PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM LÍNGUAS MATERNAS EM MOÇAMBIQUE POR MEIO DE TUTORIA MULTILÍNGUE COM A META AI

Alson José Muiambo[1]

[1]Universidade Federal de Pernambuco-CAA/ alson.muiambo@ufpe.br

Resumo: Moçambique é um país multilingue onde a maioria dos estudantes aprende matemática numa língua que não corresponde à sua língua materna, situação que pode dificultar a compreensão de conceitos e a resolução de problemas. Neste contexto, a inteligência artificial generativa apresenta potencial para apoiar a aprendizagem em línguas locais através de plataformas amplamente utilizadas, como o WhatsApp. O presente estudo investigou o potencial da Meta AI como ferramenta de tutoria de matemática em changana, uma das principais línguas moçambicanas. Adotou-se uma abordagem qualitativa, exploratória e de estudo de caso instrumental. Foram realizadas interações com a Meta AI em changana, envolvendo problemas matemáticos e pedidos de explicação passo a passo. As respostas foram posteriormente analisadas por falantes nativos. Os resultados mostram que a ferramenta é capaz de comunicar em changana e de fornecer explicações organizadas e pedagogicamente úteis. Contudo, foram identificados erros linguísticos, limitações de naturalidade discursiva e dificuldades na interpretação de numerais escritos por extenso, o que originou erros matemáticos. Conclui-se que a Meta AI possui potencial para apoiar a aprendizagem da matemática em língua materna, mas o seu uso educativo requer supervisão humana, validação por falantes nativos e adaptações específicas em línguas de baixos recursos.

Palavras-chave: Meta AI. Educação Matemática. Changana. Educação Bilíngue. Inteligência Artificial Generativa.

Introdução

Moçambique é uma sociedade profundamente multilingue, reunindo mais de 40 línguas nativas de origem Bantu, coexistindo com o português, língua oficial desde a independência (Guambe; Mutemba; Matavele, 2020). Apesar da língua oficial ser o português, apenas cerca de 47% da população o tem como língua materna e somente cerca de 26% das crianças em idade escolar comunicam-se nessa língua (Guambe; Mutemba; Matavele, 2020).

Durante décadas, o português constituiu o único meio de instrução, criando um desfasamento entre a língua da escola e as línguas utilizadas pelos alunos no cotidiano. Com o objetivo de reduzir essa distância, Moçambique iniciou, na década de 1990, um processo de valorização das línguas moçambicanas no sistema educativo, culminando com a implementação do Projeto de Escolarização Bilíngue em Moçambique (PEBIMO), desenvolvido entre 1993 e 1997 nas províncias de Gaza e Tete (Chambo, 2020). As avaliações do projeto apontaram benefícios importantes, incluindo maior participação dos alunos, aumento da autoconfiança, melhoria do rendimento escolar, reforço do bilinguismo e da biliteracia, bem como maior envolvimento das comunidades locais no processo educativo (Chambo, 2020). Posteriormente,

a educação bilíngue foi institucionalizada e reforçada pela Lei n.º 18/2018, embora persistam desafios relacionados com a formação de professores, a disponibilidade de materiais didáticos e a predominância do português nos exames nacionais (Chambo, 2020; Terra, 2021).

A centralidade da língua para a aprendizagem é particularmente evidente no ensino da matemática. A literatura demonstra que aprender matemática numa língua não materna exige dos alunos um esforço adicional de tradução e interpretação dos conceitos entre a língua de instrução e a língua utilizada em casa (Butgereit; Zhou, 2024). A compreensão de conteúdos técnicos tende a ser mais eficaz quando ocorre na língua materna (Butgereit; Staden, 2023), e estudos realizados em Moçambique mostram que dificuldades de proficiência em português podem comprometer a interpretação de problemas matemáticos e influenciar as estratégias de resolução adotadas pelos estudantes (Guambe; Mutemba; Matavele, 2020).

Evidências provenientes de outros países africanos reforçam essa conclusão. Na África do Sul, a compreensão do vocabulário revelou-se um fator decisivo na resolução de problemas matemáticos escritos (Phaladi; Rankhumise; Mwakapenda, 2024). Resultados semelhantes foram observados em programas de ensino bilíngue implementados no Gana e na Nigéria, que produziram melhorias na aprendizagem matemática e na retenção dos conhecimentos adquiridos (Agah; Maigana, 2025; Amidu, 2026). Embora os efeitos da educação bilíngue dependam dos contextos e modelos pedagógicos adotados, a literatura sugere de forma consistente que a aprendizagem na língua materna favorece a compreensão conceptual e a participação dos alunos (Malindi; Ndebele; Gobingca, 2023; Sanfo, 2022)

Esta questão assume ainda maior relevância quando considerada à luz dos desafios educacionais da África Subsariana. Em 2016, o Banco Mundial alertou que a insuficiente qualidade da educação, sobretudo nas áreas STEM, constitui um dos principais obstáculos ao desenvolvimento económico da região, sendo o baixo desempenho em matemática um fator particularmente preocupante (Butgereit, 2024). Neste contexto, torna-se fundamental explorar soluções capazes de ampliar o acesso a formas eficazes de apoio pedagógico, especialmente em contextos marcados pela escassez de recursos educacionais.

Paralelamente à expansão da educação bilíngue, o continente africano testemunhou um crescimento significativo do acesso a telemóveis e plataformas digitais de comunicação. Estudos realizados no Malawi e em Moçambique mostram uma utilização generalizada do WhatsApp para fins acadêmicos, favorecida pela ampla disponibilidade de smartphones e pela limitada difusão de computadores pessoais (Cambaza, 2023; Nyasulu; Dominic Chawinga, 2019). Durante a pandemia da COVID-19, o WhatsApp tornou-se a principal plataforma de

apoio ao ensino em muitas instituições moçambicanas (Martins *et al.*, 2021).

Sobre essa infraestrutura consolidaram-se experiências com chatbots educativos que utilizam aplicações de mensagens para apoiar a aprendizagem. Estudos realizados no Gana e noutros países africanos demonstraram que assistentes virtuais integrados ao WhatsApp podem contribuir positivamente para os processos educativos, sobretudo em contextos de recursos limitados (Essel *et al.*, 2022; Greeff; Rivers; Wilson, 2024), ainda que esta área permaneça em desenvolvimento (Smutny; Schreiberova, 2020).

O surgimento da inteligência artificial generativa ampliou significativamente essas possibilidades. Modelos de linguagem como GPT-4 e Meta AI têm sido utilizados como tutores capazes de fornecer explicações passo a passo, responder a perguntas e interagir em diferentes idiomas. Estudos recentes indicam que o feedback pedagógico alinhado com a língua materna do estudante pode melhorar significativamente os resultados de aprendizagem, sobretudo em línguas de baixos recursos (Tonga *et al.*, 2025). Resultados positivos também foram reportados no Malawi e na Libéria, onde soluções baseadas em IA têm sido utilizadas para apoiar estudantes e preparar candidatos para exames nacionais (Ndebvu *et al.*, 2026; Sannor *et al.*, 2025). No caso específico da Meta AI, evidências recentes sugerem potencial para melhorar a retenção do conhecimento e apoiar atividades educativas realizadas através do WhatsApp (Mieles; García, 2026).

Apesar dessas oportunidades, a literatura aponta limitações significativas. Modelos de linguagem podem produzir erros matemáticos, explicações plausíveis mas incorretas, enviesamentos e respostas inadequadas ao contexto pedagógico dos alunos (Baidoo-Anu; Ansah, 2023; Vasconcelos; Dos Santos, 2023; Wardat *et al.*, 2023). Esses desafios tornam-se mais pronunciados em línguas de baixos recursos, nas quais os modelos frequentemente apresentam dificuldades na interpretação de numerais, no raciocínio matemático e na compreensão de nuances linguísticas e culturais (Ding *et al.*, 2025; Raj *et al.*, 2026). Estudos também identificaram enviesamentos sistemáticos entre línguas, com desempenho superior em inglês em comparação com idiomas menos representados nos dados de treino (Mahran; Simbeck, 2025). Assim, embora a inteligência artificial generativa apresente potencial para apoiar a educação matemática em contextos multilíngues, o seu uso deve ser encarado como complementar ao trabalho docente, cuja função de mediação pedagógica permanece essencial (Martins *et al.*, 2021; Mieles; García, 2026).

É neste contexto que se insere o presente estudo, que procura analisar o potencial da Meta AI como ferramenta de tutoria matemática em changana, uma das principais línguas bantu

faladas no sul de Moçambique. Ao investigar as respostas produzidas pela IA em atividades de ensino da matemática na língua materna, pretende-se contribuir para a discussão sobre as possibilidades e limitações da inteligência artificial generativa na promoção de uma educação mais inclusiva, linguística e culturalmente contextualizada.

Metodologia

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, configurando-se como um estudo de caso instrumental. Nesse desenho, o caso, representado pelas interações entre um pesquisador e a Meta AI, acedida via WhatsApp, para o ensino de matemática em changana, língua bantu falada no sul de Moçambique, é examinado não por si só, mas como meio de iluminar uma questão mais ampla: as possibilidades e limitações da tutoria multilíngue mediada por inteligência artificial generativa em línguas de baixos recursos.

A construção do corpus deu-se em duas etapas. Na primeira, o pesquisador elaborou três problemas verbais em changana, contextualizados em situações do cotidiano e concebidos para cobrir três operações matemáticas distintas: subtração, multiplicação e fração de um conjunto. Em todos os problemas, os numerais foram apresentados por extenso em changana. Essa decisão foi deliberada e destinada a testar a capacidade do modelo de interpretar números escritos na língua, um dos pontos críticos identificados na literatura para línguas de baixos recursos (Ding et al., 2025; Raj et al., 2026). Cada problema foi enviado à Meta AI via WhatsApp, acompanhado do pedido de explicação passo a passo na língua materna, e as respostas do chatbot foram registadas integralmente, na íntegra, incluindo elementos como emojis e formulações conversacionais.

Na segunda etapa, as três respostas produzidas pela Meta AI foram submetidas à avaliação de dois falantes nativos de changana, sendo um professor de matemática e outro mestre em Linguística. Os avaliadores procederam, primeiro, à correção das respostas em cinco aspetos: gramatical, ortográfico, lexical, terminológico e de naturalidade linguística. Em seguida, emitiram um parecer estruturado sobre cada interação segundo quatro dimensões: (i) correção linguística; (ii) correção matemática; (iii) qualidade pedagógica; e (iv) clareza/naturalidade. As transcrições completas das interações, com as correções e os pareceres dos falantes nativos, constam do Anexo I.

Por fim, os dados, nomeadamente as transcrições, as correções e os pareceres, foram submetidos a uma análise de conteúdo qualitativa, organizada em torno das quatro dimensões de avaliação, com atenção especial à relação entre a qualidade linguística das respostas e a

correção matemática dos resultados apresentados.

Resultados e discussões

O corpus analisado é constituído por três interações entre o pesquisador e a Meta AI, conduzidas em changana e registadas integralmente. Cada interação partiu de um problema de palavras construído em contextos do cotidiano, com os numerais apresentados por extenso em changana e, entre parênteses, em algarismos, e foi seguida, em todos os casos, do pedido de explicação passo a passo na língua materna. A bateria cobriu as operações de subtração, multiplicação e fração de um conjunto.

As respostas do chatbot foram submetidas à revisão de dois falantes nativos de changana (dos quais um é professor de matemática e outro mestre em Linguística), que as corrigiram e avaliaram segundo quatro dimensões: correção linguística, correção matemática, qualidade pedagógica e clareza/naturalidade (transcrições completas no anexo). A dimensão linguística foi a que concentrou o maior número de correções. Para todas interações, os falantes nativos resumem o conjunto: "a língua é inteligível, mas ainda apresenta sinais de geração automática e falta de refinamento de falante nativo"; a resposta "é compreensível, mas não soa totalmente espontânea". As correções incidiram sobre a ortografia (njhani → njani; xiphiko → xiphiku; tirisile → tirhisile; Hikokwalaho → Hikokwalahu; swilo → swilu; eka sungulo → ku sunguleni), sobre preferências lexicais (emakete → bazara; nyike swikombiso → nyika swikombisu) e sobre partículas do registo conversacional (a abertura "Ehe, ndza ku twisisa" é reformulada como "A, ndza ku twisisa" e a partícula final "ku" é substituída por "ke"). Este comportamento confirma, no plano empírico, o que Ding et al. (2025) e Raj et al. (2026) documentam para línguas de baixos recursos: o desempenho dos modelos tende a ser percebido como inferior nas línguas de baixos recursos do que nas línguas de altos recursos, dado que é precisamente na qualidade linguística percebida que os avaliadores humanos assinalam as maiores fragilidades.

Do ponto de vista matemático, o corpus revela um padrão regular: o raciocínio está correto sempre que o modelo lê corretamente os dados do enunciado, e incorreto sempre que a leitura falha, concentrando-se as falhas, de forma sistemática, na interpretação dos numerais escritos por extenso. Na interação 1, o pesquisador informa possuir 12 galinhas e ter vendido 3 no mercado ("Ndzi ri na tihuku ta khume na mbirhi (12)... Ndzi xavise tinharhu (3)"), a leitura foi bem sucedida: o cálculo é exato ($12 - 3 = 9$) e acompanhado de verificação explícita. Já nas interações 2 e 3, precisamente as que exigiam transcrever um numeral composto por

extenso, o modelo falha. Na interação 2, o problema do agricultor que plantou 8 filas de milho com 15 plantas cada ("Murimi u byarile mintilla ya nhungu... swhlahla swa khume ni ntlhanu (15)"), o modelo lê as 8 filas como 12 e calcula $12 \times 15 = 180$, em vez de $8 \times 15 = 120$. Na interação 3, o problema da turma com 40, dos quais 4 em cada 10 são raparigas ("Eklasini ra hina ku ri na vadyondzi va makume-mune ..."), o modelo lê os 40 como 14 e responde que há quatro raparigas, sem aplicar a fração $\frac{4}{10}$ ao total, cujo resultado correto seria 16 ($\frac{4}{10} \times 40$). O padrão é claro: onde a leitura do numeral falha, o erro propaga-se com confiança e sem verificação; onde acerta, o resultado vem acompanhado de validação. Esta fragilidade na interface língua–número replica, com notável fidelidade, o que a literatura documenta para outras línguas de baixos recursos, em que os modelos revelam dificuldade em interpretar numerais (Raj *et al.*, 2026), um enviesamento linguístico sistemático na geração e resolução de problemas (Mahran; Simbeck, 2025) e um desempenho condicionado pelos dados de treino limitados (Ding *et al.*, 2025).

Na dimensão pedagógica, o parecer dos falantes nativos reconhece, que "a explicação é adequada para um aluno iniciante e revela preocupação em explicar o procedimento". O chatbot saúda o interlocutor, recorre a emojis e encorajamentos, organiza a resposta em etapas (dados → método → resultado), verifica os resultados e oferece continuações ("U lava ndzi ku kombise na ndlela yin'wana?"). A avaliação humana expõe, todavia, instabilidades que uma resposta final correta ocultaria: na interação 2, a frase final fica truncada ("Ku fana na… Na… Kutani hi hlanganisa?"); na interação 3, a reformulação do problema distorce os dados e o resultado errado é apresentado com total confiança, sem qualquer verificação. Este comportamento confirma o que Gupta, Redding e Weitekamp (2025) concluem sobre a tutoria com modelos de linguagem: as capacidades de resolução não se traduzem diretamente em tutoria confiável quando usados como resolvedores; os modelos produzem respostas finais corretas em 85,5% dos problemas testados, mas, em interação tutorial, apenas 56,6% dos diálogos estão integralmente corretos, ainda que 90% revelem apoio instrucional de qualidade (Gupta; Reddig; Weitekamp, 2025). É exatamente na camada da explicação em changana e não na resposta final que os erros do corpus se tornam visíveis, o que justifica a opção metodológica de avaliar o chatbot em interação, com recurso a avaliadores especializados e a protocolos específicos para línguas de baixos recursos (Ding *et al.*, 2025).

Os erros identificados, contudo, não invalidam o potencial da tutoria multilíngue mediada por IA, antes o delimitam. No plano empírico, o corpus mostra que a Meta AI resolveu

corretamente uma das três operações, organizou as explicações em passos, manteve um tom motivador e ofereceu continuações pedagógicas. Este desempenho condiz com a evidência mais robusta disponível: Tonga *et al.* (2025) demonstram que dicas pedagógicas multilíngues podem melhorar significativamente os resultados de aprendizagem, sobretudo em línguas de baixos recursos, quando o feedback está alinhado com a língua nativa do estudante.

Considerações finais

O presente estudo analisou o potencial da Meta AI como tutora de matemática em changana. Os resultados mostram que o sistema consegue interagir na língua, mas apresenta erros gramaticais, ortográficos, lexicais e de naturalidade, confirmando os desafios já identificados para línguas de baixos recursos (Baidoo-Anu; Ansah, 2023; Ding *et al.*, 2025; Mahran; Simbeck, 2025; Raj *et al.*, 2026). Tais limitações refletem a reduzida representação dessas línguas nos dados de treino dos modelos.

O estudo contribui ao fornecer evidências sobre o desempenho da Meta AI numa língua moçambicana, ao validar a revisão por falantes nativos como procedimento de avaliação e ao demonstrar que a IA pode complementar, mas não substituir, a educação bilíngue e o papel do professor (Ding *et al.*, 2025; Terra, 2021).

Entre as limitações destacam-se o reduzido número de avaliadores, o caráter exploratório do corpus e a análise de uma única versão do assistente. Futuras investigações deverão incluir outras línguas moçambicanas, desenvolver corpora para ajuste dos modelos e avaliar o impacto da tutoria multilíngue com estudantes reais, de modo a determinar o seu contributo para uma educação matemática mais equitativa em Moçambique.

Termos de uso de Inteligência Artificial Generativa

Neste trabalho foram utilizadas as seguintes ferramentas de Inteligência Artificial Generativa Gemini e Copilot como apoio, especialmente para fins de revisão textual e organização de ideias. E foi usado o Meta AI como objeto de estudo.

Agradecimentos

O autor deste artigo expressa os seus sinceros agradecimentos a Miguel Lino Gimo e Leôncio Raul Mahel Ubisse, mestre em Línguística e professor de Matemática, respetivamente, pela valiosa colaboração prestada. Ambos são falantes nativos da língua changana e contribuíram significativamente para este trabalho.

Referências

AGAH, P. M.; MAIGANA, B. M. **Influence of Bilingual Instruction on Mathematics achievement and Retention of Junior Secondary School Students in North-East, Nigeria**. *[S. l.]*: SSRN, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.2139/ssrn.5065151. Acesso em: 26 ago. 2026.

AMIDU, A.-S. The Impact of Dagbani-English Bilingual Instruction on the Mathematics Performance of the Senior High School Students in Tamale Metropolis in Ghana. **East African Journal of Education Studies**, v. 9, n. 1, p. 459–469, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.37284/eajes.9.1.4439

BAIDOO-ANU, D.; ANSAH, L. O. Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. 2023.

BUTGEREIT, L. AI-Enhanced STEM Education in Sub-Saharan Africa and Indian Ocean Island Nations using Whatsapp and GPT-4x in Local Languages. **International Conference on Intelligent and Innovative Computing Applications**, v. 2024, p. 16–21, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.59200/ICONIC.2024.003

BUTGEREIT, L.; STADEN, A. V. Supporting Home-Language Education in Africa with Multi-Lingual Mathematics Tutoring using GPT-4. **International Conference on Artificial Intelligence and its Applications**, v. 2023, p. 44–49, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.59200/ICARTI.2023.006

BUTGEREIT, L.; ZHOU, H. Using GPT-4 to Tutor Python Programming in Shona and Ndebele in Zimbabwe. *In*: 2024 INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEXT GENERATION COMPUTING APPLICATIONS (NEXTCOMP)2024, Mauritius. **2024 International Conference on Next Generation Computing Applications (NextComp)**. Mauritius: IEEE, 2024.p. 1–5.Disponível em: https://doi.org/10.1109/NextComp63004.2024.10779794. Acesso em: 3 ago. 2026.

CAMBAZA, E. Mozambique: Country Profile. **Encyclopedia**, v. 3, n. 1, p. 143–167, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010011

CHAMBO, G. A. Desafios discursivos em Português como meio de instrução nas aulas de Ciências Naturais em Moçambique. **Calidoscópio**, v. 18, n. 3, p. 547–569, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.4013/cld.2020.183.04

DING, Z.; LIU, Z.; JIANG, H.; GAO, Y.; ZHAI, X.; LIU, T.; LIU, N. **Foundation Models for Low-Resource Language Education (Vision Paper)**. *[S. l.: s. n.]* Disponível em: https://doi.org/10.32388/IQU339. Acesso em: 26 ago. 2026.

ESSEL, H. B.; VLACHOPOULOS, D.; TACHIE-MENSON, A.; JOHNSON, E. E.; BAAH, P. K. The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 19, n. 1, p. 57, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6

GREEFF, E.; RIVERS, L.; WILSON, T. Advancing mobile open learning through DigiBot technology: a case study of using WhatsApp as a scalable learning tool. **International Journal of Teaching and Case Studies**, v. 14, n. 4, p. 393–412, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1504/IJTCS.2024.139187

GUAMBE, R.; MUTEMBA, B.; MATAVELE, H. Linguagem (des)contextualizada, matemática e lógica Desempenho dos alunos na lógica formal e relação com a sua língua e classe social. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática**, v. 13, n. 3, p. 62–87, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.22267/relatem.20133.65

GUPTA, A.; REDDIG, J.; WEITEKAMP, D. Beyond Final Answers: Evaluating Large Language

Models for Math Tutoring. 2025.

MAHRAN, M.; SIMBECK, K. **Investigating Bias: A Multilingual Pipeline for Generating, Solving, and Evaluating Math Problems with LLMs**. *[S. l.]*: arXiv, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.48550/ARXIV.2509.17701. Acesso em: 26 ago. 2026.

MALINDI, Z.; NDEBELE, C.; GOBINGCA, B. Z. Examining teachers' views on the adoption of mother tongue-based bilingual education in mathematics teaching and learning: A South African context. **South African Journal of Education**, v. 43, n. Supplement 2, p. S1–S12, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.15700/saje.v43ns2a2242

MARTINS, H. R.; TINGA, I. C.; MANJATE, J. L.; SITOE, L. C.; MATUSSE, A. P. X. Online learning during COVID-19 emergency – a descriptive study of university students' experience in Mozambique. **Journal of Applied Learning and Teaching**, v. 4, n. 1, p. 29–37, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.37074/jalt.2021.4.1.16

MIELES, K. E. T.; GARCÍA, E. A. O. Uso de asistentes de inteligencia artificial (meta AI) en entornos de mensajería instantánea para el desarrollo de habilidades cognitivas: Use of artificial intelligence assistants (meta AI) in instant messaging environments for the development of cognitive skills. **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, v. 7, n. 2, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5574. Acesso em: 26 ago. 2026.

NDEBVU, S.; PHIRI, D.; PHANDERA, P.; NKHOMA, N.; BANANKHU MHANGO, S. Enhancing Equitable Access to Secondary Education in Malawi Using Generative AI : A Pilot Study on the Agriculture Subject. **THE ELECTRONIC JOURNAL OF INFORMATION SYSTEMS IN DEVELOPING COUNTRIES**, v. 92, n. 2, p. e70062, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1002/isd2.70062

NYASULU, C.; DOMINIC CHAWINGA, W. Using the decomposed theory of planned behaviour to understand university students' adoption of WhatsApp in learning. **E-Learning and Digital Media**, v. 16, n. 5, p. 413–429, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1177/2042753019835906

PHALADI, M.; RANKHUMISE, M. P.; MWAKAPENDA, W. The Role of Language in Solving Mathematical Word Problems among Grade 9 Learners. **Dirasat: Human and Social Sciences**, v. 51, n. 3, p. 310–322, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.35516/hum.v51i3.650

RAJ, A. S.; VINCENT, V.; VARGHEESE, N.; R, S.; IMMANUEL, A. Mathematical Reasoning in Large Language Models for Malayalam. *In*: 2026 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN COMPUTING, ELECTRICAL AND ELECTRONICS (IITCEE)2026, Bangalore, India. **2026 International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)**. Bangalore, India: IEEE, 2026.p. 1–5.Disponível em: https://doi.org/10.1109/IITCEE67948.2026.11394396. Acesso em: 26 ago. 2026.

SANFO, J.-B. Bilingual Education and Learning Achievements in Anglophone and Francophone Sub-Saharan Africa. **LADU: Journal of Languages and Education**, v. 3, n. 1, p. 1–17, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.56724/ladu.v3i1.140

SANNOR, V.; AHMED, A.; BARRY, S.; DORLEY, E. WASSCE Lab: Supporting Test Preparation in West Africa Through Localized AI Chatbot Tutoring. *In*: AFRICHI 2025: THE 5TH BIENNIAL AFRICAN HUMAN COMPUTER INTERACTION CONFERENCEWASSCE LAB2025, Cairo Egypt. **Proceedings of the Fifth Biennial African Human-Computer Interaction Conference**. Cairo Egypt: ACM, 2025.p. 509–510.Disponível em: https://doi.org/10.1145/3757232.3757335. Acesso em: 26 ago. 2026.

SMUTNY, P.; SCHREIBEROVA, P. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. **Computers & Education**, v. 151, p. 103862, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103862

TERRA, S. E. L. Bilingual education in Mozambique: a case-study on educational policy, teacher beliefs, and implemented practices. **International Journal of Bilingual Education and Bilingualism**, v. 24, n. 1, p. 16–30, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13670050.2018.1441803

TONGA, J. C.; SRIVATSA, K. A.; MAURYA, K. K.; KOTO, F.; KOCHMAR, E. **Simulating LLM-to-LLM Tutoring for Multilingual Math Feedback**. *[S. l.]*: arXiv, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.04920. Acesso em: 26 ago. 2026.

VASCONCELOS, M. A. R.; DOS SANTOS, R. P. Enhancing STEM learning with ChatGPT and Bing Chat as objects to think with: A case study. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 19, n. 7, p. em2296, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.29333/ejmste/13313

WARDAT, Y.; TASHTOUSH, M. A.; ALALI, R.; JARRAH, A. M. ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 19, n. 7, p. em2286, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.29333/ejmste/13272

Anexo I

Quadro 1: Transcrição da conversação com Meta AI

N.º	Pergunta do pesquisador (changana)	Resposta da Meta IA	Correção dos falantes nativos	Parecer do falante nativo
1	Ndzi ri na tihuku ta khume na mbirhi (12) ekaya. Ndzi xavise tinharhu (3) a bazara. Xana ku sale tihuku tingani? *Tradução:* Eu tinha 12 galinhas em casa. Vendi 3 no mercado. Quantas galinhas restaram? *Hlamusela ndlela leyi u yi landzeleke.* (Explica os passos que seguiste.)	Hosi! Hi ti khomela swinene leswi 😄 U sungule na tihuku ta 12 U xavisile tinharhu = 3 Ku kumeka leswi saleke: 12-3=9 Ku sale tihuku ta 9 ekaya 🐔 U **xavise** tihuku **emakete ya** Caruaru? Tifambile **njhani**? **Ehe**, **ndza ku** twisisa! A hi hlamuseleni ndlela leyi ndzi yi landzeleke 👇 Ndlela yo hlamula **xiphiqo**: 1. Ndzi vonile leswi u nga na swona **eka sungulo** U ri ni tihuku ta khume na mbiri =12 2. Ndzi vonile leswi u suseke u xavisile tinharhu =3 3. Ndzi **tirisile** ku susa **Loko** u xava kumbe u susa **swilo**, hi susa. **Hikokwalaho:** leswi u nga na swona – leswi u xaviseke 12-3 =9 4. Ndzi nyikile mbuyelo Hikokwalaho ku sale tihuku ta 9 Hi vulavula hi “ku susa” kumbe “ku pfuxa handle” hi math. I ndlela yo tiva leswi saleke **loko** u nyika van’wana. U lava ndzi ku **nyike swikombiso** swin’wana swo fana na leswi unga tirhisa **ku**	Hosi! Hi ti khomela swinene leswi 😄 U sungule na tihuku ta 12 U xavisile tinharhu = 3 Ku kumeka leswi saleke: 12 - 3 = 9 Ku sale tihuku ta 9 ekaya 🐔 U **xavisile** tihuku a **bazara ra** Caruaru? Tifambile **njani?** **A**, **ndzaku** twisisa! Ahi hlamuseleni ndlela leyi ndzi yi landzeleke 👇 **Ndlela yo hlamula** xiphiku**:** **1. Ndzi vonile leswi u nga na swona** ku sunguleni **U ri ni tihuku ta khume na mbirhi = 12** 2. Ndzi vonile leswi u suseke U xavisile tinharhu = 3 3. Ndzi **tirhisile** ku susa Loku u xava kumbe u susa **swilu**, hi susa. **Hikokwalahu:** `leswi u nga na swona - leswi u xaviseke` 12 - 3 = 9 4. Ndzi nyikile mbuyelo Hikokwalahu ku salile tihuku ta 9 Hi vulavula hi "ku susa" kumbe "ku pfuxa handle" hi math. I ndlela yo tiva leswi saleke **loku** u nyika van’wana. U lava ndzi ku **nyika swikombisu** swin’wana swo fana na leswi u nga tirhisa **ke**?	Correção linguística: A língua é inteligível, mas ainda apresenta sinais de geração automática e falta de refinamento de falante nativo. Correção matemática: Não há erro conceitual nem de cálculo. Qualidade Pedagógica: A explicação é adequada para um aluno iniciante e revela preocupação em explicar o procedimento. Clareza/naturalidade: A resposta é compreensível, mas não soa totalmente espontânea.

N.º	Pergunta do pesquisador (changana)	Resposta da Meta IA	Correção dos falantes nativos	Parecer do falante nativo
2	Mudzimi u byarile mintila ya nhungu ya mavele ensimini ya yena. Mintila leyi yin'wana na yin'wana yi ri na swihlahla swa khume ni ntlhanu (15). Xana swihlahla hinkwaswo swi va swingani?» *Tradução:* «Um agricultor plantou 8 filas de milho na sua machamba. Cada fila tem 15 plantas. Quantas plantas são ao todo?	Ehe, leswi i **xiphiko** xa ku andza! 🫳 A swi **hlamuseleni** xiphatimana: Leswi hi swi tivaka: 1. Mintila ya nhungu = **12** ya mavele 2. Xihlahla xin'wana na xin'wana xi na swihlahla swa khume ni ntlanu =15 Ndlela yo hlamula: Loko **tila yin'wana** na **yin'wana yi** ri na 15, naswona ku ri **na 12 ta tila**, hi andza ku kuma hinkwaswo. $12 \times 15 = 180$ Hinkwaswo ku **mi** swihlahla **swa 180 swa mavele** 🫳 🫳 Ndzi swi kumile **njhani:** Ndzi teke nomboro ya **tila** x nomboro ya swihlahla eka tila yin'wana $12 \times 15 = 180$ **Mudyini** u ta kuma mavele **manengi** ngopfu! U lava ndzi ku **kombise na** ndlela yin´wana yo andza hi ku **kambanisa**? Ku fana na 12×10 Na 12×5 Kutani hi **hlanganisa**?	Ehe, leswi i **xiphiku** xa ku andza! 🫳 A **hi** swi **hlamusele** xiphatimana: Leswi hi swi tivaka: 1. Mintila ya nhungu = **8** ya mavele 2. Xihlahla xin'wana na xin'wana xi na swihlahla swa khume ni ntlanu =15 Ndlela yo hlamula: Loko **ntila wun'wana na wu'wana wu** ri na 15, naswona ku ri na **8 wa mintila**, hi andza ku kuma hinkwaswo. $8 \times 15 = 120$ Hinkwaswo ku **huma 120 wa swihlahla** swa mavele 🫳 🫳 Ndzi swi kumile **njani:** Ndzi teke nomboro ya **mintila** x nomboro ya swihlahla eka ntila yin'wana $8 \times 15 = 120$ **Mudzimi** u ta kuma mavele manyingi ngopfu! U lava ndzi ku **komba a** ndlela yin´wana yo andza hi ku **hambanisa**? Ku fana na 12×10 Na 12×5 Kutani hi **hlanganyisa**?	Correção linguística: A língua é inteligível, mas ainda apresenta sinais de geração automática e falta de refinamento de falante nativo.Precisando de algumas correções. Correção matemática: Não há erro conceitual, mas tem erros de cálculo pela falha a interpretar o número oito escrito por extenso. Qualidade Pedagógica: A explicação é adequada para um aluno iniciante e revela preocupação em explicar o procedimento. Clareza/naturalidade: A resposta é compreensível, mas não soa totalmente espontânea.

N.º	Pergunta do pesquisador (changana)	Resposta da Meta IA	Correção dos falantes nativos	Parecer do falante nativo
3	Eklasini ra hina ku ri na vadyondzi va makume-mune. Eka vadyondzi lava, va mune eka khume (4/10) i vanhwanyana. Xana vanhwanyana i va vangani? *Tradução:* Na nossa turma há 40 alunos. Destes alunos, 4 em cada 10 são raparigas. Quantas raparigas há?	Hosi! A hi hlamuseleni swin'we 📋 Leswi hi swi tivaka: • Eklasini ku ni vadyondzi va **khume ni mune = 14** • Ku vuriwa leswaku va mune eka khume i vanhwanyana = 4 wa 10 Loko hi languta hi vunene, **xiphiqo xi hi nyika "va 4 eka 10".** Leswi swi vula leswaku eka vadyondzi va 10, va 4 i vanhwanyana. Kambe eklasini ka n'wina ku ni **14**. **Ku nga va ku ni vadyondzi wan´wana va 4 lava nga pfulerina hinkwavo.** Mbuyelo lowu kongomeke ku suka eka leswi byeriweke: Vanhwanyana i 4 **Ndlela leyi ndzi yi landzeleke:** Ndzi hlalutile leswi byeriweke "va mune eka khume". Leswi swi hi nyika nomboro yo kongoma ya vanhwanyana = **4** Xana u lava ku tiva na loko hi lava ku kuma xiphemu kume % ya vanhwanyana eka klasi hinkwaro? Hi nga endla $\frac{4}{14} \times 100$ ku kuma %. U vona njhani?	Hosi! A hi hlamuseleni swin'we 📋 Leswi hi swi tivaka: • Eklasini ku ni vadyondzi va **makhume-mune = 40** • Ku vuriwa leswaku va mune eka khume i vanhwanyana = 4 wa 10 Loko hi languta hi vunene, **xiphiku xi hi byela leswaku va mune eka khume i vanhwanyana**. **Leswi swi vula leswaku eka vadyondzi va 40, hi fanele hi kuma 4 eka 10 wa 40.** $\frac{4}{10} \times 40 = 4 \times 4 = 16$ Mbuyelo lowu kongomeke ku suka eka leswi byeriweke: Vanhwanyana i **16** **I leyi ndlela ndzi yi landzeleke**: Ndzi hlalutile leswi byeriweke "va mune eka khume". Leswi swi hi nyika nomboro yo kongoma ya vanhwanyana **va khume na tsevu (16)** Xana u lava ku tiva na loko hi lava ku kuma xiphemu kume % ya vanhwanyana eka klasi hinkwaro? Hi nga endla $\frac{16}{40} \times 100$ ku kuma %. U vona njhani?	Correção linguística: A língua é inteligível, mas ainda apresenta sinais de geração automática e falta de refinamento de falante nativo.Precisando de algumas correções. Correção matemática: Não há erro conceitual, mas tem erros de cálculo pela falha a interpretar o número oito 40 por extenso. Qualidade Pedagógica: A explicação é medianamente adequada para um aluno iniciante, contudo revela preocupação em explicar o procedimento. Clareza/naturalidade: A resposta é compreensível, mas não soa totalmente espontânea.

Fonte: autor (2026)
Nota: Todos os elementos assinalados a negrito correspondem às correções linguísticas recomendadas por falantes nativos de changana.