

GUIA HISTOLÓGICO INTERATIVO INTERFACEADO AO SISTEMA DE LAMINÁRIO VIRTUAL DO LABOCIEN-CEUB

Professor(a) orientador(a): Graziela Silveira Araujo

Alunos: Paula Ramos Sicsú e Karla Pessoa Tepedino
Martins

PROGRAMA DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA
PIC/CEUB

RELATÓRIOS DE PESQUISA
VOLUME 9 Nº 1- JAN/DEZ
•2023•





**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

PAULA RAMOS SICSÚ E KARLA PESSOA TEPEDINO MARTINS

**GUIA HISTOLÓGICO INTERATIVO INTERFACEADO AO SISTEMA DE
LAMINÁRIO VIRTUAL DO LABOCIEN-CEUB**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Graziela Silveira Araujo

BRASÍLIA

2024

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à nossa orientadora, aos colegas e aos professores do UniCEUB por todo o apoio e orientação ao longo deste projeto. Agradecemos também ao LABOCIEN pelo suporte técnico e pelo acesso às ferramentas necessárias para a realização desta pesquisa. Somos gratas à equipe da Twisted Solutions© por todo auxílio tecnológico imprescindível para o desenvolvimento do projeto. Por fim, agradecemos às nossas famílias, alicerces imprescindíveis ao longo dessa jornada.

“Juntas, serão uma força”.

(Bertha Lutz)

RESUMO

O estudo microscópico de estruturas histológicas desempenha um papel vital na educação em saúde, tanto para áreas básicas do conhecimento, como a citologia e a histologia, quanto para áreas mais avançadas, associadas aos processos fisiopatológicos e de diagnóstico, permitindo a compreensão e uma avaliação detalhada de mecanismos biológicos diversos. Dessa forma, este projeto buscou desenvolver um guia interativo de histologia baseado em um laminário digital amplamente diversificado, tornando o ensino mais acessível, flexível e compreensível para estudantes e profissionais da área de saúde. A metodologia adotada consistiu em três vertentes principais: seleção e identificação de imagens, desenvolvimento da interface do usuário e implementação de funcionalidades. Foram escolhidas imagens de alta qualidade de diversos tecidos e órgãos do laminário virtual do LABOCIEN-CEUB, que foram identificadas e editadas para veiculação no site. O processo de edição utilizou a ferramenta Canva Pro, garantindo que as imagens fossem otimizadas para visualização online sem perder qualidade. A estrutura do site foi desenvolvida com ferramentas como React e Next.js, e hospedada na plataforma Vercel, com base de dados gerenciada pelo Supabase. Os resultados incluem a criação de um produto tecnológico educacional na forma de um site com o guia histológico interativo sobre órgãos, tecidos, células e estruturas histológicas, além de um mapa mental abrangente sobre a temática. O guia apresenta interface responsiva e intuitiva, facilitando a navegação e a interação dos usuários com o conteúdo, através da ferramenta de botões interativos que permite selecionar marcações nas imagens, tornando o estudo ainda mais didático e personalizado. Este guia promove a democratização do conhecimento em histologia e amplia a diversidade de ferramentas disponíveis para o aprendizado, complementando outras plataformas com abordagens diferentes. Este recurso também serve como um instrumento valioso para docentes e pesquisadores, que podem utilizá-lo para complementar suas aulas e pesquisas de forma dinâmica e aplicada. Assim, espera-se que o produto gerado nesse estudo contribua para o processo efetivo de ensino-aprendizagem em histologia, norteando também ações pedagógicas futuras. Recomenda-se a continuidade do projeto, com a expansão para outras áreas da biologia e da patologia. Sugere-se ainda, a implementação de ferramentas adicionais, como a gamificação através de quiz, além da integração com a inteligência artificial para a identificação automática de estruturas histológicas, assegurando a relevância e utilidade contínua do guia.

Palavras-chave: histologia; microscopia; laminário virtual.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
OBJETIVOS	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3. MÉTODO	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Na área da saúde, o estudo pautado em imagens micro e macroscópicas é um instrumento fundamental para a formação profissional. O uso desse tipo de recurso facilita a compreensão de mecanismos biológicos profundos e complexos que são essenciais para a construção do conhecimento fisiológico e patológico para as áreas biológicas básicas, aplicadas e clínicas da saúde, gerando um profissional qualificado e habilitado para atuar em competências específicas (MINTZES et al., 2001).

Historicamente, a utilização de imagens em ensino estava restrita a modelos didáticos e representações gráficas em atlas físicos. Com o avanço da tecnologia, especialmente com o desenvolvimento de microscópios eletrônicos e softwares de visualização de alta qualidade, o acesso à imagens detalhadas e fidedignas se tornou mais comum, trazendo uma abordagem didático-pedagógica significativamente aprimorada, principalmente para as áreas microscópicas (DUARTE, 2015).

O ensino assistido por tecnologias computacionais, como a microscopia virtual, se estabeleceu como uma aliada poderosa em centros universitários. Esse método não só facilita a visualização e o estudo de tecidos e suas estruturas, mas também permite que os alunos acessem essas informações de forma independente, em qualquer lugar e momento (HORTSCH, 2013). A utilização de imagens reais e de alta qualidade melhora significativamente a compreensão das estruturas histológicas, sendo um instrumento valioso, tanto para o ensino quanto para a aprendizagem autônoma (HARRIS et al., 2001).

Em um contexto específico, o Centro Universitário de Brasília (CEUB) emprega um programa computacional chamado Slide Viewer (3DHitech, Budapeste, Hungria) para o estudo de histologia. Esse software oferece acesso a centenas de imagens histológicas de alta qualidade, possibilitando analisar de forma detalhada os tecidos animais de interesse. Além disso, o programa permite um poder de resolução maior, viabilizando ampliações maiores do que a maioria dos microscópios ópticos de bancada, fator que permite a observação de estruturas ainda menores. No entanto, é importante destacar que essas imagens estão disponíveis apenas dentro das

instalações da instituição de ensino e não contam com identificação específica das estruturas visíveis nas lâminas.

Sabe-se que a falta de detalhamento e especificações nas imagens disponíveis em atlas e microscópios virtuais, muitas vezes, limita o aprendizado. A identificação precisa dos elementos celulares em uma imagem microscópica requer um alto nível de conhecimento, envolvendo uma análise subjetiva, além de, na maioria dos casos, para indivíduos não treinados, a necessidade de despender muito tempo para uma análise correta e completa (SANTA-ROSA e STRUCHINER, 2011). Assim, este projeto visou suprir essa carência observacional, desenvolvendo um guia histológico interativo virtual, que não só apresenta as imagens, mas também identifica e detalha as estruturas histológicas, para facilitar a compreensão e o estudo autônomo dos alunos, tanto do CEUB, quanto de outras instituições de ensino.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Criar uma ferramenta útil para estudantes, professores e profissionais da área de saúde, que facilite o acesso ao conhecimento detalhado em histologia, por meio do desenvolvimento de um site com um guia interativo de histologia do CEUB que permita aos usuários visualizar imagens com adequada identificação de diferentes órgãos, tecidos e células.

Objetivos Específicos

- Criar um mapa mental organizando os tecidos, órgãos, células e estruturas pertinentes de serem incluídos no Guia.
- Analisar o laminário do LABOCIEN-CEUB e selecionar imagens histológicas das categorias elencadas no mapa mental.
- Identificar estruturas nas imagens selecionadas.
- Demarcar as estruturas de interesse nas imagens para ficarem destacadas no Guia.

- Criar e veicular um site com o Guia histológico compatível com celulares e computadores.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Antes da invenção do microscópio, o debate sobre características e funções dos órgãos e sistemas era incipiente, e o advento das análises microscópicas contribuiu com conhecimentos fundamentais nas áreas da citologia, fisiologia, patologia, entre outras, e foi essencial para o delineamento de processos biológicos normais, patológicos, e também no diagnóstico (DUARTE, 2015).

A histologia, sendo o estudo dos tecidos do corpo, é uma disciplina central para a formação em medicina e demais áreas da saúde (CHAPMAN et al., 2020). Neste contexto, o treinamento nessa ciência desempenha um papel chave no entendimento significativo de mecanismos complexos da fisiologia associados aos aspectos morfológicos de cada órgão e tecido. Essa etapa também faz parte de um processo contínuo de aprendizado, com o objetivo de investigar, identificar e explicar o padrão fisiológico, a fim de compreender as mudanças fisiopatológicas quando as mesmas ocorrem (CHAPMAN et al., 2020).

Diferentemente do estudo da anatomia macroscópica, que remonta a milênios atrás e teve seu primeiro registro no antigo Egito por volta de 1552 a.C. (DE SOUZA, 2011), a microscopia e a histologia são disciplinas mais recentes. Isso graças a evolução da tecnologia, que permitiu a visualização de estruturas microscópicas, e atualmente, nanoscópicas. Com o passar dos anos, essas disciplinas têm contribuído significativamente para a área da saúde, proporcionando maior qualidade e precisão nas avaliações aplicadas entre os estados saúde-doença

A histologia foi datada de 1819 pelo fisiologista e anatomista alemão Karl Meyer (DUARTE, 2015; CALADO, 2019). Em resumo, a origem da histologia está associada ao desenvolvimento de tecnologias baseadas no uso de luz e lentes, que possibilitaram a construção dos primeiros microscópios (TITFORD, 2006). Marcello Malphigi, considerado o pai da Histologia, desempenhou um papel crucial ao descobrir diversas

estruturas no corpo humano, como as hemácias e componentes renais, a partir de seus estudos pioneiros em 1661 (DUARTE, 2015). Durante esse período, os avanços significativos ocorreram nas técnicas de preparo de amostras, montagem de lâminas e aprimoramento das lentes e funcionamento dos microscópios (BRACEGIRDLE, 1977; TITFORD, 2006; NUNES et al., 2011).

É relevante destacar que somente em 1665, graças ao cientista Robert Hooke, foi possível observar a unidade básica da vida, a célula, por meio de microscópio óptico. No entanto, o reconhecimento da célula como a unidade fundamental da vida só ocorreu no século XIX, demonstrando como o conhecimento nessa área se consolidou gradualmente ao longo do tempo (DUARTE, 2015; NUNES et al., 2011). Por volta de 1840, os estudos em citologia e patologia começaram a se estabelecer, principalmente nas áreas médicas, devido ao desenvolvimento de técnicas de conservação duradoura de material histológico, que permitiam a troca de conhecimento entre estudiosos (BRACEGIRDLE, 1977; CALADO, 2019; CHAPMAN et al., 2020). Após a formulação da teoria celular, a histologia foi reconhecida como uma área essencial para o progresso do conhecimento médico (CALADO, 2019).

O advento do microscópio óptico, aliado aos avanços nas tecnologias digitais para captura e compartilhamento de imagens, marcou a era atual da histologia digital. Inicialmente, essa evolução se manifestou na forma de slides/lâminas virtuais, com a digitalização das imagens e armazenamento em computadores, embora ainda sem integração em redes de dados (CALADO, 2019; CHAPMAN et al., 2020). Essa abordagem alavancou o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que várias pessoas visualizassem simultaneamente uma imagem histológica, sem a necessidade de observação individual ao microscópio. Posteriormente, surgiram os microscópios virtuais, que simulam as funções do microscópio ao observar slides/lâminas virtuais (CALADO, 2019).

Na última década, a histologia foi revolucionada pela microscopia virtual, que permite a visualização de slides, como se fossem observados através de um microscópio virtual, em dispositivos digitais. Esses dispositivos geralmente estão conectados em redes de dados (CHAPMAN et al., 2020). O progresso na área de histologia, impulsionado pelas tecnologias modernas de microscopia virtual, possibilita

que estudantes visualizem estruturas microscópicas em qualquer lugar e a qualquer momento. Essa mudança é acompanhada pela tendência nos currículos médicos de ampliar a integração e a multidisciplinaridade, substituindo a ênfase exclusiva em disciplinas individuais por abordagens integradas e baseadas em problemas (THOMPSON e LOWRIE, 2017). Como resultado, houve uma redução significativa na carga horária dedicada às disciplinas básicas, como citologia e anatomia, com um aumento substancial no uso de metodologias computadorizadas para acelerar o aprendizado (BLOODGOOD e OGILVIE, 2006; MOXHAM et al., 2017).

Na perspectiva pedagógica, um dos principais objetivos das aulas de histologia é desenvolver habilidades nos estudantes para que se tornem visualmente alfabetizados em relação aos tecidos e seus componentes (CALADO, 2019; CHAPMAN et al., 2020). A abordagem tradicional desse ensino envolve espaço físico, materiais, equipamentos dispendiosos, além do tempo e dedicação tanto dos estudantes quanto dos professores para alcançar o nível de alfabetização necessária (CHAPMAN et al., 2020), o que contrasta com as tendências modernas.

Atualmente, as tecnologias permitem redução de custos, acesso remoto com flexibilidade de tempo e espaço, contribuindo para um ensino mais moderno e alinhado com as novas diretrizes curriculares da saúde (THOMPSON e LOWRIE, 2017). Apesar de ser um dos componentes centrais no estudo da medicina, a histologia é desafiadora para a compreensão de muitos estudantes devido sua abordagem abstrata e subjetiva dependente do sentido visual que desde o nascimento foi treinado a ver e perceber o mundo de forma macroscópica. Intervenções que facilitem o aprendizado são cruciais para superar as barreiras de conhecimento nessa área (SELVIG et al., 2015; THOMPSON e LOWRIE, 2017).

As metodologias ativas e o uso de abordagens virtuais foram bem aceitas e rotineiramente incorporadas pelos próprios alunos (HUSMANN et al., 2009; CRACOLICI et al., 2019; SANT'ANNA et al., 2022), oferecendo diversas vantagens, como a facilidade de acesso, flexibilidade na escolha do momento de estudo, aumento no desempenho estudantil, variedade de oportunidades de estudo, tanto em grupo quanto individualmente, e o compartilhamento de imagens para discussão entre os envolvidos

(HEIDGER et al., 2002; LEI et al., 2005; KHOGALI et al., 2011; HOLADAY et al., 2013; HUSMANN et al., 2009; KHOGALI et al., 2011; THOMPSON e LOWRIE, 2017).

Idealmente, o ensino tradicional e o virtual são aplicados de maneira complementar. No entanto, a integração dessas duas abordagens apresenta desafios significativos, como dificuldades no uso da tecnologia, inadequações dos programas e falta de detalhamento das imagens, o que torna o uso das ferramentas mais difícil durante momentos de estudo individual (KHOGALI et al., 2011; SANTA-ROSA e STRUCHINER, 2011; THORNE, 2003). Com essas limitações, mesmo diante de uma boa aceitação, o ensino de histologia no contexto de laminários online pode se tornar passivo e observacional, devido ao entendimento e interpretação incorreta dos dados pelos alunos (CRACOLICI et al., 2019). Há estudos que relatam a experiência de aprendizado usando microscópio virtual como ineficiente e ineficaz (BLOODGOOD e OGILVIE, 2006; YEN et al., 2014).

Para que a utilização da tecnologia seja plenamente usufruída nesse tipo de ensino, é fundamental que sejam fornecidas explicações e demonstrações de seu uso aos alunos, além de garantir que os programas sejam intuitivos e mais completos em informações, possibilitando um aprendizado independente do profissional treinado (THOMPSON e LOWRIE, 2017). Embora exista uma ênfase significativa no desenvolvimento de tecnologias educacionais nos últimos anos, essa evolução não foi acompanhada por um processo pedagógico correspondente (KHOGALI et al., 2011).

Em 2017, foi criado o Virtual Microscopy Database (VMD) por educadores na área de histologia, com o objetivo de auxiliar o ensino de microscopia virtual e reduzir as limitações associadas a essa metodologia. Contudo, o acesso ao VMD é restrito a docentes aceitos pela organização, o que limita a abrangência de suas imagens para alunos em processo de autoaprendizagem.

A falta de materiais histológicos descritivos e interativos representa uma barreira significativa ao ensino autodidata (GLATZ-KRIEGER et al., 2003; SANTA-ROSA e STRUCHINER, 2011). Em geral, as imagens nesses guias são estáticas e carecem de descrição detalhada, e, não são interativas (CHAPMAN et al., 2020; GLATZ-KRIEGER et al., 2003). Muitos atlas não apresentam detalhamento explícito nas imagens,

mostrando apenas a imagem histológica sem a identificação das estruturas e subpartes do tecido, como é o caso do laboratório virtual do Instituto de Ciências Médicas Básicas da Universidade de Indiana (s.d.) e dos slides disponibilizados pela Columbia University (s.d.). Nessas situações, o visualizador depende de explicações externas ou de aprendizagem prévia para compreender a imagem visualizada.

Existem guias que detalham as imagens histológicas, mas nos poucos exemplos de guias de livre acesso que apresentam descrições das estruturas, a maioria apenas identifica as estruturas sem interação com o usuário. Exemplos incluem o material histológico do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás e muitas imagens do atlas digital do cérebro humano no site BrainMaps.org. (BrainMaps, s.d.) Nesses casos, o visualizador encontra todas as descrições dos elementos da imagem na forma de legendas explicativas das siglas presentes na imagem.

Para auxiliar os estudos nessa área, destacam-se positivamente alguns catálogos disponíveis na internet de livre acesso, como o site Histology Guide (BRELJE; SORENSON, s.d.), o Atlas de Histologia da UFG (Histologia UFG, s.d.) e o Atlas de Histologia em Cores da PUCRS (EDIPUCRS, 2019), entre outros atlas desenvolvidos e descontinuados (ESMERALDO et al., 2014). Estes recursos são de grande ajuda para o ensino, seja guiado por um professor ou em um contexto de aprendizagem ativa desenvolvida pelo estudante. No entanto, os principais guias de elevada qualidade disponíveis para estudo em histologia são em língua estrangeira, como o Histology Guide (BRELJE; SORENSON, s.d.), o que pode limitar a aprendizagem para o público de língua portuguesa.

A interação com o usuário, observada em guias histológicos como o Histology Guide (BRELJE; SORENSON, s.d.) e no Atlas de Histologia em Cores da PUCRS (EDIPUCRS, 2019), é fundamental para melhorar a exploração do conteúdo e, conseqüentemente, a aprendizagem (CAIRNCROSS e MANNION, 2001). A interatividade permite escolher quais informações destacar na imagem de acordo com os objetivos do usuário, aumentando o potencial de aprendizagem e o repertório disponível aos alunos.

Para o desenvolvimento de guias histológicos interativos, três principais etapas devem ser consideradas. Primeiramente, deve-se selecionar imagens adequadas e identificar as estruturas. Em seguida, a interface com o usuário deve ser estabelecida, com o intuito de melhorar a interatividade e a experiência do usuário. Por fim, os códigos e informações necessárias para a implementação do guia virtual devem ser desenvolvidos.

Na etapa inicial, é crucial selecionar imagens histológicas claras e bem definidas que mostrem as estruturas de interesse com precisão. Essas imagens servirão como base para identificar as diferentes estruturas que serão apresentadas aos usuários. Após a seleção das imagens, a etapa seguinte envolve a identificação das estruturas visíveis, destacando os elementos importantes e constituintes do tecido demonstrado.

O desenvolvimento da interface é a parte do programa com a qual os usuários interagem para visualizar e navegar pelas imagens e deve ser realizado considerando a experiência do usuário e a aplicabilidade para o guia de histologia. Nessa fase, é essencial desenvolver uma interface intuitiva e fácil de usar, com ferramentas e outras interfaces gráficas que permitam ao usuário navegar pelas imagens de forma eficiente e fluida através das diferentes seções do guia. Princípios de design de interface do usuário são utilizados para garantir que o guia seja visualmente atraente e fácil de usar (ROGERS et al., 2013). Além disso, a interface deve permitir que os usuários interajam com as imagens de maneira significativa, facilitando a identificação das diferentes estruturas e a compreensão dos conceitos histológicos.

3. MÉTODO

A metodologia deste projeto foi estruturada em várias etapas, abrangendo desde a seleção de conteúdos e imagens até a implementação e veiculação no site. Cada etapa foi cuidadosamente planejada e executada, conforme descrito a seguir.

3.1. Seleção de Conteúdos:

Primeiramente, foram revisadas bibliografias renomadas na área de histologia, como "Histologia Básica" de Junqueira (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2023) e "Ross

Histologia - Texto e Atlas" (PAWLINA, 2021) e Atlas Colorido de Histologia (GARTNER, 2018), para definir os tecidos, células, órgãos e estruturas histológicas que seriam veiculados no site. A seleção baseou-se na relevância e importância educativa dessas estruturas para os estudantes de histologia.

Paralelamente, foi desenvolvido um mapa mental interativo pela ferramenta do <https://www.mindmeister.com/> para organizar os órgãos, tecidos, células e estruturas mais pertinentes de serem veiculados no guia, bem como suas inter-relações.

3.2. Seleção de Imagens:

A partir do mapa mental, foram analisadas lâminas virtuais do LABOCIEN-CEUB no programa SlideViewer (3DHitech, Budapeste, Hungria) com o intuito de encontrar as melhores imagens representativas dos elementos histológicos elencados no mapa. As lâminas, provenientes de preparos histológicos de tecidos animais (tanto humanos quanto de outros animais), fazem parte do acervo da instituição. As lâminas virtuais foram exploradas em busca do melhor campo para visualização dos elementos histológicos elencados (Figura 1). As imagens selecionadas foram salvas no formato .png para edição futura e uso no site.

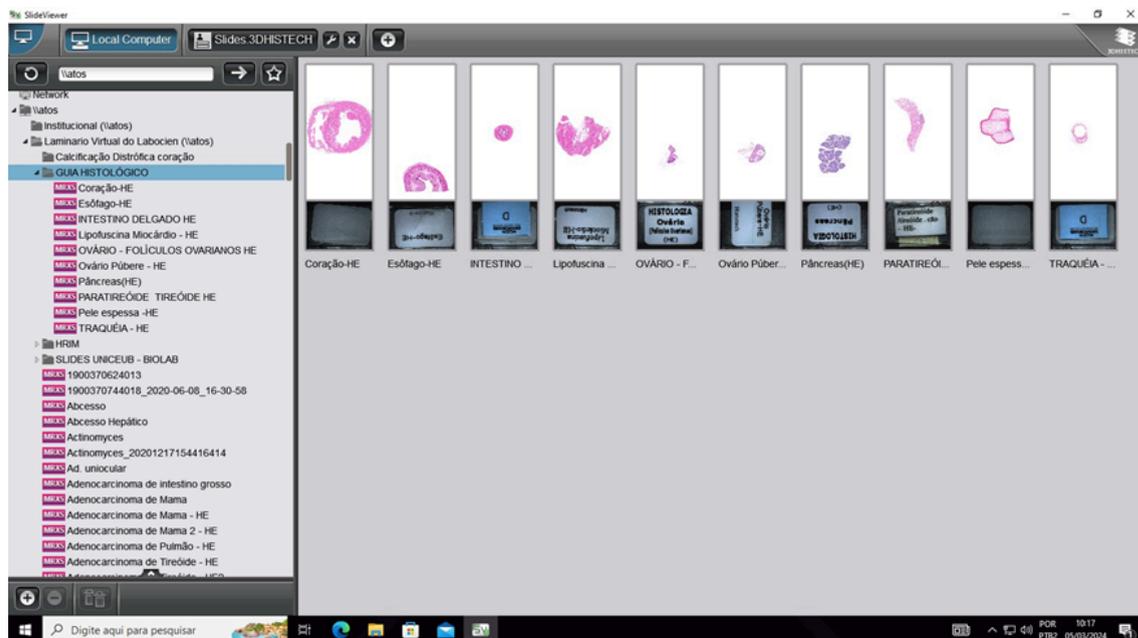


Figura 1. Imagem histológica com a marcação das estruturas para captura de imagens no Slide Viewer.

3.3. Edição das imagens:

Após a seleção, as imagens foram editadas utilizando a versão paga "Canva Pro" do Canva (<https://www.canva.com>). As imagens editadas foram preparadas para veiculação no site, garantindo formatos compatíveis e otimizados para a web, sem perda de qualidade, predominantemente utilizando arquivos em formato .png. Para destacar as estruturas histológicas de interesse, foram adicionadas figuras como setas, círculos tracejados, linhas e contornos (Figura 2). As edições forneceram estritamente destaque aos elementos de interesse (Figura 2), preservando a integridade da imagem histológica originalmente obtida no laminário virtual.

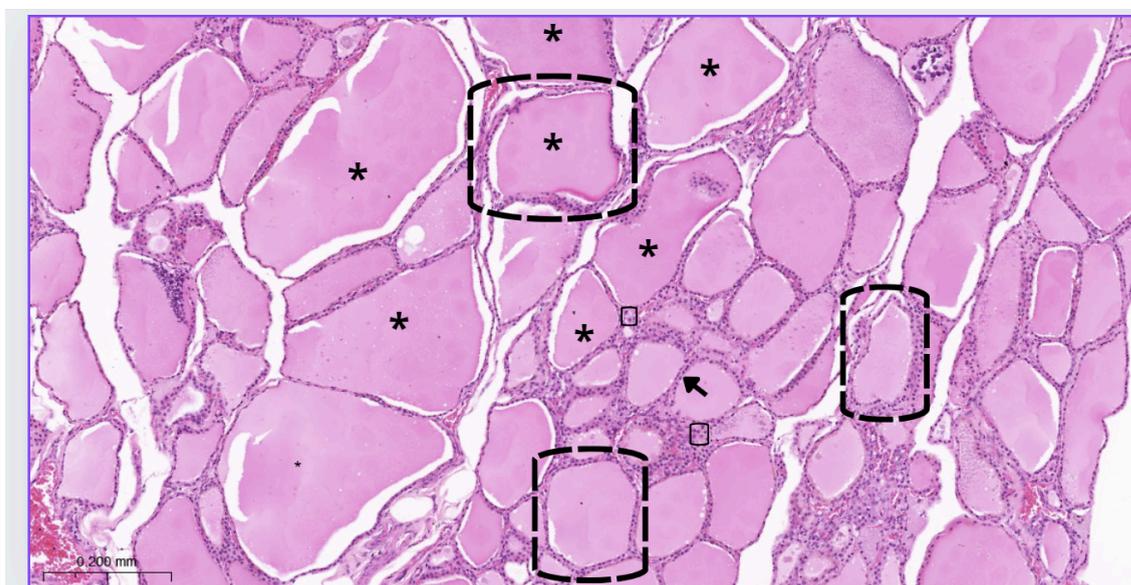


Figura 2. Imagem de corte histológico editada para fornecer destaque aos elementos de interesse via setas, asteriscos e retângulos tracejados.

3.4. Desenvolvimento e implementação do site

3.4.1. Análise de veiculação de imagens:

Foi realizada uma análise de como veicular as imagens de forma acessível e intuitiva para o usuário. A análise focou em aspectos como a navegação, a disposição das imagens, a facilidade de acesso às informações e a interatividade para garantir uma interface amigável e eficiente (ROGERS et al., 2013).

3.4.2. Montagem do site:

A estrutura do site foi montada utilizando tecnologias web padrão, como HTML, CSS e JavaScript, que utilizam ferramentas e frameworks modernos para criar uma interface responsiva e interativa. Bibliotecas como React (<https://pt-br.legacy.reactjs.org/>) foram utilizadas para gerenciar a interface do usuário, permitindo uma experiência fluida e dinâmica. O framework Next.js (<https://nextjs.org/>) foi empregado para o desenvolvimento do front-end, proporcionando uma renderização eficiente e um roteamento dinâmico.

As imagens foram integradas ao site de maneira organizada, permitindo que os usuários navegam de forma diferenciada, seja pela observação de células e estruturas características, ou dos tecidos, ou ainda de órgão. Para a hospedagem do site, foi utilizada a plataforma Vercel (<https://vercel.com/>) .

A base de dados foi gerenciada pelo Supabase (<https://supabase.com/>), oferecendo uma solução eficiente para o armazenamento de dados. Com o auxílio da Twisted Solutions®, todo o desenvolvimento e implementação foram realizados seguindo as melhores práticas do mercado, assegurando um produto final de alta qualidade e funcionalidade.

3. 4.3. Testes de Usabilidade:

Realizaram-se testes de usabilidade com grupos de estudantes e professores para avaliar a eficácia do site e identificar possíveis melhorias. Os feedbacks foram utilizados para refinar a interface e a funcionalidade do site, assegurando que ele atendesse às necessidades educacionais dos usuários.

3.4.4 . Validação:

O site foi validado por especialistas em histologia e professores do CEUB, garantindo que o conteúdo e as funcionalidades estivessem de acordo com os padrões acadêmicos e educacionais.

3.4.5. Lançamento:

Após a validação, o site foi oficialmente lançado e disponibilizado para os estudantes e professores utilizarem como uma ferramenta educacional complementar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi conduzido em etapas de implantação, eis os resultados obtidos:

4.1 Mapa Mental

Foi gerado um mapa mental interativo (Figura 3) que oferece uma visão geral dos tecidos, órgãos e estruturas histológicas e suas inter-relações. Disponível no link <https://mm.tt/app/map/3135834752?t=1WsNYHwf1w>. O mapa mental serviu como um recurso adicional para auxiliar na compreensão dos conceitos e seleção do conteúdo a ser veiculado no site.



Figura 3. Mapa mental das estruturas histológicas de interesse.

4.2 Site

A plataforma do guia interativo de histologia criada está disponível no endereço eletrônico <https://www.guiahistologico.com/>. Dentro desse link é possível observar os

diferentes níveis de organização histológica que foram abordados (Figura 4, 5, 6 e 7). Os códigos para geração do sites estão disponíveis no endereço <https://github.com/JoseArtur/GuaHistologico>.

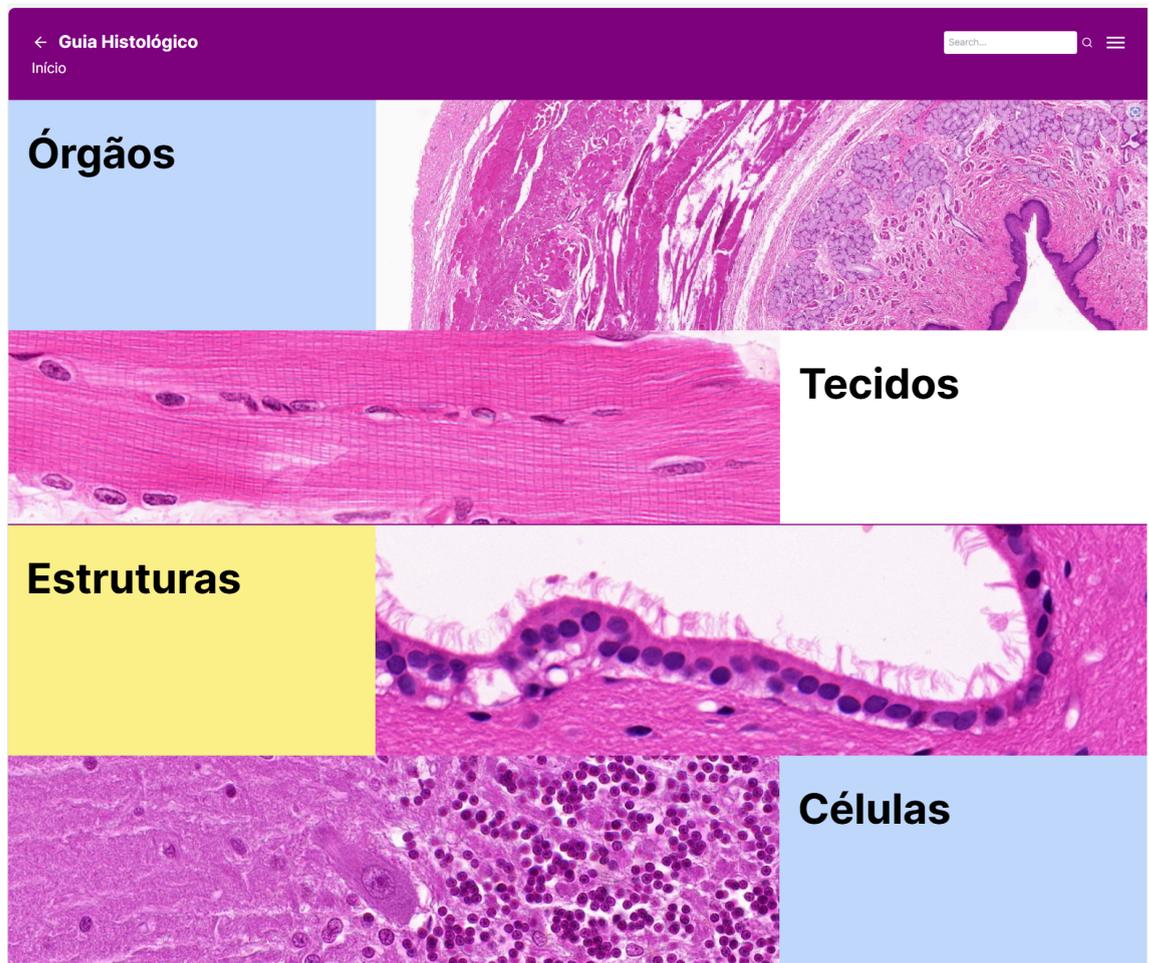


Figura 4. Página inicial do guia histológico em tela de computador



© 2024 Guia Histológico. Todos os Direitos Reservados.

Figura 5. Página inicial do guia histológico em tela de celular smartphone.

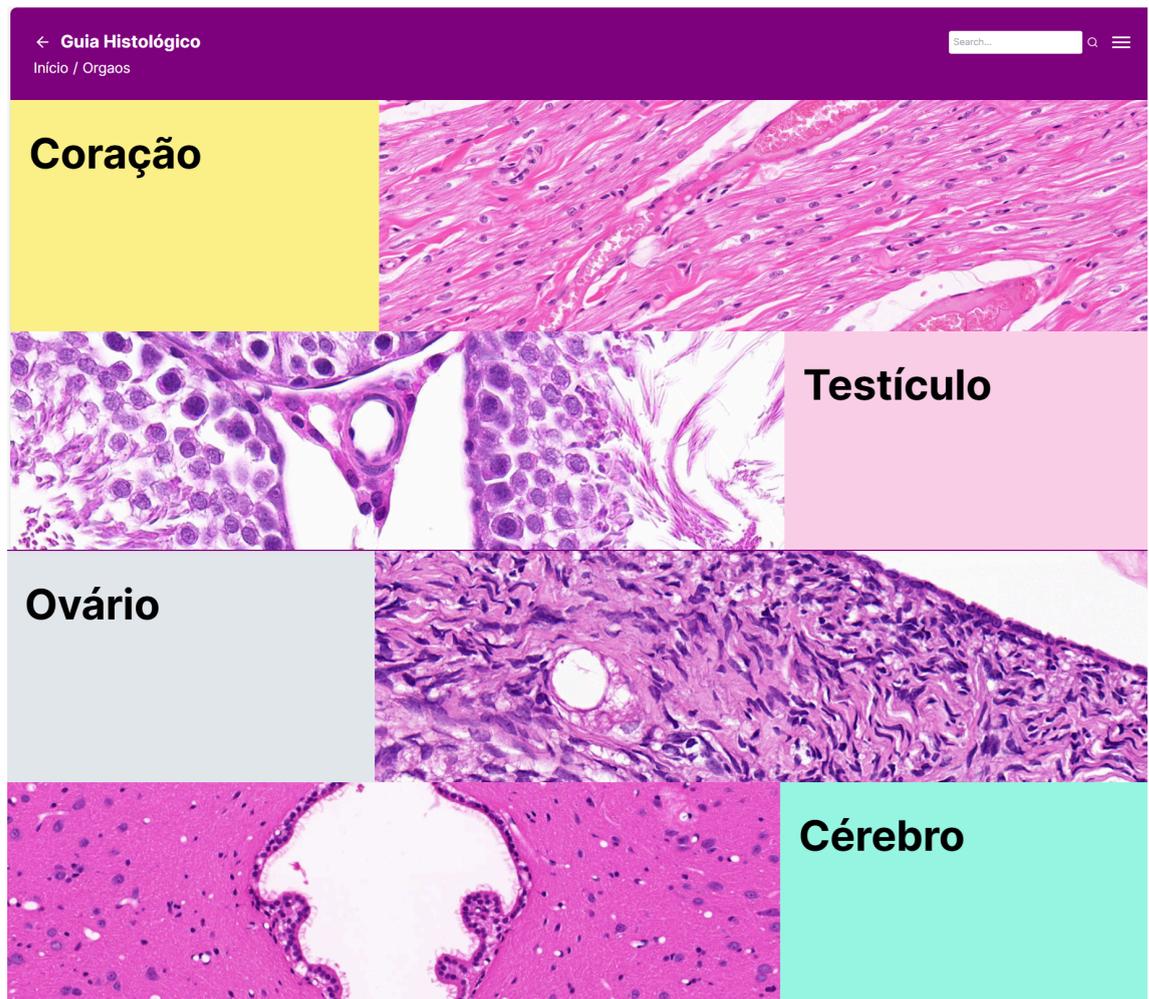


Figura 6. Página “Órgãos” do guia histológico, com alguns dos órgãos presentes nesta seção.

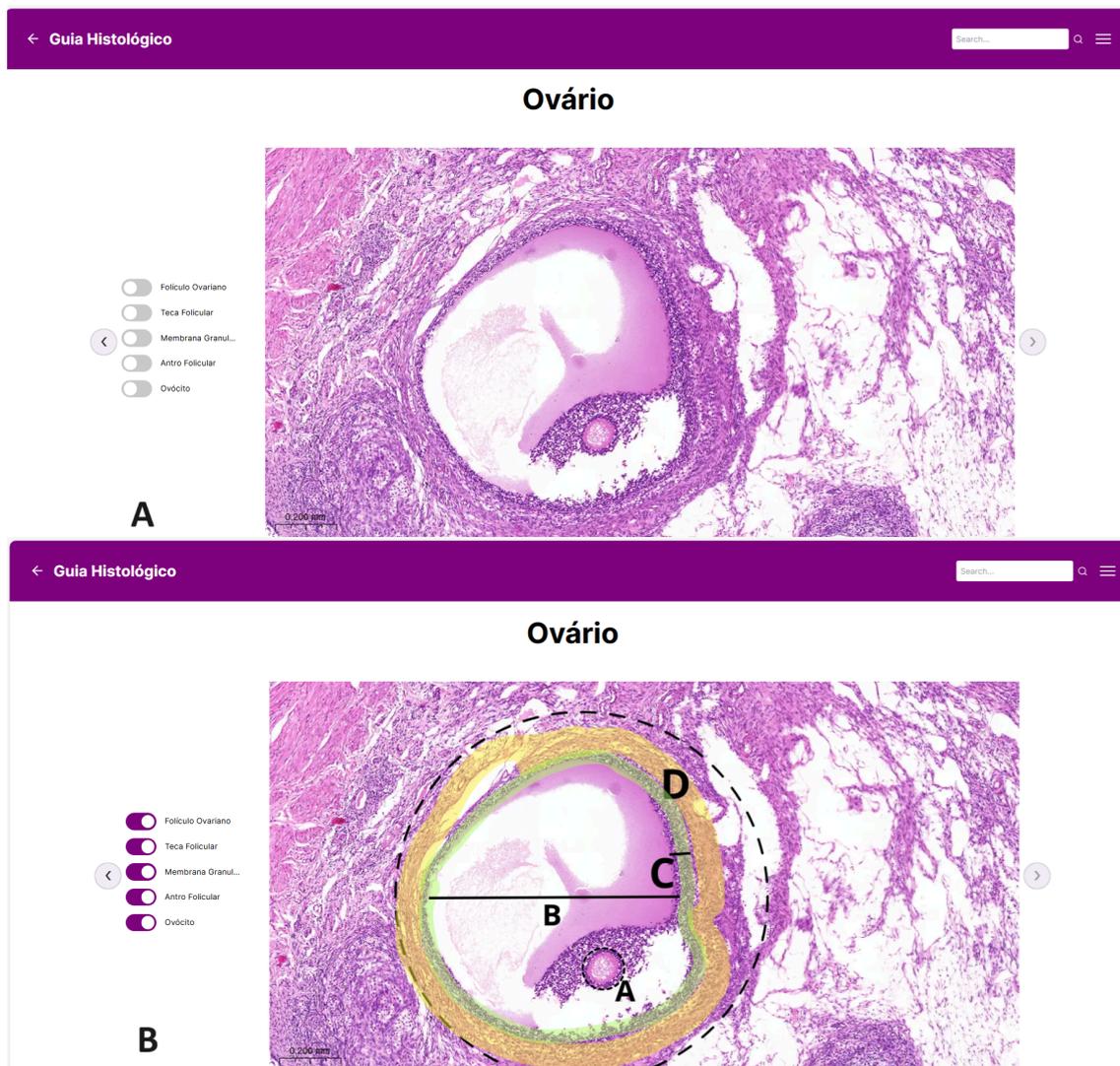


Figura 7 – Página “Ovário”, mostrando o design da página final de uma estrutura e os botões interativos. A- Imagem de folículo de Graaf sem identificação das estruturas. B- Imagem de folículo de Graaf após seleção dos botões interativos à esquerda, mostrando agora a identificação de cada uma das estruturas selecionadas.

Um dos recursos destacados do site é a implementação de botões interativos que permitem aos usuários selecionar ou desmarcar as marcações que explicitam os objetos de interesse nas imagens histológicas (Figura 8). Essa funcionalidade torna o estudo mais dinâmico, permitindo que os usuários personalizem a visualização conforme suas necessidades e preferências. Dessa forma, os alunos podem focar nas

estruturas específicas de interesse ou visualizar as imagens sem marcações, auxiliando a compreensão e o aprendizado.

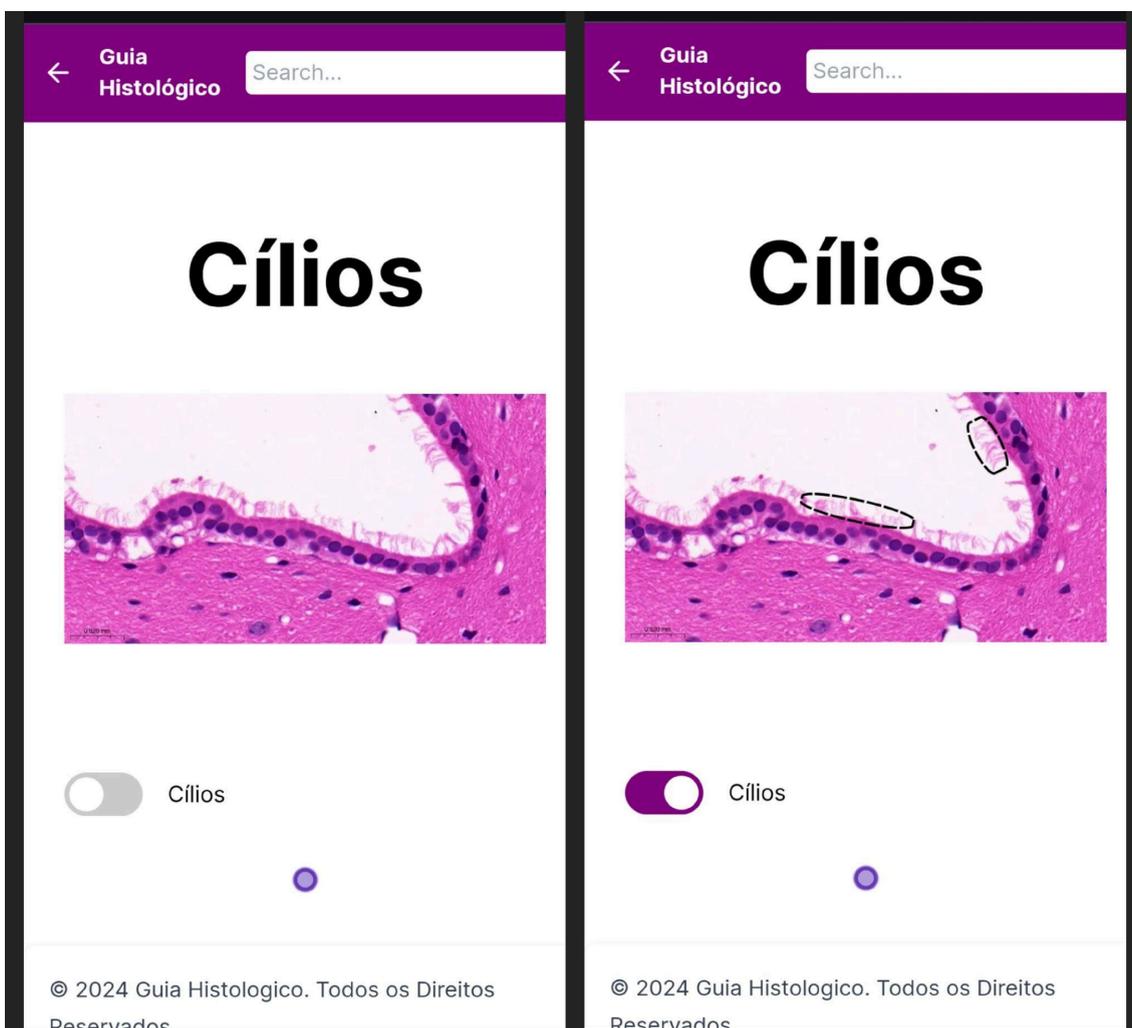


Figura 8. Botões interativos para exploração do Guia.

O acesso a ferramentas educacionais de qualidade é um desafio significativo no Brasil, especialmente em áreas de ciência e tecnologia. Ferramentas gratuitas desempenham um papel crucial no preenchimento dessa lacuna, proporcionando recursos valiosos que podem ser utilizados tanto por estudantes quanto por educadores. Segundo Santos e Figueira-Sampaio (2022), a utilização de software livre na educação matemática no Brasil tem demonstrado resultados positivos, especialmente em regiões menos favorecidas (SANTOS e FIGUEIRA-SAMPAIO, 2022). Em um país, onde as disparidades econômicas e de acesso à educação são marcantes, a disponibilização de plataformas educacionais gratuitas e de fácil acesso é um passo

crucial para democratizar o conhecimento e promover a inclusão educacional (ARAÚJO e LUZIO, 2005).

Plataformas como o site desenvolvido neste projeto oferecem uma solução prática para o ensino de histologia, uma disciplina fundamental na formação básica de estudantes da área de saúde e biologia. Através de um recurso gratuito e acessível, estudantes de diferentes regiões e contextos socioeconômicos podem ter acesso a conteúdos de alta qualidade, que de outra forma poderiam estar restritos a instituições com mais recursos (GONDRA e SCHUELER, 2008), como era o caso. Complementarmente, ferramentas como esta podem incentivar o aprendizado autodidata, permitindo que os alunos avancem em seus estudos de forma independente e no seu próprio ritmo (BAKER e SMITH, 2019), facilitando a compreensão e a retenção de informações (FERREIRA e BRITO, 2020).

O site desenvolvido visa não apenas facilitar o ensino autodidata, mas também servir como um recurso de apoio para os docentes. A capacidade de interagir com imagens de alta qualidade e de acessar informações detalhadas sobre estruturas histológicas torna o aprendizado mais envolvente e eficaz (HOF, 2013). Para os professores, a plataforma oferece uma ferramenta adicional para complementar suas aulas, permitindo uma abordagem mais dinâmica e interativa (AKKARI, 2021).

Existem outras plataformas voltadas para o ensino de histologia que oferecem diferentes abordagens e níveis de interatividade. Por exemplo, o site da Universidade Federal de Goiás (<https://histologia.icb.ufg.br/epite.html>) apresenta conteúdos importantes, utilizando imagens e textos explicativos para o ensino de histologia. Outras plataformas notáveis são o Atlas de Histologia da PUCRS (<https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivres/livros/atlas-de-histologia/>), que adota uma abordagem interativa com o uso de cores para realçar as estruturas histológicas e o MOL -Histologia interativa online - da USP (<https://mol.icb.usp.br/>)

A diversidade de ferramentas disponíveis é extremamente benéfica para o aprendizado, pois permite que os alunos escolham os recursos que melhor se adaptam às suas necessidades e preferências de estudo. Quanto mais ferramentas diferentes

estiverem disponíveis, melhor será para o aprendizado, pois cada plataforma contribui com abordagens únicas que podem complementar umas às outras. O site desenvolvido neste projeto contribui significativamente para essa diversidade ao oferecer uma interface interativa e recursos visuais otimizados, melhorando a compreensão das estruturas histológicas de maneira eficaz.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto gerou um produto tecnológico educacional na forma de um site como guia interativo para a histologia em alta qualidade, intuitivo, e com grande potencial para se tornar um instrumento de uso contínuo, seja durante as aulas, monitorias ou momentos de estudos individualizados. Ainda destaca-se que este guia está disponível para domínio público, podendo ser útil não somente pela comunidade interna, mas com a divulgação do mesmo, para um contexto de extensão, envolvendo outras instituições, discentes, docentes, pesquisadores, e público no geral.

Recomenda-se, portanto, a continuidade deste projeto, na modalidade pesquisa ou extensão, com incremento constante das imagens e das funcionalidades do guia, para que ele permaneça relevante e útil para as futuras gerações de estudantes e profissionais da área de saúde (GONDRA e SCHUELER, 2008). Além disso, sugere-se a expansão do produto para outras áreas da biologia e da medicina, como na histologia de plantas e na patologia humana, por exemplo, aproveitando a estrutura e a metodologia desenvolvidas neste projeto (SANTOS e FIGUEIRA-SAMPAIO, 2022).

Sugere-se também implementar outras ferramentas no site, como metodologias de gamificação, para melhorar a experiência de aprendizagem do usuário, alinhando a ferramenta com as novas tendências educacionais digitais (FERREIRA e BRITO, 2020). Por fim, a integração de inteligência artificial para a identificação automática de estruturas histológicas também é uma possibilidade a ser explorada, tornando o recurso ainda mais avançado e inovador para o ensino e a pesquisa (BAKER e SMITH, 2019).

REFERÊNCIAS

3DHISTECH. **Slideviewer**. Disponível em: <https://www.3dhistech.com/>. Acesso em: 4 ago. 2024.

ABRAHAMSOHN, Paulo. MOL – **Histologia Interativa Online**. 4ª edição. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em: <https://mol.icb.usp.br/>. Acesso em: 04 ago 2024.

AKKARI, A. Improving Basic Education in Brazil. In: ZAJDA, J. (Ed.). **Third International Handbook of Globalisation, Education and Policy Research**. Springer, 2021.

ARAÚJO, C. H.; LUZIO, N. **Avaliação da educação básica. Em busca da qualidade e equidade no Brasil**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2005.

BAKER, T.; SMITH, L. **Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges**. London: Nesta Foundation, 2019.

BLOODGOOD, R. A.; OGILVIE, R. W. Trends in histology laboratory teaching in United States medical schools. **Anatomical Record - Part B New Anatomist**, v. 289, n. 5, p. 169–175, 2006.

BRACEGIRDLE, Brian. The history of histology: A brief survey of sources. **History of Science**, v. 15, n. 2, p. 77-101, 1977.

BRAINMAPS: **An Interactive Multiresolution Brain Atlas**. Disponível em: <http://brain-maps.org/>. Acesso em: 01 maio 2023.

BRELJE, T. C.; SORENSON, R. L. **Histology Guide -- A Virtual Histology Laboratory**. Disponível em: <http://histologyguide.com/>. Acesso em: 01 maio 2023.

CAIRNCROSS, S.; MANNION, M. Interactive multimedia and learning: Realizing the benefits. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 38, n. 2, p. 156–164, 2001.

CALADO, A. M. História do Ensino de Histologia. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 20, p. 455–466, 2019.

CANVA. Canva: um Kit de Criação Visual para todo mundo. Canva, 2024. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 03 ago. 2024.

CHAPMAN, J. A.; LEE, L. M. J.; SWAILES, N. T. From Scope to Screen: The Evolution of Histology Education. **Advances in Experimental Medicine and Biology**. Springer, 2020.

COLUMBIA UNIVERSITY. **Histology Teaching Slides**. Disponível em: <https://histologylab.cml.columbia.edu/slides/slide101/>. Acesso em: 01 maio 2023.

CRACOLICI, V. et al. Art as a Learning Tool: Medical Student Perspectives on Implementing Visual Art into Histology Education. **Cureus**, 23 jul. 2019.

DE SOUZA, Sandro Cilindro. Anatomia: aspectos históricos e evolução. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 10, n. 1, p. 3-6, 2011.

DUARTE, A. M. R. C. **Histologia: Fundamentos e Prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

ESMERALDO, A. et al. **Educação Atlas Virtual Interativo de Histologia e Biologia Celular**. [s.l.: s.n.]. 2014.

GLATZ-KRIEGER, K.; GLATZ, D.; MIHATSCH, M. J. Virtual Slides: High-Quality Demand, Physical Limitations, and Affordability. **Human Pathology**, v. 34, n. 10, p. 968–974, 2003.

FERREIRA, D. O.; BRITO, M. L. A. Quality of care in the clothing trade: A study in the city of Currais Novos-RN. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e93922093, jan. 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i2.2093.

GARTNER, Leslie P. **Atlas Colorido de Histologia**, 7ª edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788527734318. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527734318/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

GONDRA, J.; SCHUELER, A. **Educação, poder e sociedade no Império Brasileiro**. São Paulo: Cortez Editora, 2008.

HARRIS, T.; LEI, Z.; MCNAMARA, P.; BUI, A. **Medical Image Analysis**. Springer, 2001.

HEIDGER, P. M. et al. Integrated approach to teaching and testing in histology with real and virtual imaging. **Anatomical Record**, v. 269, n. 2, p. 107–112, 15 abr. 2002.

HOF, Robert D. Deep learning. **Technology Review**, v. 116, n. 3, p. 32–36, 2013.

HOLADAY, L. et al. Preference of interactive electronic versus traditional learning resources by University of Michigan medical students during the first year histology component. **Medical Science Educator**, v. 23, p. 607–619, 2013.

HORTSCH, M. Teaching and learning of histology and pathology in the digital age. **Annals of Anatomy**, v. 195, n. 1, p. 28–36, 2013.

HUSMANN, P. R.; O'LOUGHLIN, V. D.; BRAUN, M. W. Quantitative and qualitative changes in teaching histology by means of virtual microscopy in an introductory course in human anatomy. **Anatomical Sciences Education**, v. 2, n. 5, p. 218–226, 2009.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS MÉDICAS BÁSICAS DA UNIVERSIDADE DE INDIANA. **Histologia Básica**. Disponível em: <http://medsci.indiana.edu/histo/toc.htm>. Acesso em: 01 maio 2023.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos U.; CARNEIRO, José. **Histologia Básica: Texto e Atlas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2023. E-book. ISBN 9788527739283. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527739283/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

KHOGALI, S. E. O. et al. Integration of e-learning resources into a medical school curriculum. **Medical Teacher**, v. 33, n. 4, p. 311–318, abr. 2011.

LEI, Z.; YIN, J.; ZHAO, Q.; CHEN, H. Digital histology: The next generation of teaching histology. **Journal of Anatomy**, v. 206, n. 4, p. 409–417, 2005.

MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; NOVAK, J. D. Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View. **Academic Press**, 2001.

MOXHAM, B. J. et al. The attitudes of medical students in Europe toward the clinical importance of histology. **Clinical Anatomy**, v. 30, n. 5, p. 635–643, 1 jul. 2017.

NEXT.JS. Disponível em: <https://nextjs.org/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

DE SOUZA NUNES, Clarissa; CINSA, Laetitia Alves. Princípios do processamento histológico de rotina. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais-Animais e Humanos Interdisciplinary Journal of Experimental Studies**, v. 8, n. 1, 2016.

PAWLINA, Wojciech. **Ross Histologia - Texto e Atlas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788527737241. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527737241/> . Acesso em: 04 ago. 2024.

REACT. Disponível em: <https://pt-br.legacy.reactjs.org/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação: Além da Interação Homem-Computador**. Porto Alegre: Bookman, 2013

SANT'ANNA, C. S. et al. Prática deliberada no ensino de histologia na graduação em Medicina: estudo prospectivo randomizado e controlado. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 46, n. 2, 2022.

SANTA-ROSA, C. C.; STRUCHINER, M. Uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Histologia. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 3, p. 385–392, 2011.

SANTOS, E. E. F.; FIGUEIRA-SAMPAIO, A. Teacher Education in Brazil: The Use of Free Software in Math Education. In: PETERS, M. A. (Ed.). **Encyclopedia of Teacher Education**. Springer, 2022.

SELVIG, D. et al. Correlating students' educational background, study habits, and resource usage with learning success in medical histology. **Anatomical Sciences Education**, v. 8, n. 1, p. 1–11, 1 jan. 2015.

SUPABASE. Disponível em: <https://supabase.com/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

THOMPSON, A. R.; LOWRIE, D. J. An evaluation of outcomes following the replacement of traditional histology laboratories with self-study modules. **Anatomical Sciences Education**, v. 10, n. 3, p. 276–285, 1 maio 2017.

THORNE, K. Blended learning : how to integrate online & traditional learning. [s.l.] **Kogan Page**, 2003.

TITFORD, Michael. A short history of histopathology technique. **Journal of Histotechnology**, v. 29, n. 2, p. 99-110, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Epite. Disponível em: <https://histologia.icb.ufg.br/epite.html>. Acesso em: 03 ago. 2024.

VERCEL. Disponível em: <https://vercel.com/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

EDITORA PUCRS. Atlas de Histologia. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivro/livros/atlas-de-histologia/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

YEN, P. Y. et al. Students' Expectations of an Online Histology Course: a Qualitative Study. **Medical Science Educator**, v. 24, n. 1, p. 75–82, 1 mar. 2014.