

LOGEX (logEx) - Um auxílio para a resolução de problemas matemáticos envolvendo funções logarítmicas e exponenciais

Mônica de Oliveira, Cristiane Jorge de Lima Bonfim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB)
SGAN Quadra 610 Módulos D, E, F, G - Asa Norte, Brasília - DF, 70830-450

{mcarmojm, crisjorge2}@gmail.com

Abstract. *Solving mathematical problems involves appropriate methodologies for building a solution. In this article we report how we seek to help education professionals to find a technological approach to a demand that is most effective under tutoring: the interpretation of statements. For that, we propose the development of a web platform that simulates this tutorial and helps the interpretation process of mathematical problems involving logarithmic and exponential functions. The methodology involved seven meetings with the stages of design, programming and evaluation with the participation of teachers and students. The answers to the applied questionnaires allow a qualitative discussion of the results.*

Resumo. *Resolver problemas matemáticos envolve metodologias apropriadas para a construção de uma solução. Neste artigo relatamos como buscamos auxiliar o profissional da educação a encontrar uma abordagem tecnológica para uma demanda que tem sua maior eficácia sob tutoria: a interpretação de problemas matemáticos. Para isso, propomos o desenvolvimento de uma plataforma web que simula essa tutoria e auxilia no processo de interpretação de problemas matemáticos envolvendo funções logarítmicas e exponenciais. A metodologia envolveu sete reuniões com as etapas de design, programação e avaliação com a participação de professoras e estudantes. As respostas aos questionários aplicados permite uma discussão qualitativa dos resultados.*

1. Introdução

Estamos vivenciando um momento histórico onde tivemos uma realidade bruscamente modificada com a situação da pandemia da covid-19. Se antes tínhamos salas de aula lotadas, agora a realidade são salas de aula completamente vazias e os agentes da educação tentando se equilibrar e se adaptar às atividades exclusivamente digitais. De acordo com o parecer nº 19 do Conselho Nacional de Educação, as aulas remotas são estendidas até a data de 31 de dezembro de 2021 no ensino básico e superior em todo o país. Completamos no mês de março de 2021, um ano de aulas remotas, e urge a produção de tecnologias educacionais de qualidade. Espera-se que em breve retomaremos as atividades presenciais, mas o que fica de aprendizado da situação vivenciada?

Segundo a Associação Brasileira de Tecnologia Educacional, as tecnologias educacionais visam “a renovação da educação através do desenvolvimento de um processo educativo de qualidade.”

As áreas de educação e tecnologia possuem pontos de convergência com grande potencial para promover esta renovação. A área de tecnologia, pela profundidade com que estuda os conceitos de levantamento de requisitos, engenharia e desenvolvimento de sistemas, pode contribuir para a criação de ferramentas que auxiliem no processo ensino-aprendizagem, atendendo, assim, às necessidades dos dois principais agentes envolvidos na educação, o professor e o estudante

A Association for Educational Communications and Technology (AECT), vê a Tecnologia Educacional como uma maneira sistemática de executar o planejamento, o desenvolvimento e a avaliação do o processo total do ensino-aprendizagem em termos de objetivos específicos. Baseia-se em pesquisa sobre aprendizagem humana e comunicação que combina recursos humanos e não humanos objetivando uma instrução mais efetiva.

Este trabalho iniciou-se antes de qualquer indício de que viveríamos uma situação de pandemia, mas, essa realidade apenas potencializou a proposição deste, que tem, como premissa básica, uma aproximação destas áreas com a criação de uma plataforma web que vise minimizar as dificuldades que foram elencadas durante a pesquisa dando origem ao logEx.

Do levantamento de requisitos, surge a principal necessidade das duas docentes da área de matemática do Instituto Federal Brasília, campus Asa Norte, participantes da pesquisa: a dificuldade que os alunos apresentam em interpretar problemas matemáticos e a partir disso montar a fórmula matemática que envolve o conteúdo de funções, em especial, funções exponenciais e logarítmicas.

Este artigo está organizado em 5 seções. A seção 2 apresenta os sistemas similares analisados para agregar inovações ao LogEx; a seção 3 descreve a metodologia *Design Based Research* (DBR) adotada durante todo o desenvolvimento da plataforma, bem como o DS (Design Sprint), tecnologias de apoio e encontros realizados; a seção 4 apresenta os resultados preliminares e a seção 5 traz nossas considerações finais.

2. Sistemas similares

Foi realizada uma pesquisa de sistemas similares para verificar a real necessidade de desenvolvimento do artefato. Foram encontrados alguns aplicativos auxiliares para o ensino de funções, a seguir:

O *Malmath* é um aplicativo gratuito, disponível para sistema *Android*, que permite ao usuário inserir um problema matemático ou usar o gerador de problemas, que já traz algumas questões prévias. Ele traz a resposta para o problema proposto e um passo a passo mostrando cada etapa do processo, bem como os gráficos gerados a partir da solução do problema. Figurando entre os melhores aplicativos de cálculo e matemática para *Android* ele ajuda a compreender o processo de cálculo. No entanto, a ordem dos acontecimentos do processo é inversa ao esperado pelas demandantes, trazendo a resposta em primeiro lugar e depois mostrando o passo a passo.

O aplicativo *PhotoMath* soluciona equações e cálculos matemáticos através de imagens que podem ser de livros ou manuscritas, e ainda mostra o passo a passo necessário para se chegar à solução, identifica a operação e resolve o problema, trazendo a resposta primeiro e, caso o usuário solicite, o passo a passo de como foi feito e mostrando o gráfico (se houver). As expressões inseridas podem ser editadas, ou o usuário pode inserir uma nova entrada. O aplicativo ainda apresenta soluções animadas, grifando as etapas. É um excelente aplicativo gratuito e disponível para *Android* e *iOS*, mas à semelhança do *MalMath* não atende à expectativa das demandantes que requer a montagem da expressão a partir de uma situação problema.

3. Metodologias

O desenvolvimento da plataforma *web* para auxiliar o processo de interpretação de problemas matemáticos e contribuir com o processo de ensino aprendizagem de funções logarítmicas e exponenciais foi feito em constante interação com as professoras especialistas buscando novas contribuições qualitativas para agregar ao projeto, dentro das etapas da engenharia de *software*, possibilitada por meio da metodologia *Design Based Research* (DBR). Em Português literal seria algo como “pesquisa baseada em *design*”, ou “Pesquisa de Desenvolvimento”, termo cunhado por Van der Akker (1999), que segundo Matta, Silva e Boaventura (2014) é “quem parece traduzir melhor o que faz a metodologia” que visa otimizar as práticas educacionais respeitando as etapas de análise, desenvolvimento, implantação e, de forma sistemática mas flexível, integrar os sujeitos e os investigadores de forma colaborativa.

Trata-se de uma metodologia integradora, contextualizada, pragmática, interativa devido ao propósito de trabalhar em parceria e iterativa (Figura 1), por seus ciclos de investigação. É fundamentada e flexível por permitir alterações durante as etapas dos processos, Wang e Hannafin (2005). A definição clássica da metodologia construída por Barab e Squire (2004) afirma que se trata de “uma série de procedimentos de investigação aplicados para o desenvolvimento de teorias, artefatos e práticas pedagógicas que sejam de potencial aplicação e utilidade em processos de ensino-aprendizagem existentes.” - (tradução de Matta, Silva e Boaventura(2014)).

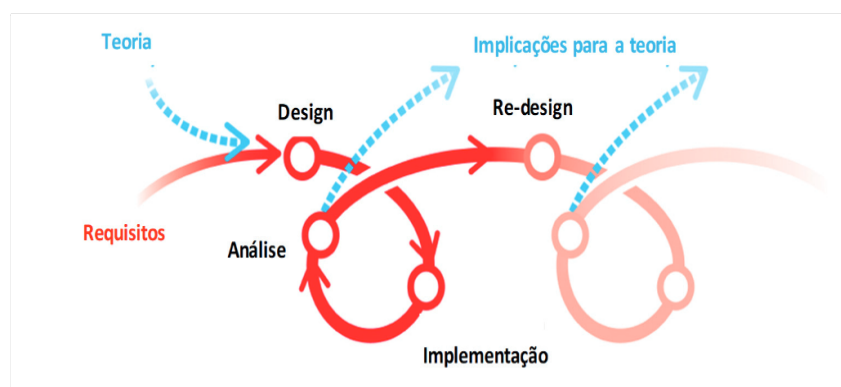


Figura 1. Visão iterativa DBR
Alves e Hostins (2019)

A metodologia DBR, no contexto do presente trabalho, foi utilizada desde a definição do problema que foi identificado e detalhado pelas professoras especialistas em conjunto com a pesquisadora. Esta utilizou como instrumento de coleta de dados, a entrevista, que é uma técnica de formulação de perguntas com o fim de levantar dados

interessantes para a investigação, e um “diálogo assimétrico” no qual, por um lado, ocorre a busca dos dados e, por outro, a fonte da informação (GIL, 2002, p. 109).

Nessa direção a entrevista semiestruturada apresentou perguntas dentro de um roteiro pré-estabelecido, porém flexível e garantiu, assim, esse diálogo assimétrico que possibilitou, além da definição do problema já citado anteriormente, o levantamento dos requisitos iniciais do sistema.

3.1 Entrevistas

Foram realizadas ao início, três entrevistas com as professoras especialistas no ensino de matemática e já durante a primeira entrevista com uma das professoras, de acordo com a visão dela, ficou evidenciado que, a partir do 1º bimestre do 2º ano, no Curso Técnico em Informática integrado ao ensino médio do Instituto Federal Brasília - Campus Brasília, as dificuldades dos estudantes, não se encontram em maior escala na resolução dos cálculos matemáticos, mas se dão em especial na interpretação das situações problemas apresentadas, ou seja, da compreensão do enunciado das questões para a construção da expressão matemática que solucionará o problema. Numa segunda entrevista, já com a outra demandante, foi criado um roteiro de perguntas que são feitas normalmente ao aluno para auxiliá-lo a chegar às respostas e à montagem da fórmula.

Pela complexidade do conteúdo a ser implementado numa plataforma, para fins de validação da solução a ser proposta pela pesquisadora/desenvolvedora, buscou-se nesta etapa de levantamento dos requisitos também a visão do usuário com a utilização de metodologia de *Design Centrado no Usuário*. e a solução encontrada para buscar essa visão foi com a utilização de técnicas adaptadas do *Design Sprint*.

3.2 Design Centrado no Usuário

O objetivo do *Design Centrado no Usuário* é garantir que esta experiência do usuário, dentro de um sistema proposto, seja agradável e lhe proporcione satisfação. O desenvolvedor deve esvaziar-se de si próprio para garantir que os usuários sintam-se à vontade para interferir no processo de *design* e da criação do *software*. Nessa direção, a experiência do usuário ou *User Experience (UX)*, (Norman, 2002), está intimamente relacionada com a experiência do usuário com o produto.

Uma expressão chave para designar o *Design Centrado no Usuário* seria “criar para”, ou seja, o usuário dita as regras e o desenvolvedor tenta, ao máximo, se adaptar a elas e absorver, tanto quanto possível, a visão deste usuário.

3.2 Design Sprint

Neste trabalho utilizamos técnicas adaptadas do *Design Sprint*, condensadas num período de três horas de trabalho com um grupo de dez estudantes ¹do Ensino Médio Técnico em Informática (EMI) do Instituto Federal Brasília, onde foram aplicadas as seguintes etapas: *Brainstorming*, *Divergência*, *Decisão* e *Paper Prototype*. No momento da realização desta etapa do trabalho, que foi desenvolvida no mês de outubro de 2019, ainda não havia nenhuma recomendação quanto ao distanciamento social ou uso de máscaras, que é a realidade atual, portanto as fotos retratam uma realidade que vivíamos naquele momento (Figura 2).

¹ Os estudantes participantes possuem autorização de divulgação de imagem.



Figura 2 . Aplicação das técnicas adaptadas do *Design Sprint*

Este foi o quarto dos sete encontros realizados com os demandantes e usuários e dele foram retiradas as principais características do sistema proposto (Figura 3).

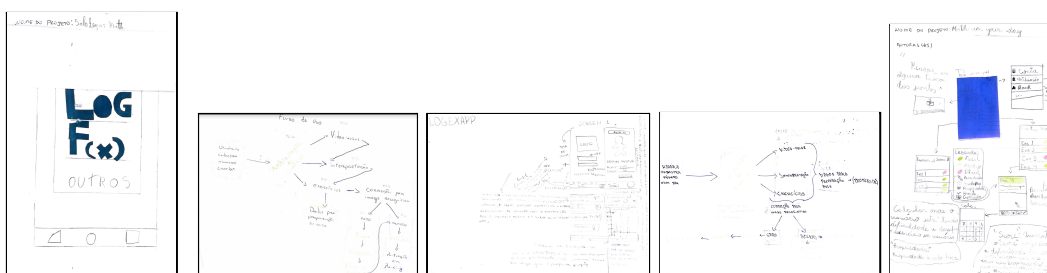


Figura 3 . Paper prototypes produzidos pelos dez alunos do EMI em Informática

Os *paper prototypes* produzidos pelos estudantes contribuíram para a proposição das seguintes funcionalidades do sistema:

A definição do sistema como uma plataforma *web*; o nome da plataforma (logEx); a presença de um *score*; campo para exercícios; campo para respostas dos usuários; campo para vídeoaulas produzidas pelos alunos; dicas para solução de problemas; pesos para o *score* de acordo com a dificuldade (pontuação a cargo do professor que insere a questão); uso do *chatbot*.

Da metodologia do *Design Sprint* aplicada neste trabalho surge a necessidade de tratar de dois outros conceitos que foram inseridos como subseções: a gamificação e os *chatbots*.

3.2.1. Gamificação

A gamificação é utilizada como estratégia de engajamento que traz elementos comuns aos jogos, em situações de não jogos. Foi utilizada inicialmente em programas de *marketing* e aplicações para *web* por Zichermann e Cunningham (2012) que enxergam no envolvimento dos agentes baseado em estruturas de recompensas ou *feedbacks*, a possibilidade de despertar um grau de envolvimento tal, que propicie uma motivação extrínseca ao desenvolver a atividade. Segundo Schmitz, Klemke e Specht (2012), contribui para o desenvolvimento cognitivo desses agentes. A gamificação foi introduzida na plataforma na pontuação de cada questão respondida corretamente, bem como somada à sua pontuação geral da plataforma, visível no momento em que realiza o login.

Hoje contamos com uma gama enorme de estudantes que fazem uso de diversas tecnologias digitais e estão fortemente inseridos no contexto de mídias. A área de educação pode se valer dessa realidade para traçar novas estratégias que alcancem este estudante que já não demonstra o mesmo interesse pelos métodos mais conservadores

de ensino-aprendizagem, isto torna a área da educação produtiva para a aplicação da gamificação.

Para manter os agentes engajados na resolução de problemas, Vianna et al. (2013) consideram que a utilização de mecanismos existentes em jogos, sejam estes recursos estéticos ou alguma dinâmica que reproduza as sensações alcançadas ao jogar, visam influenciar o grau de dedicação com a atividade. Para engajar, motivar e promover aprendizado a inserção de um sistema de recompensas ao responder positivamente a uma pergunta ou um sistema de pontuação ou um *ranking* ou *score*, podem ser satisfatórios e essa satisfação evidenciou-se na avaliação da plataforma por parte dos usuários.

3.2.2 Chatbots

Chatbots, como definido por Moraes e DeSouza (2015), são *softwares* capazes de comunicar-se com uma pessoa em linguagem natural. Para a construção destes *softwares* geralmente faz-se o uso de técnicas de Inteligência Artificial (IA) como descritas por Sgobbi (2014) usando os padrões de regras gramaticais, redes neurais e utilização de linguagens de marcação.

As escolas hoje, precisam adequar as competências pedagógicas e tecnológicas, potencializando o máximo de recursos disponíveis a fim de minorar o insucesso escolar. Aumentar a permanência dos alunos nos cursos segundo Hollands e Tirthali (2014) perpassa pela melhoria na interação entre o aluno e o professor.

No logEx propomos a interação entre o professor e o estudante utilizando o recurso do *chatbot* como ferramenta interlocutória onde o professor cadastra na plataforma tanto as perguntas quanto as respostas esperadas. O elemento por trás do *chatbot* é o próprio professor que irá nortear o diálogo com respostas pré-definidas oferecendo, assim, informações personalizadas. É o professor quem insere as perguntas e define as respostas esperadas.

4. Resultados preliminares

Para o desenvolvimento da plataforma foram adotadas as seguintes tecnologias: Adonis JS, Javascript, React JS, HTML, CSS, Material UI, Banco de dados PostgreSQL.

4.1 A plataforma

Uma vez que as perguntas feitas pelo professor em sala de aula, frente aos alunos ajudam a raciocinar sobre os elementos que devem ser extraídos do enunciado para solucionar um problema matemático, pensou-se então num sistema que permita que o professor insira tantas perguntas quantas forem necessárias para que o aluno identifique no enunciado, os elementos que irão auxiliá-lo a resolver a questão. Esse passo a passo de perguntas, dicas e validação das respostas objetiva mostrar ao estudante que todos os elementos necessários para construir a solução do problema se encontram no enunciado. Ele precisa identificá-los para encontrar a solução para a questão.

Todos os dados são inseridos pelo professor da disciplina. É ele quem vai nortear o caminho que deseja percorrer e o alvo a alcançar, bem como a metodologia que irá utilizar. O sistema deve permitir que o professor revise a questão tantas vezes quantas desejar para, se necessário, após verificar o desempenho de seus alunos ou receber um *feedback* deles, fazer as alterações e promover melhorias no caminho para a construção do saber pedagógico. O sistema também permite que no enunciado da questão haja

grifos e marcações que, à primeira vista, não terão sentido para o estudante, mas que, no decorrer da solução, estas marcações vão direcionando seu olhar para encontrar as respostas.

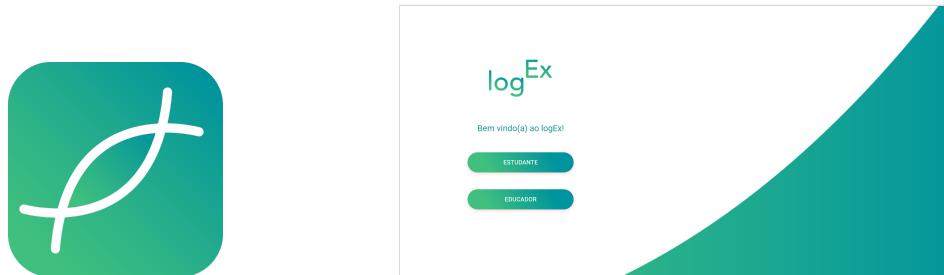


Figura 4. Logo e página inicial da plataforma

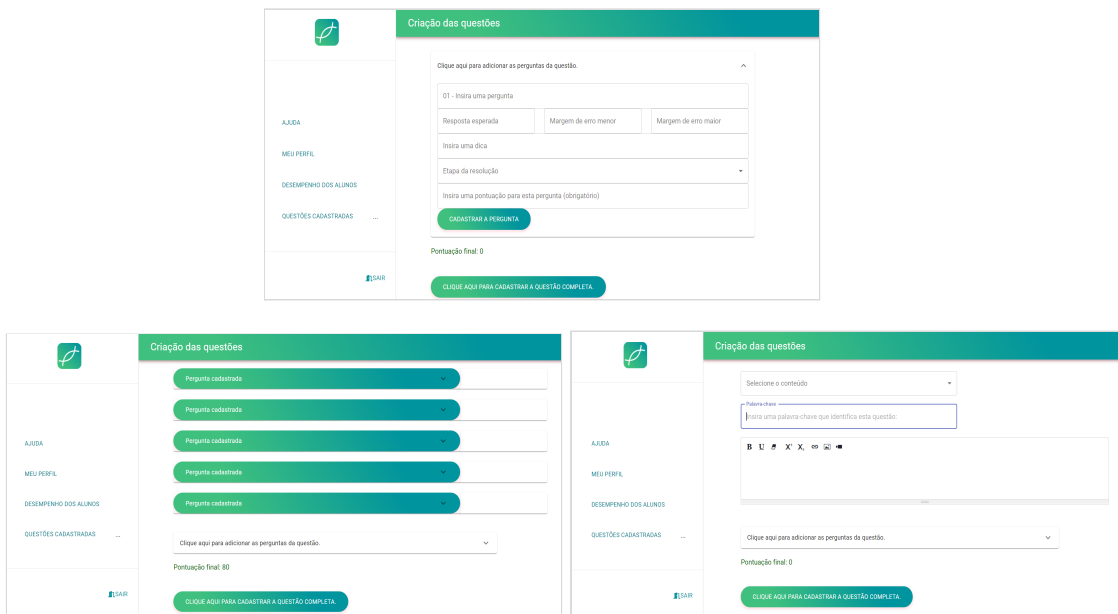
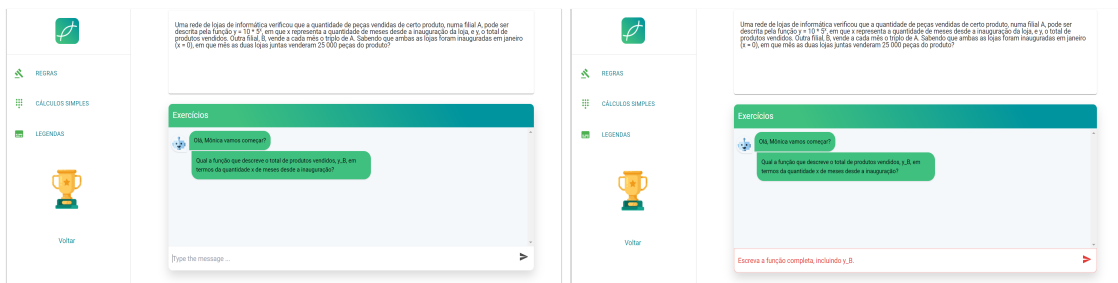


Figura 5: Telas do sistema para o professor cadastrar as perguntas



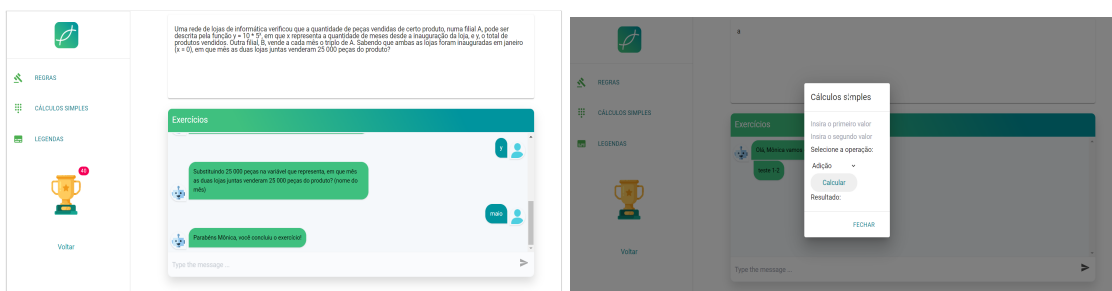


Figura 6: Telas do sistema para o estudante responder aos exercícios

4.2 Resultados

O quinto encontro, realizado já de modo remoto, foi de apresentação do sistema para as duas professoras demandantes e para a avaliação das funcionalidades, diversos questionamentos e ideias valiosas surgiram e se tornaram a base para que estas sugestões fossem implementadas e apresentadas num sexto encontro, dentre elas, cito a possibilidade de inserir fórmulas matemáticas no enunciado, uma legenda que traduz os símbolos matemáticos para as respostas e a possibilidade de editar as questões após a inserção no sistema.

Foi realizado com os alunos um encontro remoto para a avaliação por parte do usuário, o sétimo encontro. Dos dez alunos participantes do *Design Sprint*, quatro puderam comparecer. A reunião durou uma hora e eles puderam em primeiro lugar abrir e testar as funcionalidades do sistema e num segundo momento opinar sobre cada elemento do design e sobre a usabilidade do sistema. A receptividade da plataforma foi grande, tanto da parte dos professores quanto da parte dos alunos que se entusiasmaram de ver as funcionalidades sugeridas no *design sprint* implementadas e funcionando na plataforma. Algumas sugestões foram implementadas a seguir, como a troca do ícone da pontuação. Durante a execução do trabalho não foi possível utilizar com uma turma inteira devido ao desencontro de conteúdos e encerramento de semestre.

Destes encontros foram obtidos os seguintes resultados: o Gráfico 1, mostra a avaliação realizada pelos alunos após uso da plataforma e o Gráfico 2, mostra a avaliação das professoras.

Gráfico 1. Da plataforma como recurso de fixação dos conteúdos

O uso da plataforma logEx favorece a fixação do conteúdo?



Você acredita que a abordagem do professor é importante ao propor as perguntas e pode facilitar o uso da plataforma?



Gostaria de usar a plataforma como auxiliar para outras disciplinas?

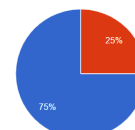
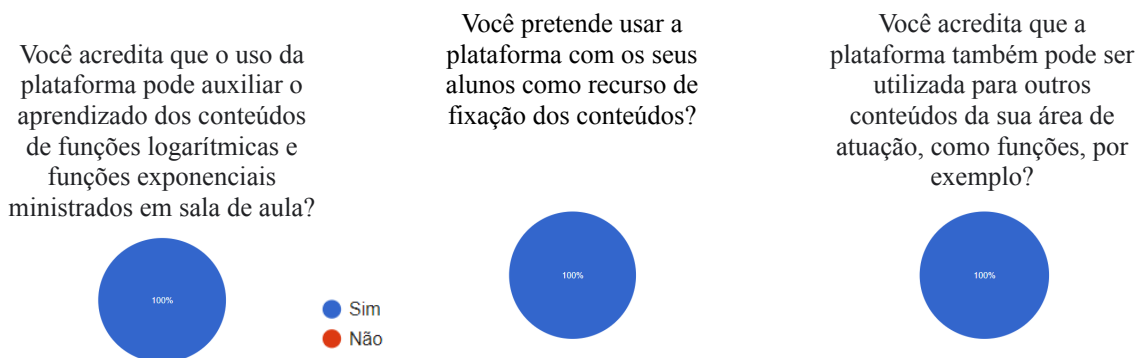


Gráfico 2. Do auxílio ao aprendizado de funções logarítmicas e exponenciais

5. Considerações finais

Este trabalho teve seu início no segundo semestre do ano de 2019. Naquele momento, nossas aulas eram presenciais e os corredores, repletos de adolescentes do ensino médio. O uso do computador era um recurso, um aliado, uma ferramenta auxiliar de ensino-aprendizagem. Alguns meses depois, em março de 2020, as aulas presenciais foram suspensas e a utilização do computador como ferramenta passou a ser primordial. Agora o computador não é mais um recurso secundário, mas o vínculo entre o aluno e a escola e - porque não dizer? - o vínculo do homem com o mundo. O mundo real passa, por um período de tempo, a ser o mundo virtual. Ou, talvez, o contrário.

Naquele momento, nossa proposta era a de, junto às professoras especialistas, identificar propostas de abordagens pedagógicas que pudessem facilitar o processo ensino-aprendizagem vigente na época. Hoje, a realidade atual potencializa o uso de ferramentas digitais que promovem essa abordagem.

O objetivo do trabalho torna-se agora evidenciado como algo necessário e fundamental: desenvolver não apenas uma, mas diversas tecnologias educacionais que possam tornar a aprendizagem cada vez mais significativa, motivadora e o ensino mais agregador. Dentro do que foi proposto, identificamos as necessidades e as abordagens pedagógicas junto às professoras especialistas, possibilitada através da metodologia *Design Based Research* - DBR, levantamos as dificuldades percebidas pelos alunos e as possíveis soluções apresentadas por eles, através da metodologia do *Design Sprint* - DS e implementamos essas funcionalidades numa plataforma que atendeu às expectativas tanto das professoras especialistas que o demandaram, quanto dos usuários.

Desta iniciativa, pretende-se implementar novas funcionalidades que permitam ao estudante a utilização do logEx em sistemas operacionais para dispositivos móveis, entre elas, a responsividade da plataforma, a opção de interagir com os exercícios de seus professores de sala de aula e de novos professores que possam ir aderindo à plataforma, bem como trabalhar numa versão kids que permita trabalhar as etapas de resolução de problemas matemáticos com as séries iniciais e, quem sabe?, contribuir para que os alunos cheguem ao ensino médio com maior potencial de interpretar problemas matemáticos mais complexos.

Referências

Alves e Hostins - **Rev. Bras., Ed. Esp., Bauru**, v.25, n.4, p.709-728, Out.-Dez., 2019

Associação Brasileira de Tecnologia Educacional. **Independência e Inovação em Tecnologia Educacional. Ação-Reflexão.** *Revista Tecnologia Educacional*, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Tecnologia Educacional, v. XI, n. 47, Jul/Ago, 1982, 16-17

Brasil. **Parecer CNE/CP 19/2020** - Reexame do Parecer CNE/CP nº 15, de 6 de outubro de 2020, que tratou das Diretrizes Nacionais para a implementação dos dispositivos da Lei nº 14.040, de 18 de agosto de 2020, que estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020.

GENTRY, Cass G. **Educational technology: A Question of Meaning.** In: ANGLIN, Gary. *Ins fructional Technology: Past, Present and Future.* Colorado: Libraries Unlimited, 1991, p. 5.

Gil, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, p. 44-45, 2002.

Hollands, F.M. and Tirthali, D. (2014). MOOCs: Expectations and Reality. Full Report. New York: Teachers College, Columbia University

Matta, Alfredo Eurico Rodrigues; Silva, Francisca de Paula Santos da; Boaventura, Edivaldo Machado. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. *Revista da FAEEBA*, v. 23, n. 42, p. 23-36, 2014.

Moraes, Sílvia M. W.; DE SOUZA, Luciano Severo. Uma Abordagem Semiautomática para Expansão e Enriquecimento Linguístico de Bases AIML para Chatbots. In: Congresso Internacional de Informática Educativa, 20., 2015, Santiago. Anais. Santiago: Universidad de Chile, p. 600-605, 2015.

Norman, Donald (2002). *The design of everyday things.* Estados Unidos: Basic Books, 2002

Schmitz, B., Klemke, R., Specht, M. Effects of mobile gaming patterns on learning outcomes: a literature review. *Journal Technology Enhanced Learning*, 2012.

Sgobbi, Fabiana S.; Nunes, Felipe B.; BOS, Andreia S.; Bernardi, Giliane; Tarouco, Liane M. R. Interação com artefatos e personagens artificiais em mundos virtuais. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), p. 642, 2014.

Wang, Feng; Hannafin, Michael J. Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development*, v. 53, n. 4, p. 5-23, 2005.

Zichermann, Gabe; Cunningham, Christopher. *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps.* Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2011.

Vianna, Ysmar; Vianna, Maurício; Medina, Bruno; Tanaka, Samara. *Gamification, Inc.: Como reinventar empresas a partir de jogos.* MJV Press: Rio de Janeiro, 2013.