



DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO DIDÁTICO PARA PRÁTICA DE MEDIÇÃO UTILIZANDO RÉGUA E PAQUÍMETRO

DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL APPLICATION FOR MEASUREMENT PRACTICE USING A RULER AND CALIPER

Daniel Vitor Pereira¹, Mateus Antunes Oliveira Leite²,
Thiago Gomes Cardoso³, Adriel Magalhães Souza⁴

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v44p166-179.2025

RESUMO: O manuseio de um sistema de medição é fundamental para a área da metrologia, em especial para os profissionais das Ciências Exatas. Em razão dos altos custos de montagem e manutenção de um laboratório de metrologia completo, a construção de laboratórios virtuais se apresenta como uma alternativa acessível, voltada ao fortalecimento da aprendizagem na referida área, por meio de simulações de medição com a utilização dos instrumentos de medição existentes. O contato reduzido dos alunos com os instrumentos e sistemas de medição, restrito ao laboratório, também é uma das dificuldades encontradas. Uma alternativa para superar esses entraves é a utilização de plataformas de programação, capazes de replicar, em ambiente virtual, a realidade do laboratório. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo para Android e Windows, no ambiente GODOT, destinado à simulação da régua e do paquímetro, nos sistemas inglês e métrico. Tais instrumentos apresentarão ao usuário orientações do processo de medição, cuidados a serem tomados e todo o passo a passo para a obtenção do resultado de medição. Em relação ao desenvolvimento do aplicativo denominado METROLAB, utilizou-se o ambiente virtual GODOT para sua criação, no qual foram incorporadas imagens reais dos instrumentos em cenas de simulação. Em relação aos dados obtidos, pode-se observar a eficácia do aplicativo, principalmente pela sua característica de usabilidade e navegabilidade. A sua aplicação como material de apoio da disciplina pode auxiliar no processo de aprendizagem de seus usuários. Por fim, conclui-se a relevância da criação de laboratórios virtuais como recurso de apoio à formação profissional, favorecendo um aprendizado mais eficaz e dinâmico. Além disso, tais ambientes contribuem para o desenvolvimento da confiança dos usuários e para uma maior familiaridade com os sistemas de medição abordados neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: aplicativo; paquímetro; GODOT; régua; laboratório virtual; aprendizagem, metrologia.

ABSTRACT: The use of a measuring system is fundamental to the field of metrology, especially for professionals in the exact sciences. Considering the costs of setting up and maintaining a complete metrology laboratory, the construction of virtual laboratories is an affordable alternative, seeking to reinforce learning in this area through measurement simulations using existing measuring instruments. Students' limited contact with measuring instruments and systems, restricted to the laboratory, is also one of the difficulties encountered. One alternative to overcome these obstacles is through the use of programming platforms, in which it is possible to replicate the reality of the laboratory in a virtual environment. This work aims to develop an application for Android and Windows in the GODOT environment, simulating a ruler and caliper, both in the English and metric systems. These instruments will provide the user with guidance on the measurement process, the precautions to be taken and the step-by-step process of obtaining the measurement result. As for the development of the application called METROLAB, the virtual environment GODOT was used to create it, incorporating real images of the instruments into simulation scenes. The data obtained shows the effectiveness of the application, mainly due to its usability and navigability. Its application as support material for the subject can help in the learning process of its users. Finally, the importance of creating virtual laboratories was concluded, helping in the process of professional training of users in an effective and dynamic way, as well as bringing confidence and greater intimacy with the use of the measurement systems targeted in this work.

KEYWORDS: application; caliper; GODOT; ruler; virtual laboratory; learning; metrology.

¹ Estudante do curso técnico em Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), danieloficial27@hotmail.com

² Prof. Dr. em Engenharia Elétrica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), mateusantunes@cefetmg.br

³ Prof. Me. em Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFETMG), thiagocardoso@cefetmg.br

⁴ Prof. Dr. em Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), adrielmagalhaes@cefetmg.br



INTRODUÇÃO

Os instrumentos e sistemas de medição (régua, paquímetros, micrômetros etc.) constituem meios para correlacionar o valor do mensurando a uma grandeza definida. Porém, com a aplicação dos meios de medição ao mensurando, esse processo é inevitavelmente afetado pelos erros de medição (Albertazi Jr. e Sousa, 2008). Para minimizar tais erros e realizar leituras confiáveis, é necessário ter domínio de conhecimentos metrológicos, entre eles a ciência dos instrumentos existentes, suas aplicações e práticas.

Um dos cerne da metrologia é o ensino dos meios corretos de utilização de instrumentos de medição e identificação das variáveis que geram incerteza na obtenção das medidas, conduzindo o aluno a, não apenas a realizar as medições com os instrumentos fornecidos e a agir de forma a dirimir as principais fontes de erro do sistema, mas também a expressar o resultado de medição informando a incerteza presente (BIPM, 2019). Um dos obstáculos desse processo é o contato reduzido dos alunos com os instrumentos e sistemas de medição, que geralmente fica restrito ao laboratório. Uma alternativa para sanar tal entrave é a utilização de plataformas de programação para simular, em ambiente virtual, a realidade do laboratório.

Diversos estudos têm abordado a importância da aprendizagem ativa em metrologia, a partir de ferramentas que complementam as aulas práticas em laboratório. A Tabela 1 apresenta uma comparação entre os estudos que envolvem aprendizagem virtual em metrologia. Wee e Ning (2014) desenvolveram *applets offline* para fornecer uma visão 2D de instrumentos de medição, facilitando a compreensão dos alunos. Ballu *et al.* (2016) criaram um Sistema de Gestão de Aprendizagem integrado a um Laboratório Virtual, permitindo acesso remoto a simulações 3D de instrumentos de medição. Al-Zahrani (2010) e Adam *et al.* (2020) também desenvolveram aplicativos web e simuladores 2D para melhorar a compreensão dos alunos em metrologia. Bertrand *et al.* (2015) foram além ao criar uma simulação imersiva de realidade virtual, utilizando óculos de realidade aumentada e rastreadores para uma experiência de aprendizado mais envolvente. Yan *et al.* (2017) e Gómez *et al.* (2011) também contribuíram com laboratórios virtuais 3D e ambientes interativos para promover uma aprendizagem mais prática e autônoma. Finalmente, Genc *et al.* (2016) focaram em simuladores de paquímetros para autoavaliação, destacando os benefícios da simulação para diferentes contextos educacionais.



Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos envolvendo aprendizagem virtual em metrologia

Ref.	Nome do aplicativo	Linguagem de programação	2D	3D	Interativo	Instrumentos de medição	Unidades	Análise estatística
[1]	Virtual Metrology Lab	Javascript e shockware	Sim	Não	Sim	Paquímetro, micrômetro, goniômetro e relógio comparador	mm e graus	Não
[2]	Virtual Metrology	Web GL e Javascript	Não	Sim	Não	Paquímetro, micrômetro e relógio comparador	mm	Sim
[3]	Paquímetro, micrômetro modelo	Easy Java simulation	Sim	Não	Sim	Paquímetro e micrômetro	mm	Não
[4]	Virtual Measuring Toolkit	-	-	-	-	Paquímetro, régua, balança de feixe duplo, cronômetro e vidro de medição de volume e área	-	-
[5]	Ambiente virtual imersivo	Blender e renderizado no motor jogo Unity	Sim	Sim	Sim	Paquímetro, micrômetro e régua	mm e pol	Não
[6]	Software educacional	Javascript	Sim	Não	Sim	Paquímetro, micrômetro, rugosímetro e gráficos de medição	mm e pol	Sim
[7]	Modelo de pele	Unity e método dos Elementos Finitos	Não	Sim	Sim	Paquímetro, micrômetro e bloco padrão	mm	Sim
[8]	Metrologia dimensional aplicada	Macromedia,Lingo, javascript e actionscript	Sim	Não	Sim	Paquímetro, micrômetro, bloco padrão, relógio comparador e projetor de perfil	mm	Não
[9]	Simulação de paquímetro	Software de computador	Sim	Não	Sim	Paquímetro	mm e pol	Não
[10]	Measurement and Metrology	-	-	-	-	-	mm e pol	Não
[11]	Vernier caliper	-	Sim	Não	sim	Paquímetro, micrômetro, Relógio comparador e goniômetro	mm, pol e graus	Não
[12]	METROLAB	GDScript	Sim	Não	Sim	Paquímetro e régua	mm e pol	Sim

Fonte: [1] Al-Zahrani (2010), [2] Ballu et al. (2016), [3] Wee e Ning (2014), [4] Adam et al. (2020), [5] Bertrand et al., [6] Galván C et al. , [7] Yan et al.[8] Gómez et al. (2011), [9] Garip Genc et al. (2016), [10] Engineering Wale Baba (2025), [11] Octavian Fometescu (2024), [12] autores deste trabalho (2025).



Os estudos supracitados demonstram uma tendência em utilizar tecnologias digitais para aprimorar o ensino de metrologia e promover uma aprendizagem mais eficaz e envolvente. As tecnologias variam desde simulações simples, em 2D, até ambientes virtuais complexos em 3D e realidade aumentada. Além disso, existe uma preocupação com a interatividade e a acessibilidade das simulações, visando envolver os alunos de forma mais eficaz em seus processos de aprendizagem. A diversidade de abordagens também reflete a adaptação das tecnologias às diferentes faixas etárias e níveis de ensino, desde o Ensino médio até a Educação Técnica e Superior.

A análise do estado da arte proporcionou uma visão abrangente das pesquisas e iniciativas em metrologia, todas voltadas para impulsionar o conhecimento no ensino das questões relacionadas à medição. Entretanto, ainda existem lacunas científicas a serem preenchidas para o avanço do conhecimento na área, como a inclusão de simulações de instrumentos de medição baseadas em imagens reais, o que aumentaria o grau de realismo. Além disso, a implementação de uma seção dedicada à análise estatística e aos resultados de medições simuladas pode contribuir significativamente para a qualidade do aprendizado. Assim, espera-se que o *software* apresentado neste trabalho apoie os discentes em sua formação, promovendo a integração entre os estudos teóricos em sala de aula e a aplicação prática em um ambiente virtual simplificado e versátil. Vale ressaltar que o uso de tecnologias digitais, como smartphones e computadores, reflete a realidade atual, em que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante no processo de formação profissional.

Dessa forma, este estudo visa complementar aulas práticas da disciplina de Metrologia, promovendo uma experiência mais eficiente e inclusiva ao integrar os alunos ao ambiente laboratorial de maneira virtual. Ao complementar o método tradicional de ensino em ambientes físicos, o projeto possibilita o desenvolvimento de um ambiente virtual interativo, intuitivo e amigável, atendendo aos objetivos definidos.

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver um aplicativo para Android e Windows que permita aos usuários interagir com dois sistemas de medição: régua sem encosto e paquímetro universal, nos sistemas inglês e métrico.

Além disso, a produção do aplicativo contou com inovações no campo do ensino em metrologia, como a utilização de fotografias de instrumentos de medição físicos para a simulação de medição, uma seção dedicada à análise estatística e ao cálculo do resultado de medição com base em graus de liberdade



e a produção de uma *playlist* de vídeo aulas relacionadas aos instrumentos de medição simulados

METODOLOGIA

O desenvolvimento do aplicativo METROLAB foi organizado em quatro etapas principais: captura e edição das imagens dos instrumentos, seleção do motor gráfico, *design* da interface e produção das cenas do aplicativo. Todas as etapas foram planejadas para garantir a qualidade técnica, estética e funcional do projeto.

Inicialmente, para a obtenção de imagens reais dos instrumentos de medição, foi definido um local que apresentasse boa iluminação, espaço adequado para a instalação do suporte da câmera e condições de estabilidade para os instrumentos de medição. Foi utilizada uma câmera profissional, modelo Sony Alpha 37 mm (23,5 x 15,6), com sensor CMOS de 16,5 Megapixels e lentes SAL1855 de alto desempenho para maior zoom, garantido qualidade na obtenção das imagens. A utilização de um suporte tripé garantiu maior rigor no posicionamento da câmera, além de facilitar o trabalho para o operador. A Figura 1 apresenta o ambiente preparado.

Figura 1 – Estrutura para execução das fotos



Fonte: acervo dos autores (2025).

Para registrar a imagem do paquímetro, este foi fixado de modo a permitir sua movimentação por meio da escala principal, deslizando sobre o nônio mantido fixo, garantindo a mesma angulação a cada captura. Já a régua foi posicionada



verticalmente na parede, possibilitando uma captura frontal e facilitando a obtenção de contraste em sua escala.

As edições das imagens foram realizadas no Programa de Manipulação de Imagem do GNU (em inglês, *GNU Image Manipulation Program – GIMP*). Entre as principais edições feitas, pode-se citar a correção de inclinação, ajuste de camadas, máscara e pintura, entre outros ajustes finais. Especificamente para o paquímetro, foi necessário sobrepor duas fotos em que o instrumento se encontrava em posições diferentes em relação ao nônio, que não poderia sobrepor a mesma posição anterior, criando-se uma máscara, a partir da qual foi possível fazer o nônio deslizar sobre toda a escala graduada no motor gráfico.

Em seguida, selecionou-se o motor gráfico GODOT, devido a sua flexibilidade, além de que este possui um código aberto e utiliza a linguagem de programação GDScript, uma espécie de Python modificado. Iniciou-se com a definição das interfaces, o que tornou possível obter um panorama geral do que se esperava do aplicativo. Com as cenas pré-definidas, o próximo passo consistiu em construir as cenas tornando o *app* navegável.

Foram incorporadas as fotos ajustadas e vetorizadas no aplicativo METROLAB, por meio do motor gráfico GODOT, tornando possível construir as interfaces do *software* e iniciar a produção dos *scripts* de cada cena. Para a construção do *app* foi definida a tela principal, a qual mostra as funções agregadas do aplicativo, indicada pela Figura 2.

Figura 2 – Tela inicial



Fonte: acervo dos autores (2025).

A tela inicial, dividida em quatro grandes blocos, garante uma interface simples e amigável. No bloco “simulador de medição”, está presente o laboratório virtual do aplicativo, no qual é possível realizar medições com o paquímetro e com a régua, nos sistemas inglês e métrico. As resoluções disponíveis para o paquímetro



são de $1/128''$, 0,02 mm e 0,05 mm. Para a régua, as resoluções de $1/32''$, $1/16''$, 1 mm e 0,5 mm foram incorporadas no projeto. Também podem ser encontradas nesse bloco uma seção destinada a testar os conhecimentos do usuário, a partir da inserção de leituras corretas, uma avaliação conceitual em relação a conhecimentos metrológicos e uma em que se apresenta o nome e a função de cada componente de cada instrumento de medição.

No bloco “resultado de medição”, encontra-se uma análise estatística completa, nos sistemas inglês e métrico. Nele é possível realizar o cálculo do resultado de medição a partir das leituras obtidas em um laboratório real ou virtual, com base na média, no desvio padrão e na distribuição estatística *t* de Student. O usuário define o número de leituras que realizou e insere os valores medidos no aplicativo, além de ajustar a resolução utilizada e selecionar o nível de confiança desejado. O *script* coleta os dados inseridos e calcula os parâmetros estatísticos relevantes que serão apresentados na tela do usuário. O cálculo do intervalo de confiança utiliza a distribuição *t* de Student com base nos graus de liberdade e no nível de confiança selecionado.

No bloco “vídeo aulas”, o usuário pode selecionar o conteúdo didático de seu interesse, com acesso a uma *playlist* sobre a régua graduada e outra sobre o paquímetro. O material aborda desde a criação dos instrumentos até a forma correta de realizar medições de mensurados, incluindo um passo a passo para a obtenção de resultados de medição confiáveis e precisos com cada instrumento.

Por fim, no bloco “créditos”, são indicados os membros que trabalharam no projeto, os canais de suporte e atendimento ao usuário e os agradecimentos a todos que contribuíram de alguma maneira para a realização do projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aplicativo concluído, observa-se que sua utilização proporciona uma experiência interativa e amigável, atendendo ao objetivo proposto neste trabalho. A seguir, será apresentado um tour guiado pelo aplicativo desenvolvido.

Na tela inicial, o aplicativo apresenta quatro blocos principais: simulador de medição, resultado de medição, vídeo aulas e créditos. A Figura 2 ilustra essa interface.

Ao selecionar o bloco “simulador de medição”, o usuário é redirecionado para outra tela, também dividida em quatro blocos, conforme se vê na Figura 3.

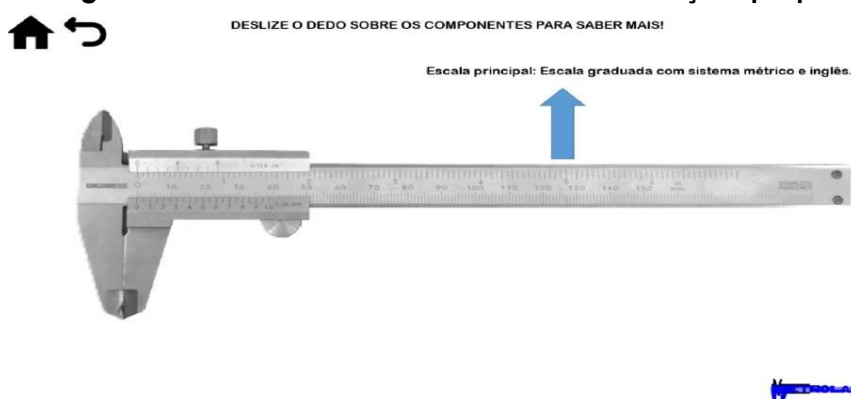
Figura 3 – Simulador de medição



Fonte: acervo dos autores (2025).

No bloco “conhecendo os instrumentos de medição”, é possível selecionar o paquímetro ou a régua. Ao deslizar o mouse ou o dedo sobre os instrumentos, ficará indicado na tela o nome do componente e a sua função. A Figura 4 e a Figura 5 demonstram esse procedimento.

Figura 4 – Conhecendo os instrumentos de medição: paquímetro



Fonte: acervo dos autores (2025).

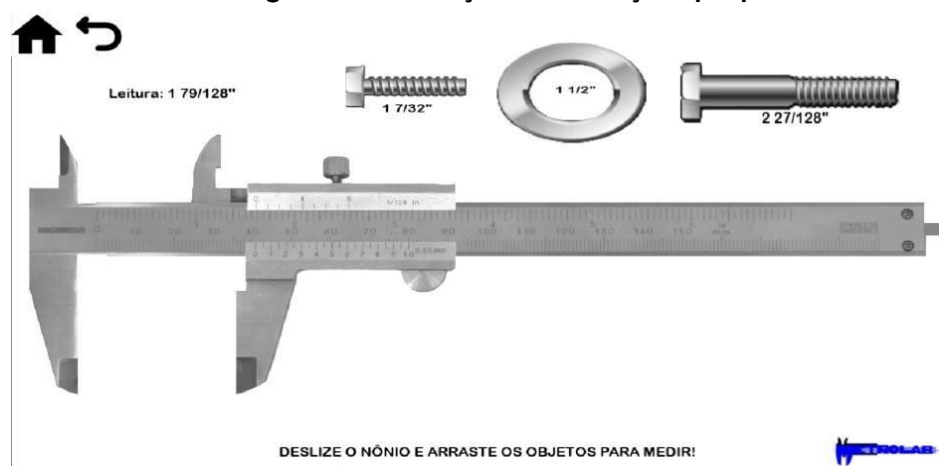
Figura 5 – Conhecendo os instrumentos de medição: régua



Fonte: acervo dos autores (2025).

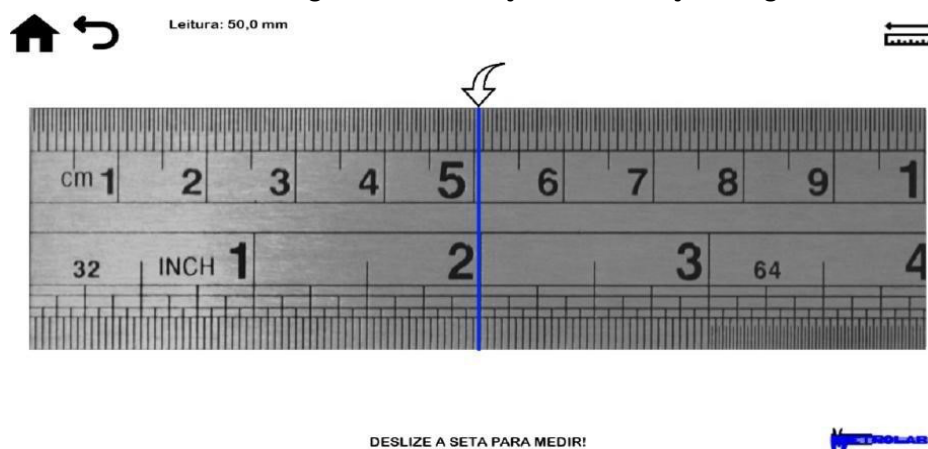
No bloco “simulação de medição”, é possível simular um ambiente de medição utilizando o paquímetro ou a régua, nos sistemas inglês ou métrico, com variadas resoluções para cada instrumento (Figura 6 e Figura 7).

Figura 6 – Simulação de medição: paquímetro



Fonte: acervo dos autores (2025).

Figura 7 – Simulação de medição: régua



Fonte: acervo dos autores (2025).

No bloco “avaliação conceitual”, o usuário é redirecionado para uma página na internet, na qual pode testar seus conhecimentos e fundamentos metrológicos por meio de um questionário. A Figura 8 ilustra essa funcionalidade.

Figura 8 – Avaliação conceitual

Laboratório virtual: Avaliação conceitual

Com o objetivo de melhorar a aprendizagem e facilitar os estudos, o Laboratório Virtual, apresenta um teste conceitual para preparar o usuário com conceitos fundamentais.

metrolabcefetarx@gmail.com [Switch account](#) 

 Not shared

*** Indicates required question**

Nome: * 1 point

Série:

Curso:

Your answer

Como se pode caracterizar uma régua graduada? * 1 point

☐ Um instrumento para medir massa.

☐ Um instrumento para medir distâncias ou dimensões lineares.

☐ Um instrumento para medir pressão.

☐ Um instrumento para medir temperatura.

Fonte: acervo dos autores (2025).

Ao selecionar o bloco “testando os conhecimentos”, o usuário é redirecionado para uma tela em que o paquímetro ou a régua são apresentados em posições aleatórias, e o usuário deve inserir a leitura correta para avançar para a próxima imagem e responder ao novo desafio. A Figura 9 ilustra esse funcionamento.

Figura 9 – Testando seus conhecimentos

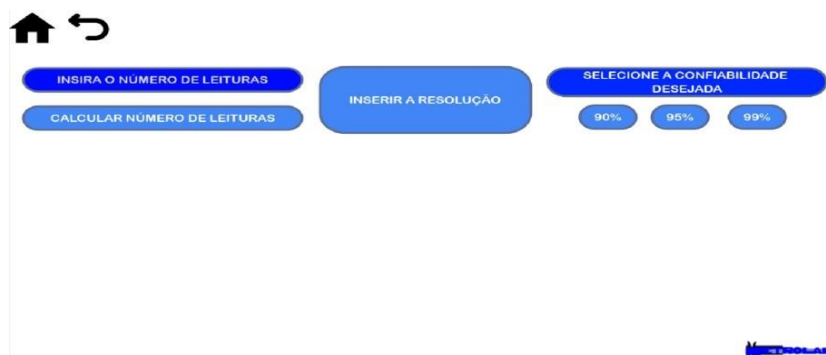


Fonte: acervo dos autores (2025).

Por sua vez, no bloco “resultado de medição”, na tela inicial, é possível calcular a média, o desvio padrão, a distribuição estatística t de Student e o resultado de medição nos sistemas inglês e métrico, com a confiabilidade desejada, da maneira correta, com base nos fundamentos metrológicos (Figura 10).



Figura 10 – Resultado de medição



Fonte: acervo dos autores (2025).

Ao optar pelo bloco “vídeo aulas”, na tela inicial, o usuário será redirecionado para o canal do METROLAB no *YouTube*, no qual ele terá acesso a uma *playlist* completa sobre paquímetro e a outra sobre régua graduada. A Figura 11 destaca a plataforma.

Figura 11 – Canal do METROLAB



Fonte: acervo dos autores (2025).

No bloco de “créditos”, também posicionado na tela inicial, é apresentado os membros do projeto, os canais de atendimentos e suporte ao usuário e os créditos da produção da logomarca do aplicativo (Figura 12).

Figura 12 – Créditos



Fonte: acervo dos autores (2025).



Dessa forma, o aplicativo desenvolvido, METROLAB, mostrou-se capaz de contribuir para o ensino da metrologia e da educação em medição, ao oferecer ao usuário uma experiência interativa e amigável. Os resultados esperados indicam potencial para impactar positivamente o desenvolvimento de competências dos alunos, melhorando a retenção do conhecimento e preparando-os para desafios futuros em suas carreiras, além de contribuir para sua empregabilidade e progressão de carreira.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do projeto cumpriu com os objetivos estabelecidos, oferecendo uma solução ao ensino de metrologia e práticas de medição. A ferramenta foi projetada para proporcionar aos usuários uma experiência de aprendizado acessível, interativa e eficiente. A seguir, destacam-se os principais pontos alcançados e como o aplicativo contribui para o ensino de metrologia, desde a compreensão dos conceitos básicos até a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

- i) O ambiente laboratorial virtual do METROLAB apresenta um material de estudo completo sobre instrumentos de medição, erros de medição, cuidados a serem tomados e procedimentos de medição, além de abordar princípios e fundamentos metrológicos, incluindo uma *playlist* completa de vídeo aulas e orientações detalhadas, o que facilita o entendimento e reforça a base teórica para os usuários.
- ii) O aplicativo inclui uma seção específica para resultados de medição, na qual os usuários podem visualizar, quantificar e compreender os erros envolvidos no processo, além de interagir com ferramentas estatísticas para manipular essas variáveis, promovendo uma aprendizagem dos conceitos de erro e precisão.
- iii) Utilizando o ambiente virtual GODOT, o aplicativo foi desenvolvido para proporcionar uma simulação de medição intuitiva e interativa, tanto no sistema métrico quanto no inglês, facilitando o aprendizado e a interação com os instrumentos de forma prática, realista e imersiva.
- iv) Com uma interface amigável e acessível para Android e Windows, o aplicativo METROLAB recria um ambiente laboratorial virtual, sendo possível facilmente adaptá-lo para outras plataformas como iOS, Linux



entre outras. Essa característica permite que o aplicativo seja multiplataforma, tornando possível diferentes usuários interagirem com o *software* educacional.

Portanto, conclui-se que o aplicativo METROLAB é uma ferramenta valiosa e inovadora, que garante o aprendizado da correta utilização dos sistemas e instrumentos de medição por meio de uma abordagem e metodologia eficaz. Essa ferramenta é fundamental para o processo de aprendizagem dos discentes, uma vez que intensifica o contato destes com os instrumentos de medição e com um ambiente laboratorial virtual, de uma forma acessível e interativa. Destaca-se ainda a possibilidade de o aplicativo ser aplicado no mercado, com o objetivo de treinar operadores que irão atuar nessa área industrial. O *app* acaba por auxiliar os operadores aumentando sua compreensão em metrologia, garantindo profissionais cada vez mais qualificados e completos para assumirem os desafios na indústria.

AGRADECIMENTOS

Os autores dedicam um agradecimento especial à memória do professor, amigo e irmão Thiago Gomes Cardoso, em reconhecimento a todo o apoio e esforço. Sua ausência será profundamente sentida. Agradecem, também, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro (EDITAL PIC00255-2023).

REFERÊNCIAS

- ADAM, A. S. et al. The Use of Virtual Measuring Toolkit toward Students' Cognitive and Procedural Knowledge Achievements. **Journal of Physics: Conference Series**, Surabaya, v. 1491, n. 1, p. 1-7, 2020.
- ALBERTAZZI JR, G.; SOUSA, A. R. **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2008.
- AL-ZAHRANI, F. Web-Based Learning and Training for Virtual Metrology Lab. **JOURNAL OF TELECOMMUNICATIONS**, v. 1, n. 2, p. 42-54, 2010.
- BABA, E. W. **Measurements And Metrology**, 4 Setembro, 2024.
- BALLU, A. et al. **Virtual Metrology Laboratory for e-Learning**. Procedia CIRP, 14th CIRP CAT 2016 - CIRP Conference on Computer Aided Tolerancing, v. 43, p. 148– 153, 1 jan. 2016.



BERTRAND, J. et al. The Role of Dimensional Symmetry on Bimanual Psychomotor Skills Education in Immersive Virtual Environments. **IEEE Virtual Reality Conference**, Arles, p. 23-27, 2015.

BIPM. Brochura SI: O Sistema Internacional de Unidades (SI). **BIPM**, p. 102, 2019.
Disponível em: <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>. Acesso em: 09 nov. 2024.

FOMETESCU, O. **Vernier Caliper**, 22 Julho, 2024.

GALVÁN C, H. I. **Educational Software For Metrology Using Java Applets**, p. 1-6. Disponível em: <https://www.cenam.mx/dimensional/pdfs/83502.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2024.

GENC, G. et al Caliper simulation using computer for vocational and technical education. **ERPA**, p. 1-5, 2016.

GÓMEZ, E. et al. Developing a new interactive simulation environment with Macromedia Director for teaching applied dimensional metrology. **ELSEVIER**, Amsterdã, v. 44, n. 9, p. 1730-1746, 2011.

MITCHELL, T. **CODEWRITEPLAY**, 2024. Disponível em: <<https://codewriteplay.com/2024/07/16/i-tried-correcting-one-word-in-thegodotengine-documentation/>>. Acesso em: 27 set. 2024.

WEE, L. K. L.; NING, H. T. Vernier caliper and micrometer computer models using Easy Java Simulation and its pedagogical design features – ideas for augmenting learning with real instruments. **Educação em Física**, Bristol, p. 1-8, 2014.

YAN, A. et al. Development of virtual metrology laboratory based on skin model shape simulation. **Springer International Publishing**, Berlim, p. 1023–1032, 2017.