



<http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i1p196-217>

Estudo Completo das Funções Seno e Cosseno com o Apoio do Software GeoGebra¹

Complete Study of the Sine and Cosine Functions with the Support of GeoGebra Software

MOISÉS ALBERTO NAMBURETE²

[0009-0003-7096-8092](tel:0009-0003-7096-8092)

CÂNDIDO JORDÃO COVELE³

[0009-0007-7962-8747](tel:0009-0007-7962-8747)

EVARISTO ALVES PASCOAL⁴

[0009-0003-1778-450X](tel:0009-0003-1778-450X)

EDGAR LUCIANO MOISÉS⁵

[0009-0008-6887-1351](tel:0009-0008-6887-1351)

RESUMO

A presença das tecnologias nas mais variadas camadas da sociedade vem impondo novos modelos metodológicos do processo de ensino e aprendizagem e mudanças na concepção de diversos processos educativos. O presente artigo resulta de um estudo de caso descritivo-interpretativo e avaliativo, essencialmente qualitativo, com objetivo de compreender como o software GeoGebra pode contribuir no estudo completo das funções trigonométricas seno e cosseno a partir da análise gráfica, baseado na realização de tarefas, desenvolvidas em uma turma de 50 alunos da 11ª Classe na Escola Secundária da Munhuana localizada na cidade de Maputo. Este estudo se enquadra no âmbito do projeto de investigação do pós-doutoramento subordinada ao tema “GeoGebra e STEAM: implicações para a melhoria da Educação Matemática e das Ciências Naturais em Moçambique”. Os principais resultados ressaltam a autonomia e o maior envolvimento dos alunos na resolução de tarefas, maior interação aluno-software, apropriação dos conteúdos, construção de modelos e manipulação de parâmetros.

Palavras-Chave: *GeoGebra & STEAM; Funções seno e cosseno; Aprendizagem Significativa.*

ABSTRACT

The presence of technologies in the most varied layers of society has imposed new methodological models of the teaching and learning process and changes in the conception of various educational

¹ Apoios institucionais: Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDP/05198/2020 (<https://doi.org/10.54499/UIDP/05198/2020>), Centro de Investigação e Inovação em Educação, inED. Também, contou com o apoio da Escola Secundária da Munhuana e da Universidade Pedagógica de Maputo

² Professor de Física, Matemática e TIC na Escola Secundária da Munhuana – moisesluzi@gmail.com

³ Professor de Física na Escola Secundária da Munhuana – candido7covele@gmail.com

⁴ Professor de Matemática e TIC na Escola Secundária da Munhuana – evaristoalvespascoal@gmail.com

⁵ Professor de Matemática na Escola Secundária da Munhuana - moisesedgarlucianomariomoises@gmail.com

processes. This article is the result of a descriptive-interpretative and evaluative case study, essentially qualitative, with the objective of understanding how the GeoGebra Software can contribute to the complete study of trigonometric functions sine, cosine from graphical analysis, based on the performance of tasks, developed in a class of 50 students of Grade 11th at Munhuana Secondary School located in the city of Maputo. This study falls within the scope of the post-doctoral research project under the theme "GeoGebra and STEAM implications for mathematics and natural sciences education in Mozambique". The main results highlight the autonomy and greater involvement of students in solving tasks, greater student-software interaction, and appropriation of content, construction of models and manipulation of parameters.

Keywords: *GeoGebra & STEAM; Sine and cosine functions; Meaningful Learning.*

INTRODUÇÃO

As constantes mudanças impostas pela sociedade da informação e a presença das tecnologias nas mais variadas camadas da sociedade vêm obrigando um repensar na forma como o processo de ensino e aprendizagem é orientado, desde os seus meios à sua abordagem metódica e metodológica.

As pesquisas mostram que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel de maior relevância no ensino das Ciências Naturais e Matemática. Tal constatação é reforçada por Barbosa & Penteado (2007) ao ressaltar que as TIC são grandes aliadas no ensino da Matemática visto que permite experimentação e visualização.

De acordo com Ponte (2003), os professores de Matemática em sua prática precisam usar as ferramentas das TIC em suas salas de aulas, incluindo softwares educativos próprios da sua disciplina ou de Educação no âmbito geral. Tal afirmação, leva-nos a refletir a nossa prática pedagógica. É necessário que os professores levem os alunos a realizarem experiências práticas, com envolvimento de tarefas de natureza diversa, desafiando os seus raciocínios. O professor pode mudar o cenário de a matemática ser "um bicho de sete cabeças", mostrando ao aluno a importância da Matemática na vida real e no desenvolvimento científico e tecnológico, despertando no mesmo a curiosidade e capacidade de compreender conteúdos complexos de forma simples e divertida. Tal pretensão, aos olhos dos autores, é possível com a adoção de estratégia de ensino exploratório baseado nas TIC.

Nesta senda, está claro que o novo modelo de ensino propõe um reposicionamento dos professores na sala de aula, passando de repositores de conhecimento para facilitadores da aprendizagem, propiciando aos alunos uma aprendizagem significativa que promove o desenvolvimento de competências mais complexas valorizando saberes transversais bem como trabalho interdisciplinar e a capacidade de investigação, análise, o domínio de conteúdos e técnicas de exposição e argumentação, a capacidade de cooperatividade e autonomia (Ferreira & Vaz, 2022).

Os referidos autores enfatizam que os recursos tecnológicos quando utilizados adequadamente podem provocar mudanças na postura do professor e dos alunos no sentido de auxiliar na compreensão do que está sendo estudado. Porém, para que estas mudanças possam ocorrer, são necessárias algumas ações, igualmente importantes como equipar as escolas com salas de Informática com computadores, ligados a Internet e apoiar o professor para utilizar pedagogicamente essas Tecnologias.

Neste contexto, visando vivenciar modelos de formação interativo-reflexivo que promove o desenvolvimento profissional do professor e, conseqüentemente, a melhoria do processo de ensino da Matemática, participamos na Oficina de Formação levada a cabo no âmbito do projeto “GeoGebra & STEAM: Implicações para a melhoria da Educação Matemática em Países de Língua Oficial Portuguesa”, na Escola Secundária da Munhuana. A Oficina de Formação foi perspctivada para o desenvolvimento das competências do Professores de Matemática e das Ciências, numa perspectiva inter e intra disciplinar, com o uso do GeoGebra. O trabalho contemplou sessões temáticas, de planificação, de simulação, e de reflexão sobre as aulas, em contexto de formação. Assim, a experiência desenvolvida na sala de aula de uma turma da 11ª Classe, com 50 alunos, possibilitou a formulação de conjeturas sobre as características de funções Trigonométricas, em particular das funções Seno e Cosseno com apoio do Software GeoGebra. Nesta experiência ficou evidenciada a extrema importância do uso dos softwares educativos, em especial os ambientes de geometria dinâmica, como é o caso do GeoGebra, para a promoção da aprendizagem significativa, visto que os alunos participaram de uma forma ativa na abordagem dos conteúdos o que permitiu que os mesmos, de forma autónoma, explorassem e analisassem diversas situações e chegassem às suas próprias conclusões. Esta constatação leva-nos a refletir sobre o papel do professor no contexto atual, onde as tecnologias digitais, se utilizadas de forma adequada, podem desempenhar um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, em especial da Matemática.

A autonomia, o maior envolvimento dos alunos na resolução de tarefas, maior interação aluno-software, apropriação dos conteúdos, construção de modelos e manipulação de parâmetros constituem ganhos significativos no âmbito da experiência desenvolvida. Assim, no presente artigo dar-se-á conta dos principais resultados desta experiência implementada num contexto, onde as tecnologias ainda são usadas de uma forma muito tímida nas salas de aulas.

Problema e Objetivos

A experiência tem mostrado que o processo de ensino e aprendizagem em Moçambique é baseado em estratégia direta que coloca o professor no centro das atenções e o aluno como um mero ouvinte que segundo Ponte (2005), “o professor

se configura como um elemento que fornece informações ao aluno e por sua vez o aluno aprende ouvindo o que lhe é dito e fazendo exercícios com vista a consolidar os conceitos explicados e exemplificados pelo professor'' (PONTE, 2005, p. 12).

O relato das experiências que são vivenciadas pelos autores deste artigo no seu dia-a-dia como professores de Matemática assim como de Física mostra que quando o aluno é solicitado a responder algumas perguntas, sejam elas abertas ou fechadas, ou solicitado a resolver tarefas no quadro tem se verificado algum nível de dificuldade na argumentação ou na resolução de problemas. Dado o nível de dificuldades que muitas vezes é demonstrado, fica óbvia a necessidade de diversificar metodologias e recursos que incluem meios tecnológicos que vão possibilitar desenvolver capacidades de raciocínio através da visualização e manipulação dos objetos (MALUNDO, JOÃO, SILVEIRA & DOS SANTOS, 2021).

Está claro que conjecturar baseado em estratégias de desenvolvimento mental a partir de construções mentais abstratas, sem nenhuma concretização, muitas vezes tais construções baseadas em representações não muito rigorosas, é uma estratégia não tanto quanto eficaz para desenvolvimento de raciocínio matemático assim como para interação professor-aluno ou aluno-aluno na sala de aula, o que é comum nas escolas públicas em Moçambique, incluindo na escola onde se desenvolveu o presente estudo.

O objetivo central deste estudo é avaliar até que medida a utilização do Software GeoGebra na sala de aula pode contribuir na construção de conceitos matemáticos sólidos e facilitar a compreensão do estudo completo de funções Trigonométricas seno, e cosseno, de forma significativa. Como objetivos específicos, pretendeu-se primeiro familiarizar os alunos com o Software GeoGebra e depois promover uma interação reflexiva de conceitos relacionados com o estudo completo de funções seno e cosseno, através da manipulação dos parâmetros das funções estudadas.

Vale realçar que a estruturação destes objetivos que sustentam o estudo foi antecedida pelas seguintes questões de partida:

1. Como as potencialidades do aplicativo GeoGebra podem ajudar no estudo completo de funções trigonométricas seno e cosseno?
2. Como o aplicativo GeoGebra pode promover uma participação ativa e a autonomia do aluno na sala de aula?

Enquadramento Teórico

Hoje em dia, todos precisamos usar meios tecnológicos no âmbito escolar, pois vêm transformando o conceito de aprendizagem e conhecimento. Na fé de que as ferramentas tecnológicas buscam aflorar as potencialidades, tanto de alunos como de professores, há aqui uma necessidade de, para além de capacitar as escolas moçambicanas com infraestruturas tecnológicas que vão responder a essa demanda, os currículos nacionais devem ser adaptados a abordagem STEAM (Ciências, Tecnologias, Engenharias, Artes e Matemática) que propõe um ensino integrado e multidisciplinar com abordagens centradas no contexto, uma vez que os currículos atuais em Moçambique estão mais orientados para aulas expositivas, segundo a realidade que é vivenciada pelos autores deste artigo.

O artigo publicado pela FIA Business School (2019) deixa claro que a educação STEM não pode ser vista como um conjunto de métodos que podem ser definidos objetivamente, mas, um modelo de ensino que busca integração entre as matérias, o gosto pelas atividades práticas e estimular a curiosidade. Tal modelo, vai de encontro com o que Ponte (2005, p. 13) chama de estratégia alternativa de ensino ou simplesmente “ensino por descoberta ou ensino ativo” onde o professor não procura explicar tudo.

Num contexto da era de informação e de revolução tecnológica no mundo e especificamente no país, a abordagem STEAM quando adaptado à realidade moçambicana pode sim trazer para alunos ganhos competitivos e por outro lado outro discurso no que diz respeito ao sucesso escolar em Moçambique.

As teorias construtivistas de Jean Piaget (1896-1980) baseadas no princípio de que o conhecimento não é algo que pode ser simplesmente dado pelo professor na frente da sala aos alunos em suas mesas, mas sim construído pelos alunos através de um processo ativo e mental de desenvolvimento, evidenciam que os alunos são os construtores e criadores de significado e conhecimento.

Partindo do princípio de que:

Um programa de matemática de excelência integra o uso de ferramentas matemáticas e de tecnologia como recursos essenciais para ajudar os alunos a aprender e perceber as ideias matemáticas, raciocinar matematicamente e comunicar o seu raciocínio (NCTM, 2017, p. 79).

É inegável que as novas tecnologias vêm de uma forma ajudar e facilitar a vida social, já que a tecnologia está em tudo. Esta posição é reforçada por Carvalho e Godoy (2012, p. 65) ao considerar que as Tecnologias da Informação (TI) podem contribuir para o ensino escolar, “(...) a inserção de TI no ambiente escolar tem sido vista como um potencializador das ideias de se quebrar a hegemonia das disciplinas e impulsionar a interdisciplinaridade”.

A interação na perspectiva de Piaget é o processo pelo qual ocorre o conhecimento. De acordo com Pirola (2010, p. 37) na teoria de Piaget, também chamada de epistemologia genética, “(...) o conhecimento é construído a partir da interação entre sujeito e objeto”. Com a intervenção do professor o aluno vai elaborando processos cognitivos que se iniciam em um tipo de desequilíbrio para chegar a um novo tipo de equilíbrio cognitivo que consiste na compreensão do novo conhecimento, é a partir dessa perspectiva que o software GeoGebra nos parece ser uma ferramenta didática interessante para o ensino e aprendizagem da Trigonometria, pois ela permite o professor estimular a Aprendizagem Significativa, isto é dar acesso ao aluno a um desafio no qual ele terá que exercitar suas competências cognitivas. Tomando como base os programas que comumente são aplicados para o ensino secundário geral em Moçambique.

O National Council Teachers of Mathematics (MARTIN, 2000) refere que o uso da tecnologia deve acompanhar o ensino e aprendizagem da matemática escolar, sendo o uso da tecnologia, integrada nos diversos contextos escolares, uma das competências para o século XXI (Partnership for 21st Century Skills, 2014). Lopes (2013, p. 634) afirma que o uso do software GeoGebra possibilita o aluno o exercício cognitivo da construção do conhecimento pela necessidade de buscar novos conteúdos e estratégias, acrescentando ao conhecimento que já possui sobre as questões a serem resolvidas.

Rodrigues & Salerno (2015, p.5), afirmam como uma das vantagens desses softwares a possibilidade de o aluno interagir com a atividade que realiza, diferentemente de usar instrumentos mais estáticos como o próprio uso do lápis e do papel.

Assim sendo, o que difere numa atividade com o recurso do software GeoGebra é a possibilidade de movimentação dos objetos e, a partir desses movimentos, o aluno investiga o que acontece com a sua construção, levantando hipóteses como: a construção permanece com as mesmas características? Um simples movimento muda todas as características originais? Entre várias hipóteses que são possíveis levantar diante das próprias tomadas de decisão, percebendo assim as suas regularidades. Em tal exercício se exige uma interação maior do sujeito que aprende na medida em que está explorando possibilidades com o objeto que o desafia a uma maior concentração, percepção e construção de hipóteses.

Desse modo, baseada em vários autores, Lopes (2013) afirma das várias possibilidades do Software GeoGebra diante de um objeto matemático, o que podemos afirmar que atinge a compreensão da complexidade da questão ao mesmo tempo em que possibilita diferentes caminhos de análise e busca das respostas. Certamente que essa é uma dinâmica importante para estimular os alunos a perceberem no desafio das questões matemáticas formas de expressarem seus

conhecimentos prévios e atingirem novas formas de desenvolvê-los com o uso de tecnologias dinâmicas, permitindo-os a interação.

Então os recursos disponibilizados a partir da tecnologia, como os softwares educacionais, instigam a participação dos alunos, a tomada de decisão, a levantar conjecturas e fazer analogias num processo de ensino e aprendizagem. Por si só as novas tecnologias são atrativas, justamente pelo fato de que os alunos estão em contato com as mesmas constantemente.

No quadro, o professor apresenta as dificuldades em mostrar correlações entre as incógnitas e suas correspondências no gráfico, por se tratar de um processo demorado e lento, já que ele tem um nível de abstração grande, e isso por si só já se torna mais complicado para que os alunos compreendam. Com o GeoGebra a aula se torna mais dinâmica, o aluno passa a visualizar a matemática em movimento. O professor debate em torno dos parâmetros ao movimentar o gráfico, e o aluno tem a possibilidade de conceber a essência da matemática se tratando da aplicação da tecnologia.

Contexto

O estudo que apresentamos foi realizado com alunos de uma turma de 11ª classe, pertencente a Escola Secundária da Munhuana que se localiza no distrito municipal de Nhamankulu, na cidade de Maputo. A escola é uma instituição pública que funciona com I e II ciclos do Ensino Secundário Geral com uma frequência média global 1500 alunos por ano de idades compreendidas entre 12 e 18 anos de idade. A escola está inserida em uma comunidade cuja principal renda familiar é comércio informal principalmente porque se encontra a escassos metros de um dos maiores mercados informais da cidade de Maputo, por isso, seus alunos na sua maioria dividem o tempo entre aulas e mercado, o que torna ainda mais o processo de ensino e aprendizagem (PEA) desafiador e exigindo do professor muita criatividade. Apesar disso, os alunos mostram muito interesse em TIC e os pais têm colaborado com a instituição em adquirir celulares com acesso à internet para os seus educandos.

De salientar que desde a época da pandemia da Covid-19 em que as aulas presenciais foram paralisadas, a escola desencadeou uma campanha de sensibilização dos pais e encarregados de educação a apoiar seus educandos com celulares com acesso à internet e desde então, embora não possuir um computador em casa, tornou-se habitual muitos alunos da comunidade da Zona de influência pedagógica ter um celular que lhes permitem habilidades de tal equipamento, e conseqüentemente lhes permitir acessar, manusear e desenvolver habilidades com aplicativo GeoGebra instalado em seu celular.

A escola onde decorreu a experiência, possui uma sala de informática e internet, o que facilitou a pesquisa, apesar de o número de computadores ser muito menor em relação ao número de alunos, o que obrigou a formação de 7 grupos para igual número de computadores disponíveis: Grupo 1 (A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7), Grupo 2 (A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15), Grupo 3 (A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22), Grupo 4 (A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29) Grupo 5 (A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36), Grupo 6 (A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43) e Grupo 7 (A44, A45, A46, A47, A48, A49, A50).

Participaram deste estudo 50 alunos da 11a Classe, secção de ciências com biologia, dos quais 19 rapazes e 31 raparigas. O grupo de pesquisadores foi constituído por quatro professores (tratados como P1, P2, P3 e P4), dois dos quais de Matemática e dois de Física, ambos da mesma escola. O P1 conduziu a experiência na tela projetada no quadro, enquanto P2, P3, P4 iam dando apoio necessário aos alunos nos seus grupos de trabalho e estando desta forma toda equipe envolvida no trabalho que culminou com a produção deste artigo.

O estudo foi realizado numa abordagem exploratória, baseada na realização de tarefas pelo aluno, tais tarefas caracterizadas por construção de objetos, manipulação, interpretação e discussão através do aplicativo GeoGebra.

Ponte (2005) na sua abordagem do que chama ensino-aprendizagem exploratório faz ver que tal se consoma quando o professor deixa parte importante de trabalho e de construção de conhecimento para os alunos realizarem, por isso, procuramos desenvolver nestas aulas tarefas que conduzissem a construção e estimular ideias matemáticas e sistematizadas sobre o assunto em abordagem, com ajuda do professor.

No desenvolvimento das tarefas, foram criados momentos para questionamento aos alunos, visando criar debates e discussões entre os participantes, mas também para explorar as experiências e preconceções dos mesmos. O conteúdo abordado foi sequencialmente conduzido com base no Manual do aluno da 11a Classe aprovado pelo Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano (MINED) e em uso nas escolas em Moçambique.

As atividades foram divididas em diferentes momentos, num total de 8 aulas de 45 minutos. Apesar de ter-se programado apenas duas sessões, o nível de dificuldades dos alunos no uso do computador foi muito determinante para se realizar a experiência em 4 sessões de 90 minutos para cada, de acordo com o quadro que a seguir se apresenta.

Nº	Atividade	Tempo	Forma de socialização	Objetivo
1	Aula de familiarização	90 Minutos	Trabalho em grupo	Explorar algumas ferramentas do aplicativo GeoGebra essenciais para a aula
2	Diagnóstico	90 Minutos	Individual	Diagnosticar as percepções dos alunos sobre os conceitos de extremos, zeros de função, monotonia da função, variação do sinal de funções trigonométricas
3	Exploração/Construção dos conceitos	90 Minutos	Trabalho em grupo	Definir todas características associadas ao estudo completo de funções seno e cosseno (extremos, zeros da função, variação do sinal e monotonia de função).
4	Sistematização dos conceitos	90 Minutos	Trabalho em grupo	Aplicar todos conceitos estudados na realização de diversas tarefas

Quadro 1: Atividades desenvolvidas na experiência

FONTE: (MALUNDO, JOÃO, SILVEIRA & DOS SANTOS, 2021, p. 115, adaptado)

A estratégia adotada colocava o aluno no centro das atenções, por isso deu-se valor às descobertas dos próprios alunos em relação ao estudo completo das funções trigonométricas, os alunos tinham liberdade de comunicar suas ideias e suas experiências de classes anteriores. No meio da comunicação dos alunos introduzimos o software GeoGebra para permitir a construção, manipulação e apoiar na sua capacidade de visualização e construção de conceitos matemáticos relativos aos conteúdos abordados.

Metodologia

Atendendo e considerando o objetivo e o problema do estudo apresentados, a opção metodológica foi essencialmente de natureza qualitativa (GUERRA, 2014 p. 15). A pesquisa qualitativa pressupõe que o pesquisador faça uma abordagem empírica de seu objeto.

Para este estudo, optamos por análise documental:

A pesquisa qualitativa envolve o estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos – estudo de casos; experiência pessoal; introspeção; história de vida; entrevista; artefactos;

textos e produções culturais; textos observacionais/registos de campo; históricos interativos e visuais – que descrevem momentos significativos rotineiros e problemáticos na vida dos indivíduos (GUERRA & PERREIRA, 2016, p. 15).

Neste estudo a análise documental respeitou três momentos, onde no primeiro momento foi analisado o primeiro questionário dirigido aos alunos com objetivos de aferir as características dos participantes e que serviu como base para preparar a aula com apoio do aplicativo GeoGebra, como também a aula de familiarização do aluno com o aplicativo. Através deste instrumento foi possível verificar que a grande maioria dos alunos nunca aprendeu matemática com recurso a softwares educativos, assim como nunca tinha ouvido falar do aplicativo GeoGebra. Constatamos também que boa parte dos alunos não sabiam utilizar as funcionalidades básicas do computador.

No segundo momento foram analisados os registos dos alunos que foram fazendo durante a aula com apoio ao software GeoGebra que serviram de base para os alunos desenvolverem os seus fundamentos e suas posições durante a interação reflexiva que tiveram com o professor e os colegas, permitindo a autonomia e construção de conceitos matemáticos fundamentais necessários para fazer um estudo completo de funções seno e cosseno.

No terceiro momento, analisou-se competências cognitivas e afetivas que os alunos desenvolveram fruto das construções, manipulação e visualização de objetos associados ao estudo completo das funções seno e cosseno. Vale realçar que para investigar/avaliar a experiência realizada, além da análise do questionário final aplicado depois da experiência, foram analisadas também as narrativas conduzidas através de uma entrevista não estruturada.

Análise e Discussão de Resultados

Atendendo ao objetivo do estudo, a planificação feita teve em conta o facto de que os alunos aprenderiam a manipular objetos e resolver problemas ligados a estudo completo de funções seno e cosseno com recurso ao GeoGebra durante a aula. Assim, instalamos o GeoGebra nos computadores disponíveis da sala de informática da Escola Secundária da Munhuana (o campo de estudo).

No primeiro momento procuramos saber a partir de questionário inicial se esses alunos sabiam usar computador ou tinham computador em casa, se tinham acesso à internet, a frequência com que usam de maneira geral e especificamente para questões escolares.

Questionados sobre ter um computador em casa, a informação resumida na tabela a seguir mostra que apenas 16 alunos que corresponde a 32% é que possuem um computador em casa, 4 alunos correspondente a 8% preferiram não responder e

os restantes 30 correspondentes a 60% não tem computador em sua casa, e afirma ter acesso ao computador apenas na escola durante as aulas de TIC, uma vez que o plano curricular da 11a classe em Moçambique prevê TIC como disciplina.

Tabela 1: Categoria da resposta dos alunos sobre ter um computador em casa

Categoria	Feminino	Masculino	%
Sim	9	7	32,0
Não	22	8	60,0
Não respondeu	0	4	8,0
Total	31	19	100.0

O resultado da tabela 1 era esperado para uma comunidade visivelmente de renda baixa, tanto que apesar de se aprender TIC na escola, a maior parte dos alunos apresentou dificuldades no uso do computador no momento de familiarização com o GeoGebra.

Apesar do plano curricular do ensino secundário em Moçambique incorporar TIC como disciplina, infelizmente não existe um documento orientador para o seu uso nas salas de aulas como ferramenta de ensino. Porém, para um país em vias de desenvolvimento com anseios de se reposicionar na região, é pertinente a consideração de recursos tecnológicos para uma educação de qualidade no contexto atual (ARTIGUE, 1990, p. 43) mas também para fazer jus ao lema do Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano em Moçambique que prega uma “Educação de qualidade, patriótica e competitiva” (PE/3 MIN DH, 2022, p 2).

Também, procurou-se saber sobre o uso de softwares educativos em Matemática e considerando o resultado da tabela 1 e a discussão feita, realmente os resultados do questionário mostraram que a maior parte dos alunos nunca tinham usado os mesmos e poucos deles é que raramente tinham conhecimento desses softwares.

Em relação ao acesso à internet e a finalidade do seu uso, constatamos que todos tinham acesso à internet através dos celulares próprios ou dos seus encarregados de educação, porém em relação ao seu uso, maior destaque vai para redes sociais, seguido de trabalhos escolares.

Tabela 2. Finalidade que os alunos utilizam a Internet

Categorias	Frequência	%
Acessar redes sociais	33	66
Realizar pesquisas escolares	15	30
Outros fins	2	4

Estes resultados por si só suscitam alguma reflexão. Tal reflexão tem que ver por um lado sobre como a sociedade olha para as TIC, num contexto em que a

realidade na cidade de Maputo mostra que há cada vez mais jovens e adolescentes em idade escolar com um celular ou Smartphone com acesso à internet. Será que os encarregados destes jovens estão preparados para dar apoio necessário para o aproveitamento destes recursos em fins escolares? E se não, o que deve ser feito? As respostas para estas questões claramente podem carecer de um estudo da realidade moçambicana, mas ao trazer aqui estas interrogativas é na perspectiva de aproveitar as potencialidades que os alunos já podem possuir na relação com estes ambientes digitais para fins educacionais.

O segundo momento foi a familiarização dos participantes com o aplicativo GeoGebra. Tal momento foi muito desafiador uma vez que maior parte dos alunos apresentavam dificuldades no uso de computador já enunciado acima, porém, apesar disso, depois de um atendimento das particularidades individuais pelos professores aos seus alunos, estes conseguiram superar as dificuldades e construíram os gráficos de funções seno e cosseno, encontraram os pontos de intersecção (zeros da função).

Após a familiarização com o aplicativo, o professor orientou aos alunos que introduzissem a função $f(x) = \text{sen}(x)$ e $g(x) = \text{cos}(x)$ na barra de entrada e de seguida com recurso a função intersecção de objetos na caixa dois para determinar os zeros da função seno.

Face à estratégia de comunicação adotada pelo professor, os alunos conseguiram realizar a construção e representação gráfica apresentada na figura 1.

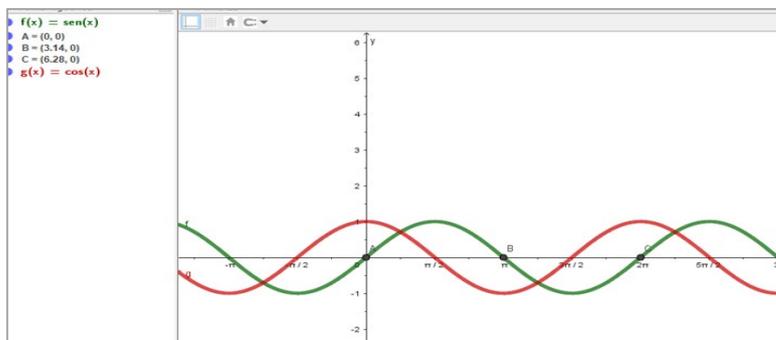


FIGURA 1: Construção do Grupo VI– Gráfico da função seno e cosseno.

FONTE: Dados recolhidos no campo pelos autores

Algo que nos entusiasmou foi o fato de um aluno identificado por A11, concluir que para todos os pontos onde o gráfico intercepta o eixo x são os zeros da função.

A11: Já que o gráfico verde corta o eixo x em muitos pontos para além desses com pontinhos pretos, então esse gráfico tem muitos zeros da função ou infinitos zeros porque o gráfico também é infinito. (Diário de bordo, 05/07/2023)

Durante as atividades com o aplicativo GeoGebra alguns alunos apresentavam certas dificuldades, mas foram sendo ultrapassadas à medida que nos próprios grupos de trabalhos estes iam se apoiando.

Tarefa 2: Com recurso ao comando Função (<Função>, <Valor Inicial>, <Valor Final>), faça a construção gráfica da monotonia da função no intervalo de $-\frac{3\pi}{2}$ a 2π , marcando com cores diferentes para o crescimento e decréscimo da função.

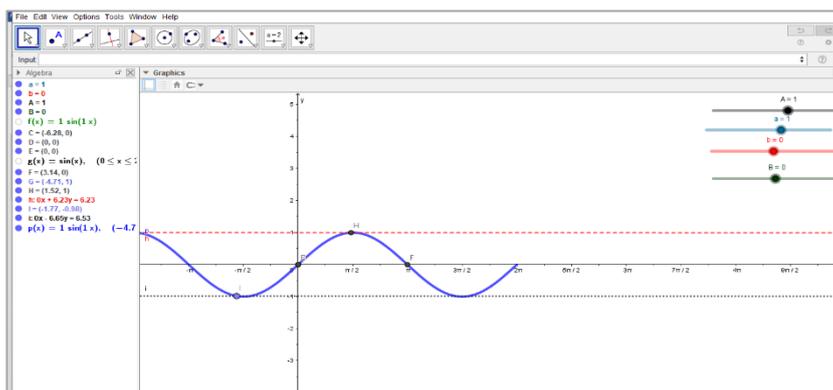


FIGURA 2: Resposta do Grupo II sobre a tarefa II.
FONTE: Dados recolhidos no campo pelos autores

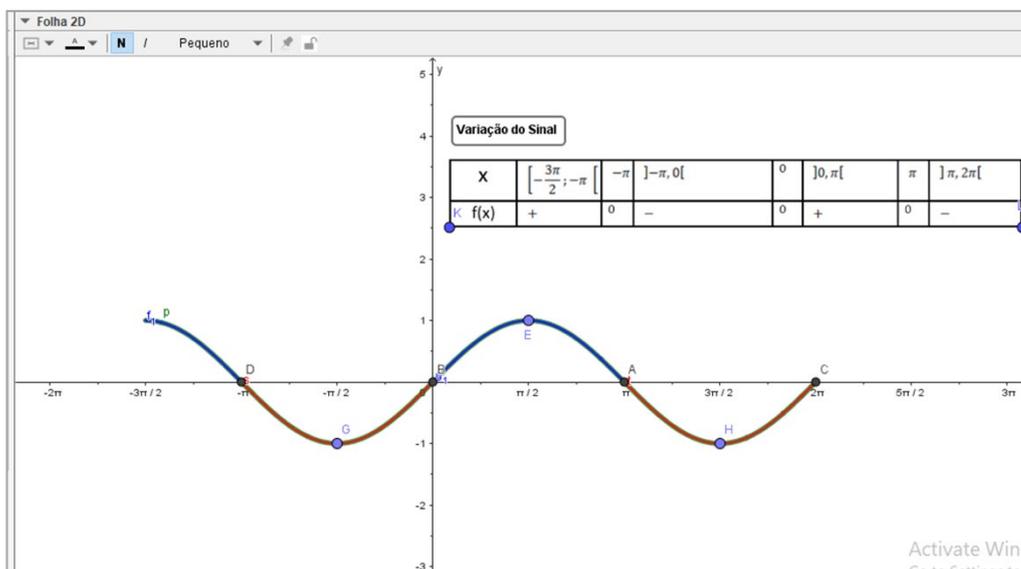


FIGURA 3: Resposta do Grupo II sobre variação do sinal da função
FONTE: Dados recolhidos no campo pelos autores.

As figuras anteriores evidenciam a maneira como os alunos construíram os conceitos matemáticos relevantes sobre funções trigonométricas com uso do Software GeoGebra. Devemos referir que para tal construção, os professores

desempenharam um papel importante, a destacar o apoio na exploração de ferramentas do GeoGebra.

Com base nas representações, os alunos realizaram com facilidade as tarefas orientadas pelos professores (Figura 5), demonstrando uma clara consolidação, quer dos conteúdos associados a estudo completo de funções trigonométricas, quer sobre outros conceitos matemáticos que continuavam ainda abstratos.

No domínio do estudo completo de funções trigonométricas seno e cosseno, para além da exploração acima apresentada foram igualmente solicitados registos escritos. Perante a construção realizada foi solicitado aos alunos que fizessem a intersecção do gráfico e o eixo X, e identificar os pontos de intersecção que seriam neste caso, os zeros da função, e em relação a esta questão os alunos realizam o registo ilustrado na Figura 4.

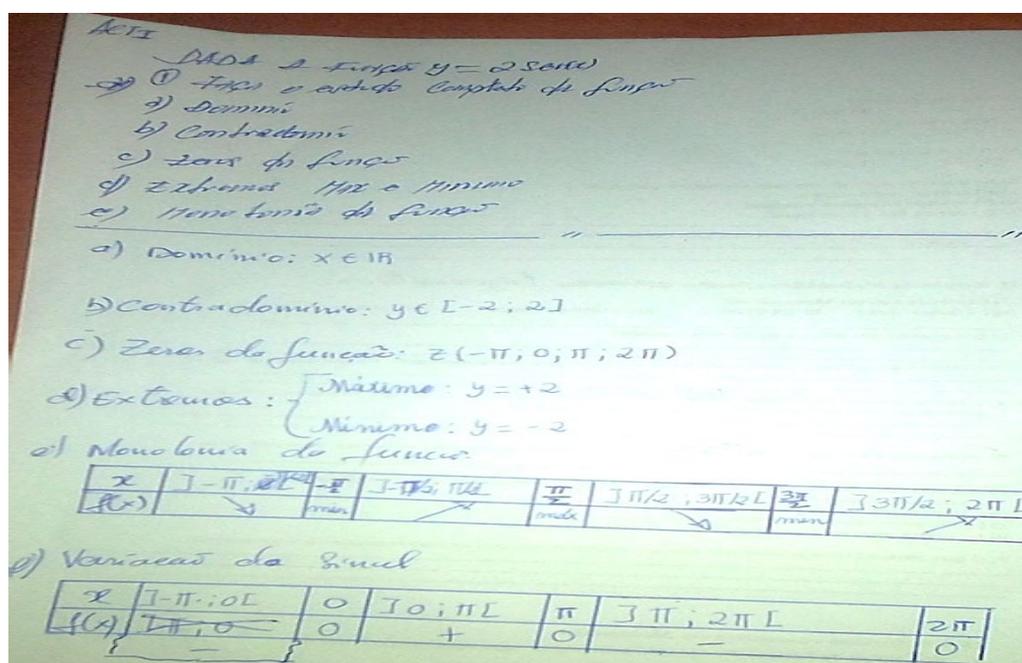


FIGURA 4 : Registos do Grupo IV durante a realização de tarefas.

FONTE: Dados recolhidos no campo pelos autores.

Foi possível constatar que, os registos escritos dos alunos relativamente a zeros de função, extremos máximos e mínimos, domínio, acompanhavam suas discussões e a comunicação, os esquemas que iam representado permitiam conduzir-lhes a um raciocínio lógico. Por exemplo, o A28 foi capaz de relacionar os zeros da função nas funções seno ou cosseno e os zeros da função nas funções quadráticas.

A28: “acho podemos proceder da mesma maneira para encontrar os zeros da função quadrática, achar os pontos de intersecção da parábola com o eixo x ” (Diário de Bordo, 05/07/2023).

A estratégia usada na realização de tarefas permitiu ao aluno desenvolver um raciocínio crítico e argumentativo, pois assistiu-se durante a aula uma interação mútua, disputa na apresentação de resolução, evidenciando maior interesse do aluno pela realização de tarefas.

O terceiro momento foi aplicado o questionário final com objetivo de recolher informações passíveis de averiguar se a utilização do GeoGebra influenciou ou não no comportamento dos estudantes e se contribuiu para desenvolvimento de uma visão mais abrangente, correta e positiva, das ferramentas na aprendizagem, para a destreza tecnológica e melhoria da aprendizagem dos conteúdos abordados. Paralelamente a esse momento, fez-se a recolha de depoimentos dos participantes representativos dos grupos de trabalho.

Questionados sobre aprender matemática utilizando computador, apenas cinco inquiridos a consideraram muito difícil (“é preferível utilizar quadro, Giz régua porque entendo melhor matéria”; “porque não tenho domínio do computador”), sendo que as opiniões dos restantes se situam nas escalas normal, fácil e muito fácil, de acordo com a figura a seguir. Pode afirmar-se que a experiência trouxe um contributo significativo ao alargamento do horizonte dos inquiridos no que tange às potencialidades do computador e dos *softwares* educativos no ensino e na aprendizagem da Matemática.

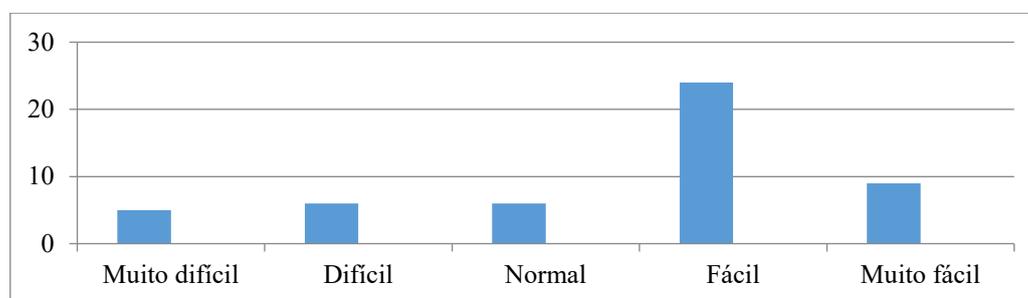


Gráfico 1: Opinião dos alunos sobre aprender matemática utilizando computador

Os dados mostram claramente que a maior parte dos participantes viram mudanças na forma de ver e aprender a matemática se comparado com o modelo tradicional. Porém, a que se reconhecer o esforço e criatividade do professor que permite que mesmo com quadro e giz onde não é possível demonstrar as transformações trigonométricas tempo previsto na carga horária, os alunos conseguem aprender a gostar da matemática.

Tabela 4: Opinião dos alunos sobre a importância do uso de *softwares* educativos na aprendizagem da Trigonometria.

Categorias	Frequência	Porcentagem (%)
Pouco	1	2.0
Bastante	32	64.0
Muito	16	32.0
Total	49	98.0
Não respondeu	1	2.0
Total	50	100.0

Questionados sobre a forma como preferiam ter as aulas de Matemática após a experiência, todos são unânimes em referir o computador, sendo que maior parte mencionou especificamente o GeoGebra, sintetizando-se as porcentagens das justificativas apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 5: Categorias de preferência dos alunos em ter aulas de matemática

Categorias	Frequência	%
Facilidade na aprendizagem	19	38,0
Eficácia na aprendizagem	6	12,0
Recurso atrativo para aprendizagem	7	14,0
Motivação para a aprendizagem	8	16,0
Estímulo à aprendizagem	3	0,6
Recurso para melhoria do ensino	7	14,0
Total	50	100%

Paralelamente ao questionário final, uma entrevista não estruturada foi dirigida a uma amostra selecionada aleatoriamente com objetivo de recolher sensibilidades relativamente a aula orientada com apoio à GeoGebra. Abaixo seguem-se relatos de alguns alunos identificados como A1 e A2, na entrevista com dois professores identificados como P1 e P2, gravada no dia 7/07/2023.

Na entrevista os professores procuraram saber sob o que os alunos acharam da experiência, que comparação se faz do Software GeoGebra relativamente ao quadro e Giz, se valia a pena os professores investirem em recursos tecnológicos de aprendizagem, e na ocasião os entrevistados deixaram mensagens à direção e aos professores.

A1: “Achei muito interessante, porque aprendi coisas que não aprendia na sala.”

A2: “Achei a experiência muito boa e interessante, porque na sala não conseguimos criar os gráficos, temos que criar os gráficos analisar os seus extremos e depois apagar, criar outros fazer se estudo completo, não víamos como se movimentavam, como os parâmetros mudavam, éramos obrigados a decorar e muitas vezes nos esquecemos, mas com aquela forma de ver as coisas já é muito bom. ”

A1: “Aconselho sim, porque usando GeoGebra as aulas tornam-se mais fáceis e aprende-se melhor.”

A2: “que os professores continuem a incentivar os alunos a usarem GeoGebra como forma de transmitir conhecimento aos alunos, porque é melhor aprender usando o computador do que as aulas normais na sala de aulas, e veja só professor que hoje aprendi muita coisa que não conseguia entender a anos. ”
(Entrevista gravada no dia 7/07/2023).

Na prática, a experiência proporcionou momento de muita aprendizagem tanto para aluno assim como para o professor e um enriquecimento em conhecimentos científicos. Há conceitos que foram sendo reconstruídos durante a experiência, por exemplo, a questão de transformação de funções trigonométricas, apesar de não ser o tema deste artigo, mas ao longo da experiência foi inevitável verificar que independentemente das situações, o gráfico pode sim transladar unidades para esquerda ou para direita sem depender do sinal de que tal variável assume (se é negativo ou positivo) mas sim depender conforme o comprimento de tal parâmetro aumenta ou diminui.

Depois da experiência realizada, houve melhoria na forma como é feita a planificação metodológica das aulas, não só de Matemática, assim como de Física. E como consequência, como professor, sentimo-nos enriquecidos com ferramentas para desafios impostos pelo avanço da informação nos tempos atuais.

Os professores que realizaram a Oficina de Formação integraram a equipa da Escola Secundária da Munhuana responsável pela organização da Feira, no âmbito da II Edição de Jornadas Científicas da Escola Secundária da Munhuana - 2023. Nesta feira, foram apresentados os resultados dos trabalhos realizados no âmbito do presente Projeto de investigação, com a presença da Direção da Escola, Diretora Distrital da Educação, alunos de diferentes anos de Escolaridade e professores de diversas áreas científicas da Escola.

Os alunos se apropriaram dos conhecimentos e exploraram com maior interesse as potencialidades do Software em estudo neste artigo, tendo desenvolvidos aplicativos para física (pendulo simples e seu gráfico) no âmbito do programa “Professor por um dia”.

A participação dos alunos nesta Feira teve um impacto positivo na sensibilização tanto de dirigentes, professores e alunos para a importância do uso das tecnologias no ensino e aprendizagem da matemática e das ciências.

Aula 2: Professor por um dia

O Grupo 2, formado pelos alunos, P1, P2, P3, P4 e P5, sobre a orientação científica do Prof. Moisés Namburete, apresentaram um aplicativo desenvolvido pelos mesmos para o estudo do Pêndulo Simples: Elongação, Amplitude, Período e Frequência.

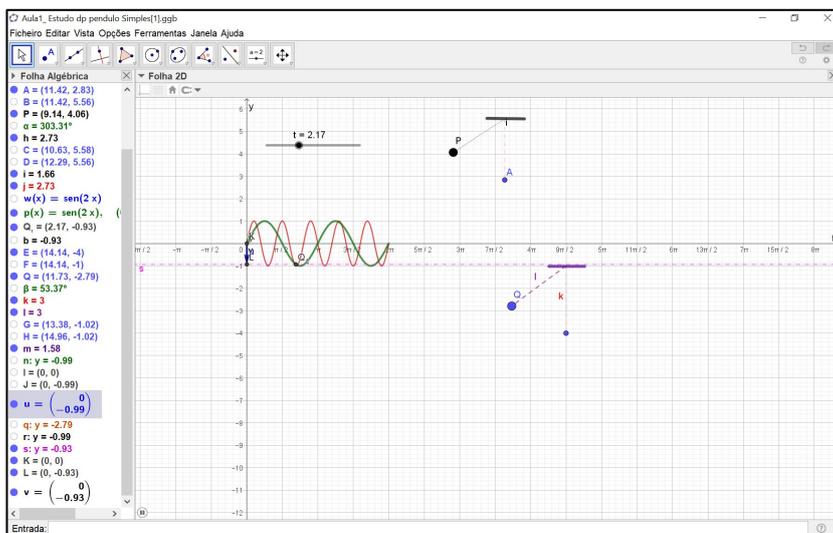


FIGURA 5. Aplicativo apresentado pelo Grupo 2 – “Professor por um dia” na Feira da Ciência
FONTE: Dados recolhidos pelos autores.

Enquanto os professores P1, P2, P3 e P4 foram dando a aula, o P5 foi executando as operações no GeoGebra. Seguem excertos de parte da aula dada.

P1: Bom dia! Estou aqui com os meus colegas [...] para falarmos das oscilações. Dizer que as oscilações mecânicas são movimentos repetitivos de um objeto em torno de uma posição do equilíbrio. E, dizer que as oscilações mecânicas são caracterizadas pelos movimentos circulatorios, onde estes movimentos circulatorios estão caracterizados por movimentos periódicos. E, os movimentos periódicos tem como suas propriedades a elongação, o período e a frequência. [...]

P2: Boa tarde a todos. [...]. Elongação é uma grandeza que nos dá a posição do oscilador num instante qualquer. E, como podemos ver aqui, neste ponto a elongação é qualquer ponto por onde a reta passa. Qualquer ponto por onde a reta passa chamamos de oscilação, até o ponto máximo. O ponto máximo

chamamos de amplitude que é a elongação máxima. E, nós temos também um pêndulo simples que é um objeto suspenso por um fio. Continuando, dizia aqui temos o ponto de equilíbrio, podemos chamar de ponto A. O P é um ponto qualquer. E para movimentar o pêndulo, nós só temos de aplicar força para afastar do ponto de equilíbrio. Nós temos o exemplo de um baloiço. Por exemplo, esta bolsa está no ponto de equilíbrio, no ponto zero. Para movimentar temos que afastar e ele tem o movimento que o pêndulo tem. E aqui podemos notar que o pêndulo leva o mesmo tempo que o gráfico leva para fazer uma volta completa. A volta completa seria no ponto de 0 até $\pi/2$. Por exemplo, o ponto A, vai e volta e faz uma volta completa. Chamamos de movimento periódico o ponto A que vai e vem. Alguém poderia me dizer, qual seria a elongação desse pêndulo?

Público: [comunicação não perceptível]

P2: Aqui podemos chamar de elongação, é um ponto máximo qualquer até atingirmos a elongação máxima, é o ponto onde o baloiço não consegue ir mais para frente e tem que voltar. Conseguiram perceber esta parte?

Público: Sim conseguimos.

[...]

P3: Desculpa, eu acho que o meu colega se equivocou no ponto A. A volta completa saindo deste ponto, a elongação máxima vai e volta passando pelo ponto A e faz uma volta completa, aqui.

Público: bate palmas.

[...]

P4: Conforme a minha colega já havia iniciado, dizer que a frequência é um determinado número de voltas de uma oscilação para um determinado intervalo de tempo. Neste caso eu vou mostrar a diferença das duas oscilações. A oscilação da função g – vermelha e p que é a verde. Antes de ir a fundo com a informação que quero aqui trazer, com o conhecimento transmitido aqui pelos meus colegas, gostaria de saber, qual das oscilações é que leva mais tempo.

Público: verde

P4: Muito obrigada. Dá para perceber que prestaram muita atenção (28-07-23)



FIGURA 6: Professores P1, P2 orientando a aula e P5 executando operações no Software GeoGebra –professor por um dia, feira de ciências.

FONTE: Dados recolhidos pelos autores

Notou-se um sentido de interajuda e um trabalho colaborativo para a consecução dos objetivos da aula. Em 12 anos de trabalho com o GeoGebra, a formadora realçou que, pela primeira vez presenciava este tipo de atividade, onde o aluno assume ser “professor” para mostrar o conhecimento adquirido no âmbito de uma experiência em sala de aula, suportado por uma tecnologia.

Claro que, um aplicativo sobre os pêndulos simples acarretaria naturalmente desenvolver um estudo específico sobre a sua real contribuição para aulas de física, mas ao trazê-lo aqui neste artigo é para evidenciar a transversalidade do software GeoGebra nas ciências e os ganhos que advieram tanto para alunos assim para professores pela participação neste estudo.

Conclusão

O estudo apresentado se enquadra no projeto de investigação de pós-doutoramento, subordinado ao tema GeoGebra e STEAM - Implicações para a educação matemática e ciências naturais em Moçambique, e em paralelo vem cumprir uma das metas de processo de formação de formadores em GeoGebra em Moçambique, que é, o desenvolvimento de experiências de ensino e de aprendizagem de matemática e ciências naturais com recurso ao GeoGebra, bem como a elaboração de relatos de natureza pedagógico e científico que permite divulgar experiências vivenciadas por professores e alunos.

Considerando os objetivos definidos para as aulas que integraram este estudo, conjugados com os resultados dos questionários, entrevistas, assim como os resultados das análises produzidas através de registos e comunicações durante a experiência e depois da experiência constatou-se que os alunos conseguiram construir, interpretar e consolidar conceitos matemáticos associados a zeros,

extremos mínimos e máximos, domínio e contradomínio, monotonia e variação do sinal de funções trigonométricas seno, cosseno e tangente.

As potencialidades do aplicativo GeoGebra quando utilizados do modo adequado, podem se configurar num catalisador para a promoção de aprendizagem significativa, possibilitando um raciocínio lógico e comunicação de conceitos matemáticos bem como facilitar a interpretação de diferentes fenômenos na sala de aula e fora dela. A experiência conduzida mostra que é possível usar GeoGebra no ensino e aprendizagem da matemática com alunos da 11ª Classe, fazer estudo completo de funções trigonométricas seno, cosseno e tangente.

Igualmente, evidenciou também que o uso de GeoGebra para trabalhar conceitos matemáticos e outros que por natureza são abstratos e complexos possibilita a visualização e manipulação, facilitando a construção de conceitos.

Conclui-se que o aplicativo GeoGebra quando utilizado adequadamente na sala de aulas, pode tornar-se no recurso atrativo para o aluno para o aluno aprender, competitivo na resolução de tarefas e, por conseguinte, ter maior interesse pela aula, contudo o maior desafio seria encontrar os recursos tecnológicos para o seu uso.

Recomendações

Aos professores que pretendam através deste estudo dar réplica da experiência em suas escolas recomenda-se que garantam em primeiro lugar a socialização dos alunos com o software.

Aos Setores de Educação comprometidos em encontrar respostas aos desafios colocados pelas constantes mudanças de paradigmas sociais impostas pela evolução tecnológica incluindo o Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano (MINEDH) de Moçambique recomenda-se que invistam em recursos tecnológicos, nas escolas dentro dos centros urbanos assim como fora como forma de integrar conhecimentos de Ciências, Tecnologia e Matemática, possibilitando ao aluno se preparar para desafios como cidadão e também para o mercado de trabalho.

Aos pesquisadores de diferentes áreas recomenda-se que sejam desenvolvidas mais pesquisas de investigação sobre as potencialidades do GeoGebra por forma a termos mais bases de dados sobre a sua eficácia no contexto moçambicano.

Referências

ARTIGUE, M. *Épistémologie et Didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques*, Paris, v. 10, n. 23, p. 241-286, 1990.

FERNANDES, Dárida; FERREIRA, Juliana Vaz Almeida Gomes. As potencialidades do GeoGebra no 1o Ciclo do ensino básico. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**. ISSN 2237-9657, v. 9, n p55-68, 2020

FIA Business School, Educação STEM: Consultado em 20 de Setembro de 2023 (15:21) web
site <https://de.trck.one/redir/clickGate.php?u=CvOTsHmh&p=ZPTckchH83&m=12&s=&r=&url=htt>.

GOLDENBERG, E. P. e CUOCO, A. A. What is dynamic geometry? In: LEHER, R.; CHAZAN, D. (Ed.). **Designing learning environments for developing understanding of geometry and space**. London: Lawrence Erlbaum Associates, p.350-367, 1998.

GUERRA, Ediel; AZEVEDO, Pereira. **A Utilização de Applets no GeoGebra para a Aprendizagem da Trigonometria**, 2016.

LOPES, M. M. Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. **Bolema**, vol.27, n.46, pg. 631-644, 2013.

Manual do Aluno - **Matemática - 11.ª Classe** (2020); de Maria Augusta Ferreira Neves, Jorge Nuno Silva ; ISBN:978-989-611-154-0 ;Editor:Plural Editores Edição 12-2020.

MARTINS, L.M. **O legado do século XX para a formação de professores**. Editora UNESP, São Paulo, 2010.

MINEDH - Moçambique. **Programa de Matemática - 11ª Classe Formação de Professores para o Pré-Escolar e para o Ensino Primário** Editora Editora Moderna, S.A. 2.ª Edição, 2018.

MALUNDO, Costa Mahula Bige et al. O uso do GeoGebra para assegurar enriquecimento da comunicação matemática dos alunos: uma experiência na 7ª classe no contexto angolano. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, v. 10, n. 2, p. 105-128, 2021.

Partnership for 21st Century Skills. Framework for 21st century learning, 2014. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>.

PIROLA, N. A. **Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica,. 244 p. 2010.

PONTE, João Pedro da. Gestão curricular em Matemática. **O professor e o desenvolvimento curricular**, p. 11-34, 2005.

RODRIGUES, Valtemir; Salerno Alexandra, Uso do Software GeoGebra no Ensino da Trigonometria no ensino medio, Manaus - AM, 2015.