologia contemporânea [4, 21, 23].

6 Conclusão

O OpenDDR apresenta-se como uma ferramenta no apoio ao diagnóstico diferencial de lesões bucais, unindo rigor clínico e interatividade digital.

Embora ainda em fase de desenvolvimento, o sistema demonstra potencial para evoluir como um recurso clínico e educacional relevante. Futuras melhorias incluem a ampliação da base de dados e a integração de mecanismos de aprendizado automatizado, visando aperfeiçoar a precisão das respostas e a personalização da experiência. Assim, o OpenDDR tende a contribuir para a prática odontológica baseada em evidências e para a formação de profissionais mais preparados e críticos frente aos desafios diagnósticos da área.

Referências

- [1] R. C. Almeida and M. P. Rocha. 2021. Sistema especialista para diagnóstico de lesões bucais: proposta de modelo computacional. *Revista Brasileira de Informática em Saúde* 11, 2 (2021), 50–59.
- [2] Douglas K. Carvalho. 2021. *PostgreSQL: Banco de Dados para Aplicações Modernas*. Casa do Código.
- [3] Flavio Chiappelli and Oswald S. Cajulis. 2009. The logic model for evidence-based clinical decision making in dental practice. *Journal of Evidence Based Dental Practice* 9, 4 (2009), 206–210. doi:10.1016/j.jebdp.2009.03.005
- [4] Lucas A. Ferreira and Mariana T. Silva. 2021. Ferramentas digitais no apoio ao raciocínio diagnóstico em odontologia: uma revisão integrativa. *Pesquisa Brasileira em Odontologia Clínica Integrada* 21, 1 (2021), e0205. doi:10.1590/pboci.2021.0205
- [5] L. M. Ferreira and A. R. Costa. 2021. Aplicações de inteligência artificial em diagnósticos odontológicos: uma revisão integrativa. *Revista de Odontologia da UNESP* 50, e20210036 (2021). doi:10.1590/1807-2577.03621
- [6] Asrul Ismail, Haerana Rifai, and Aulia Hasanah. 2025. Accuracy and Implementation of Dental Clinical Decision Support Systems in Indonesia for Dental Caries and Periodontal Disease. *YARSI Dental Journal* 3, 1 (2025), 22–31. doi:10.33476/ydj.v3i1.321
- [7] Adam Johnson. 2020. *React: Design Patterns e Boas Práticas*. Novatec.
- [8] Jon Loeliger and Matthew McCullough. 2012. *Version Control with Git*. O'Reilly Media.
- [9] A. C. Lopes, D. J. Silva, and T. R. Oliveira. 2020. Transformações digitais na odontologia: o papel da inteligência artificial no diagnóstico clínico. *Revista Odontológica do Brasil Central* 29, 85 (2020), 32–40.
- [10] Alexander Maniangat Luke and Nader Nabil Fouad Rezallah. 2025. Accuracy of artificial intelligence in caries detection: a systematic review and meta-analysis. *Head Face Medicine* 21 (2025), 24. doi:10.1186/s13005-025-00496-8
- [11] Mark Lutz. 2021. *Aprenda Computação com Python*. Bookman.
- [12] Robert C. Martin. 2017. *Arquitetura Limpa: O Guia do Artesão para Estrutura e Design de Software*. Alta Books.
- [13] C. F. Moraes and T. S. Lima. 2022. Uso de sistemas inteligentes no ensino da odontologia: um estudo de caso. *Revista da ABENO* 22, 1 (2022), 45–53. doi:10.30979/rev.abeno.v22i1.1012
- [14] Rafael Moura. 2022. *Design Digital e UX com Figma*. Brasport.
- [15] Nikolaos G. Nikitakis. 2015. Oral soft tissue lesions: A guide to differential diagnosis Part I: Introduction and changes in color. *Brazilian Journal of Oral Sciences* 2, 6 (2015). <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/bjos/article/view/8641711>
- [16] D. S. Oliveira, R. A. Nascimento, and P. F. Carvalho. 2023. Modelos interativos baseados em lógica de decisão aplicados ao diagnóstico odontológico. *Revista Científica de Odontologia* 12, 2 (2023), 77–84.
- [17] Carlos Ribeiro. 2021. *Testes de API com Postman: Fundamentos e Boas Práticas*. Novatec.
- [18] Stuart Russell and Peter Norvig. 2021. *Inteligência Artificial*. Elsevier Brasil.
- [19] R. A. Silva, M. L. Pereira, and F. C. Gomes. 2020. Importância do diagnóstico diferencial na prática odontológica. *Revista Brasileira de Odontologia* 77, 1 (2020), 1–6. https://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72722020000100001
- [20] Amanda Siu, Katina Landon, and Daniel M. Ramos. 2015. Differential diagnosis and management of oral ulcers. *Seminars in Cutaneous Medicine Surgery* 34, 4 (2015), 171–177. doi:10.12788/j.sder.2015.0170
- [21] Ana P. Souza, Carla M. Lima, and Pedro R. Oliveira. 2022. Sistemas de apoio à decisão clínica como ferramentas educacionais no ensino odontológico. *Revista Brasileira de Educação em Odontologia* 27, 3 (2022), 145–156. doi:10.1590/educ.v27i3.2022
- [22] R. L. Souza and A. C. Pereira. 2020. Sistema de apoio ao diagnóstico diferencial em estomatologia baseado em fluxogramas de decisão. *Revista Odontológica do Brasil Central* 29, 85 (2020), 25–33.
- [23] Juliana P. Torres, Ricardo V. Almeida, and Beatriz L. Santos. 2020. Uso de tecnologias educacionais baseadas em simulações clínicas na formação odontológica. *Revista da ABENO* 20, 2 (2020), 89–98. doi:10.30979/rev.abeno.v20i2.1090