http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i1p035-060

O GeoGebra & STEAM como estratégia para aprendizagem significativa das funções exponenciais[1]

GeoGebra & STEAM as a strategy for meaningful learning of exponential functions

FERNANDO ANDRÉ CUMBE[2]

0009-0003-9033-0686

RESUMO

No contexto educativo moçambicano, o ensino é teórico e bastante tradicional, o que abre espaço de discussão da necessidade de se repensar as políticas educativas e suas implementações. As escolas são convidadas a dinamizar o ensino, relacionando a teoria com a prática como forma de auxiliar os alunos na resolução dos problemas do dia-a-dia, valorizando a interdisciplinaridade. É nesta lógica que, na sequência da participação na Oficina de Formação "GeoGebra & STEAM", se implementou uma experiência numa Turma da 11ª Classe, no Colégio Kitabu, para o estudo das Transformações das Funções Exponenciais com base no Software GeoGebra e no contexto da Educação STEAM. O estudo de caso descritivo e exploratório levado a cabo é de natureza fundamentalmente qualitativa. No âmbito deste trabalho dar-se-á conta dos trabalhos desenvolvidos e dos resultados alcançados nesta experiência.

Palavras-chave: *GeoGebra & STEAM; Função Exponencial; Aprendizagem significativa.*

ABSTRACT

In the Mozambican educational context, teaching is theoretical and quite traditional, which opens up space for discussion of the need to rethink educational policies and their implementation. Schools are invited to streamline teaching, relating theory to practice as a way of helping students solve everyday problems, valuing interdisciplinarity. It is in this logic that, following participation in the "GeoGebra & STEAM" Training Workshop, an experience was implemented in a 11th Class, at Colégio Kitabu, to study the Transformations of Exponential Functions based on the GeoGebra Software and in the context of STEAM Education. The descriptive and exploratory case study carried out is fundamentally qualitative in nature. Within the scope of this work, the work carried out and the results achieved in this experience will be reported.

Keywords: *GeoGebra & STEAM; Exponential Function; Meaningful learning*

Introdução

[1] 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 do Colégio Kitabu e da Universidade Pedagógica de Maputo.

[2] Professor de Matemática do Ensino Secundário Geral, Colégio Kitabu-cumbefernando@gmail.com

O Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano (MEDH) atualizou em 2022, o Plano Curricular do Ensino Secundário (PCES) publicado em 2007, sobre as orientações curriculares para o ensino geral. Ter a capacidade de resolver problemas complexos, adaptar-se às rápidas mudanças e saber viver com outros são condições impostas neste documento para a sobrevivência no contexto atual . Neste sentido, perspetiva-se que o currículo do Ensino Secundário (ES) deve:

> preparar cidadãos capazes de aplicar os seus conhecimentos na resolução de problemas e para continuar a aprender ao longo da vida. Assim, a abordagem de ensino deverá estar orientada para a solução dos problemas da comunidade, através da ligação entre os conteúdos veiculados pelo currículo e a sua aplicação em situações concretas da vida. (PCES, 2022, p. 5).

Sendo a Matemática uma das disciplinas práticas, ela é considerada no PCES como um instrumento para o conhecimento do mundo e outras áreas curriculares, bem como para o domínio da natureza, favorecendo a formação de capacidades intelectuais, estruturação do pensamento e raciocínio lógico. Este normativo estipula que:

> A aprendizagem da Matemática no 2º Ciclo permite ao aluno contribuir para o desenvolvimento das capacidades de reconhecer, interpretar, intervir e resolver problemas do quotidiano em várias esferas onde o pensamento matemático se faz necessário (PCES, 2022, p. 23).

Porém, a prática na sala de aula vem mostrando que esses objetivos não estão sendo alcançados, pois os alunos apresentam dificuldades em conteúdos matemáticos. Isso pode ser uma consequência da forma como estão sendo preparados para utilizarem a matemática por meio da mecanização dos processos, sem realmente compreender o que está sendo ensinado. Por outro lado, o nosso ensino é meramente tradicional e não foca na essência aspetos ligados a aplicação do conhecimento adquirido na sala de aula com a realidade.

Os grandes desafios para a compreensão e aplicação dos conceitos e problemas matemáticos, exigem a formação de um verdadeiro capital humano, de cidadãos que possam interagir num mundo cada vez mais interdependente e competitivo. Portanto,

quais são as estratégias que os professores de matemática podem adotar para a assimilação, compreensão e aplicação dos conteúdos relacionados com os problemas quotidianos envolvendo funções exponenciais?

Dellors et *al.* (1997), afirmam que o ES é acusado de estar pouco aberto ao mundo exterior e, dum modo geral, tem fracassado na preparação dos jovens para a entrada no mundo do trabalho.

Na Matemática, não é diferente. Porém, por sua imensuração de conteúdos e áreas, algumas partes se tornam difíceis e desconexas, mesmo para aqueles que tem alguma habilidade para a disciplina. E um dos principais motivos tem haver com a falta ou ineficiência de se mostrar a aplicabilidade daquilo que se ensina.

Olhando para o ES, constata-se que uma dessas matérias ensinadas é a aplicação das funções exponenciais na resolução dos problemas quotidianos. Daí, a escolha pelo tema.

Sabendo da importância das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em especial os ambientes dinâmicos de geometria dinâmica (ADGD), e dos recursos pedagógicos capazes de auxiliar os professores na busca de estratégias para a superação das dificuldades dos alunos perante o ensino da matemática, esta pesquisa, visando a aprendizagem significativa, compreende a aplicabilidade do uso de software GeoGebra no contexto da Educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), como ferramenta metodológica na aplicação das funções exponenciais na resolução dos problemas quotidianos.

Jonassen (2000, apud SILVEIRA, 2015, p. 25), considera a aprendizagem significativa como:

> intencional na medida em que os alunos articulam os seus objetivos de aprendizagem com o que estão a fazer, com as decisões que tomam, as estratégias que utilizam e as respostas que encontram envolvendo-se, de forma crítica, nesse complexo processo. Trata-se de uma forma de aprendizagem autêntica, em que os alunos realizam tarefas de aprendizagem que se enquadram numa situação do mundo real significativa ou simulada num ambiente de aprendizagem. Se trabalharem em grupos, os alunos negoceiam socialmente uma expetativa comum, assim como a compreensão da tarefa e os métodos que irão utilizar para a realizarem, numa ação cooperativa ou colaborativa mas sempre conversacional (SILVEIRA, p. 25).

Segundo o mesmo autor, este tipo de aprendizagem:

> deve obedecer a rigorosas exigências como ser permanentemente ativa e construtiva pois se, por um lado, os alunos interagem com um ambiente e manipulam objetos nesse ambiente, observam os efeitos das suas intervenções e constroem a suas próprias interpretações, por outro, integram novas experiências e interpretações no seu conhecimento prévio sobre o mundo e constroem os seus próprios modelos mentais simples para explicar o que observam. A aprendizagem apresenta-se, deste modo, manipulativa e articulatória, ao mesmo tempo que reflexiva (Jonassen, 2000, apud SILVEIRA, 2015, p. 25).
>
> Silveira (2015), destaca a exploração dos ADGD, em especial o GeoGebra, de entre as tecnologias que podem contribuir para uma aprendizagem significativa da Matemática, mais centrada no aluno e muito mais preocupada com as aprendizagens do que o ensino em si, especialmente se se tirar vantagens das múltiplas representações do mesmo ente que permite.

Nesta perspetiva, o presente trabalho, preconizou como objetivos:

- Apresentar e auxiliar os alunos na aprendizagem básica da utilização do ambiente do trabalho do software GeoGebra relacionado com a resolução dos problemas quotidianos que envolvam funções exponenciais.
- Recorrer à "Folha de cálculo" no GeoGebra para a descrição dos problemas propostos;
- Representar graficamente os problemas quotidianos propostos a partir das suas expressões analíticas;
- Analisar e tirar ilações a partir dos cálculos efetuados e das representações gráficas feitas.

Assim, com este trabalho, pretende-se realçar os resultados decorrentes da implementação desta experiência e contribuir para uma reflexão sobre as implicações do uso do GeoGebra no contexto da Educação STEAM, num país onde o acesso às tecnologias constituiu, ainda, um enorme desafio.

Metodologia

Em termos metodológicos, o estudo é de natureza fundamentalmente qualitativa, tendo-se recorrido também à investigação quantitativa. Optou-se por um estudo de caso (Gil, 2002; Yin, 2005) descritivo e exploratório, que contemplou várias técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados. O investigador assumiu um duplo papel de professor e de observador, tanto quanto possível participante.

Classificação da pesquisa

Esta pesquisa é do tipo descritivo e exploratório. Para GIL (2002, p. 42), a pesquisa descritiva é aquela que tem como objetivo a descrição das caraterísticas de determinada população ou fenómeno, bem como o estabelecimento de relação entre variáveis e fatos.

> O estudo concentra-se numa única organização, pelo que pode ser caraterizada como um estudo de caso (GIL, 2002), que consiste num estudo empírico, exploratório e exaustivo de um fenómeno complexo no seu próprio contexto, possibilitando um conhecimento amplo e detalhado.
> Yin (2005), complementa que um estudo de caso é uma investigação empírica que: "investiga um fenómeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especificamente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos; baseia-se em várias fontes de evidências" (p. 32).

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, segundo Richardson (1999) existem duas perspetivas para a realização da pesquisa: a pesquisa quantitativa e a qualitativa.

> No concernente à pesquisa qualitativa, o referido autor considera que, neste tipo de pesquisa, os dados não são analisados por meio de instrumentos estatísticos, pois a mensuração e a enumeração não são o foco deste tipo de pesquisa. Através do modelo qualitativo descreveu-se a realidade encontrada (Richardson, 1999).

A pesquisa quantitativa significa transformar opiniões e informações em números para possibilitar a classificação e análise. Exige o uso de recursos e de técnicas estatísticas. GIL (2002), afirma que o método quantitativo é empregue no desenvolvimento de pesquisas descritivas de âmbito social, económico, de comunicação, de administração e representa uma forma de garantir a precisão dos resultados, evitando distorções.

> Para Yin (2005), ambos os métodos constituem uma estratégia de suporte de um estudo de caso. Assim, a abordagem metodológica escolhida neste estudo permite uma análise ampla e situada sobre aplicação das funções exponenciais na resolução dos problemas

quotidianos com recurso ao Software GeoGebra.

População

Segundo MARCONI e LAKATOS (2003), universo ou população é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma caraterística em comum. A delimitação do universo consiste em explicitar que pessoas ou coisas, fenômenos etc. A população para esta pesquisa é constituída pelos alunos do Colégio Kitabu do ano 2023.

A escolha da instituição para esta pesquisa justifica-se por questões relacionadas com facilidade de locomoção e economia de tempo, bem como dos recursos financeiros. Este colégio é de pequena dimensão, pois, possui apenas 11 (onze) salas de aulas efetivas, o que equivale dizer que tem capacidade para acolher uma média de 600 (seiscentos) alunos por ano letivo.

Amostra

A amostra é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população), constituindo o seu subconjunto (MARCONI; LAKATOS, 2003).

O autor desta investigação leciona 1º e 2º ciclos (7ª a 12ª classe) do curso diurno na cidade de Maputo, no Colégio Kitabu.

Para esta pesquisa recorreu-se a uma amostra por conveniência, que consistiu numa seleção propositada de uma das turmas da 11ª Classe que participou no estudo.

A razão da escolha dos alunos da 11ª classe deve-se por ser uma classe onde se abordam as questões relacionadas com as funções exponenciais e sua aplicação no dia-a-dia e também por possuírem mais maturidade e uma maior capacidade de abstração e análise crítica.

Esta pesquisa teve como público-alvo a turma A, da 11ª classe do Colégio Kitabu, Maputo – Moçambique, constituída por 28 alunos, sendo 5 do sexo masculino e 23 do sexo feminino. A experiência foi desenvolvida numa das salas do colégio.

Etapas de investigação

O trabalho desenvolvido contemplou as seguintes etapas:

- Revisão da literatura
- Exploração do software/manual do GeoGebra e suas plataformas
- Análise de documentos
- Aplicação do questionário inicial aos alunos
- Planificação de experiência
- Implementação da experiência
- Aplicação do questionário final aos alunos
- Aplicação de uma minientrevista aos alunos
- Análise e tratamento dos dados.

Após a descrição da realidade encontrada no contexto onde se implementou a experiência e da revisão da literatura, de modo a garantir informações seguras e confiáveis, foram consideradas/analisadas os documentos oficiais do sistema educativo moçambicano, os registos no diário do investigador, as produções dos alunos das atividades realizadas, registos fotográficos e de áudio e/ou vídeo, questionários e entrevistas.

Os dados qualitativos foram alvos de tratamento de análise de conteúdo e os de natureza quantitativa foram tratados com recurso ao SPSS.

Caraterísticas e definição da Função Exponencial

> O conceito de função não nasceu pronto, mas foi evoluindo por meio de pesquisas e trabalhos de diferentes teóricos e ramos de conhecimento ao longo da história. Naturalmente durante esse próprio processo evolutivo observações foram sendo constatadas e leis de relação sendo estabelecidas até se chegar ao que hoje é compreendido como função (BORDEAUX, ANTUNES e RUBINSTEIN, 2008).

Muitas grandezas com as quais lidamos no nosso quotidiano dependem uma da outra, isto é, a variação de uma delas tem como consequência a variação da outra. Conceitualmente, uma relação f entre dois conjuntos A e B é uma função se, e somente se, todo elemento de A está associado através de f a um único elemento de B. Deve-se, então, esclarecer que a função exponencial, representada por: $f(x) = a^x$, possui caraterísticas funcionais que lhes são próprias e que devem ser observadas quando em uso.

Dado um número real a (com $a > 0$ e $a \neq 1$), denomina-se função exponencial de base a, uma função f de IR em IR^+ definida por $f(x) = a^x$ ou $y = a^x$ (BORDEAUX, ANTUNES e RUBINSTEIN, C. 2008).

Em símbolos:
$$f:\ IR \to IR^+$$
$$x \to a^x$$

LIMA, CARVALHO e MORGADO (2001), descrevem que as restrições $a > 0$ e $a \neq 1$ dadas na definição de uma função exponencial, são necessárias, pois na medida em que $a = 0$ e x negativo, não existiria a^x e, logo não teríamos uma função definida em IR, assim como também não teríamos uma função definida em IR para $a < 0$ e $x = \frac{1}{2}$. Em outro caso, se $a = 1$ e x qualquer número real, então $a^x = 1$, o que indicaria função constante. Dessa maneira, fixado $0 < a < 1$, para quaisquer $x, y \in IR$ a função $f:\ IR \to IR^+$ dada por $f(x) = a^x$ deve ser definida de modo a possuir as propriedades fundamentais citadas a seguir.

Propriedades:

P.1: $a^x \cdot a^y = a^{x+y}$

P.2: $a^1 = a$

P.3: Se $a > 1$, a função $f(x) = a^x$ é crescente.

P.4: Se $0 < a < 1$, a função $f(x) = a^x$ é decrescente.

P.5: A função $f: IR \to IR,$ definida por $f(x) = a^x$, é ilimitada superiormente.

P.6: A função exponencial é injetiva, logo admite função inversa.

P.7: A função exponencial é contínua.

P.8: A função exponencial $f: IR \to IR^+, f(x) = a^x$, com $a \neq 1$ é sobrejetiva.

P.9: A função exponencial é bijetiva.

Apresentação, análise e interpretação dos resultados

Antes da experiência

Antes da familiarização com o GeoGebra para a capacitação dos alunos no uso das ferramentas básicas do ambiente do software GeoGebra, aplicou-se um questionário inicial, no qual pretendeu-se, principalmente, conhecer a relação que os alunos têm com o computador, acesso a este equipamento, se gostam de trabalhar com ele, que recursos utilizam quando usam o computador bem como a opinião sobre as potencialidades no processo de Ensino e Aprendizagem de diversas disciplinas e especificamente da Matemática. Assim, de seguida, apresentam-se os resultados e as análises deste instrumento.

As informações constantes da Tabela 1 revelam que a maioria dos alunos usa o computador com frequência para fazer trabalhos, pesquisar, escrever textos, estudar para os testes, utilizar softwares educativos, comunicar com amigos, colegas e familiares, ver filmes e ouvir música várias vezes. Na opção "*sempre*" apenas três (03) alunos usam o computador para fazer trabalhos, sendo que nesta mesma opção nenhum aluno a selecionou para os restantes parâmetros.

Tabela 1: Resposta à questão "Finalidade e frequência que os alunos usam o computador".

Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias vezes	Sempre	Desconheço
Fazer trabalhos	0	0	25	0	0
Pesquisar	0	0	28	0	0
Escrever textos	0	0	28	0	0
Estudar para os testes	0	1	22	0	5
Utilizar softwares educativos	0	0	28	0	0
Comunicar com amigos, colegas, familiares	0	5	23	0	0
Ver filmes	10	0	18	0	0
Ouvir música	0	0	28	0	0
Outros	0	0	0	0	0

A Tabela 2 indica que o "Excel" e "Power Point" são os aplicativos genéricos mais usados pelos alunos. Em contrapartida nenhum aluno usa o "Paint".

Tabela 2: Resposta à questão "Frequência dos aplicativos genéricos usados pelos alunos".

Parâmetros	Nunca	Raramente	Várias vezes	Sempre	Desconheço
Excel	0	0	0	28	0
Power point	0	0	0	28	0
Internet explorer	0	23	1	4	0
Paint	28	0	0	0	0
Outros	0	0	0	0	0

Como se pode observar na Tabela 3, os alunos desconhecem a existência de certos aplicativos matemáticos e tão pouco usufruem dos mesmos. Seria essa, uma oportunidade de os professores de matemática potencializar seus conhecimentos, introduzindo seus alunos no manuseio desses aplicativos, conciliando a teoria com a prática, mostrando assim a importância e aplicabilidade da disciplina de matemática. Contudo, o software GeoGebra é de conhecimento por parte de todos alunos.

Tabela 3: Resposta à questão "Uso de softwares nas aulas de Matemática"

Softwares	Nunca	Raramente	Várias vezes	Sempre	Desconheço
Logo	0	0	0	0	28
Word	0	28	0	0	0
Excel	3	25	0	0	0
Maple	0	23	0	0	5
Maths pour les Nuls	0	0	0	0	28
Modellus	0	0	0	0	28
Cinderella	0	0	0	0	28
Cabri-Géomètre II Plus	0	0	0	0	28
Cabri-Géomètre 3D	0	0	0	0	28
Geometer's Sketchpad	0	0	0	0	28
Graphmatica	0	0	0	0	28
GeoGebra	0	28	0	0	0

A análise da Tabela 4 sobre a aplicação do GeoGebra, permite concluir que os alunos não têm nenhuma experiência eficaz e tão pouco das potencialidades que o GeoGebra pode proporcionar, dinamizando ainda mais as aulas. A afirmação tem como suporte a escolha excessiva dos parâmetros "*discordo plenamente e discordo parcialmente*" como pode ser visto nas análises das frequências absolutas expostas no quadro acima ilustrado. Caso para afirmar categoricamente que, antes da experiência, os alunos não sabiam da importância deste software na dinamização, assimilação e consolidação de conteúdos matemáticos.

Tabela 4: Resposta à questão "O uso do software GeoGebra e sua contribuição no raciocínio matemático"

Parâmetros **O uso do software GeoGebra pode:**	I	II	III	IV
Contribuir para o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas;	18	10	0	0
Contribuir para o desenvolvimento da comunicação Matemática;	28	0	0	0
Contribuir para o desenvolvimento do raciocínio matemático;	0	25	3	0
Permitir o relacionamento dos conteúdos matemáticos com o dia-a-dia;	27	1	0	0
Contribuir para que as aulas sejam mais interessantes e motivadoras;	23	5	0	0
Contribuir para uma visão mais positiva da Matemática;	28	0	0	0

Contribuir para que os alunos aprendam duma forma mais significativa;	6	22	0	0
Contribuir para se aperceber melhor a importância da Matemática;	19	7	2	0
Contribuir para uma apropriação do sentido geométrico;	0	0	27	1
Contribuir para uma aprendizagem mais autónoma e responsável;	13	15	0	0
Permitir uma aprendizagem mais ativa e dinâmica da geometria;	15	13	0	0
Permitir uma construção mais eficaz de conceitos geométricos;	21	6	1	0
Potenciar o desenvolvimento da visualização espacial e do raciocínio geométrico;	24	4	0	0
Ajudar a reconhecer as propriedades das Isometrias;	23	0	5	0
Tornar a aprendizagem mais desafiante permitindo ao aluno um maior controlo sobre ela;	20	8	0	0
Estimular a imaginação e promover o desenvolvimento de novas ideias;	13	7	8	0
Diminuir o distanciamento entre os alunos;	28	0	0	0
Facilitar a comunicação entre o professor e o aluno;	27	1	0	0
Diminuir a distração dos alunos nas aulas.	25	0	0	3

Legenda: I - Discordo plenamente; II - Discordo parcialmente; III - Concordo parcialmente; IV - Concordo completamente.

Questionados se gostam de Matemática, 15 alunos responderam que sim, 09 deles que não e os restantes ficaram isentos. Contudo, 21 afirmaram que não têm sido bons alunos a matemática, apesar que 18 apontaram não sentir alguma dificuldade a Matemática no ano em que ocorreu a experiência (ver a Tabela 5).

Tabela 5: Resposta às questões "Gostas de Matemática?", "Gostas de Matemática?", "Tens sentido alguma dificuldade a Matemática este ano?"

Questões	Sim	Não	Não respondeu
Gostas de Matemática?	15	9	4
Tens sido bom aluno a matemática?	7	21	0
Tens sentido alguma dificuldade a Matemática este ano?	10	18	0

Nota-se que gostar de Matemática e não sentir dificuldade a essa disciplina, não implica ser bom aluno no caso dessa turma. Um dos alunos que referiu gostar de Matemática apresentou a seguinte justificação:

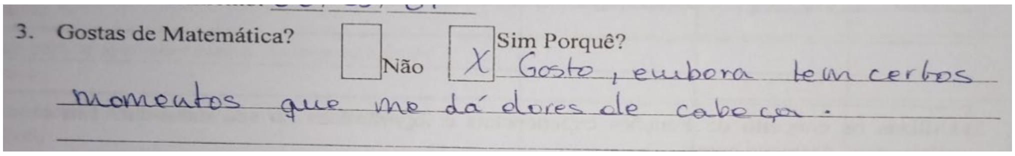


FIGURA 1: Resposta do aluno A3 à questão 3 do questionário inicial
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

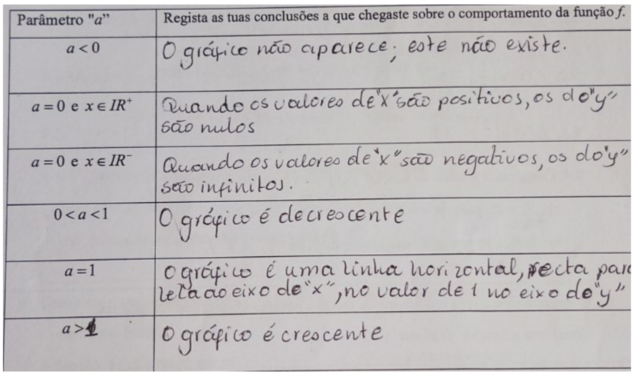
Durante a experiência

Tendo em consideração a importância do conteúdo das funções exponenciais no ensino e aprendizagem de diversas áreas da matemática e o baixo nível de aproveitamento dos alunos relativamente a esse conteúdo em vários anos da nossa experiência como professores, elaboraram-se as atividades para o estudo das funções exponenciais no GeoGebra com o intuito de melhorar o processo do ensino e da aprendizagem desse conteúdo na resolução dos problemas do quotidiano e promover mais interesse e motivação nos alunos.

Inicialmente, foi promovido o momento de familiarização do software GeoGebra, seguida de duas atividades, a primeira relacionada com a translação das funções exponenciais e a segunda com a aplicação destas funções na resolução dos problemas quotidianos e culminou com um questionário final. Ambos os questionários foram analisados com recurso ao SPSS, tendo em conta os dados quantitativos, sendo que os qualitativos foram alvo de análise de conteúdo.

Os primeiros três encontros com a investigadora, aconteceram nos dias 13, 20 e 27 de Junho de 2023, onde foram analisados os programas de matemática do ensino secundário e explorados os conteúdos onde se situa esta investigação no software GeoGebra.

A aplicação da Ficha de Atividade 1 aconteceu no dia 29 de Junho de 2023. As tarefas 1, 2 e 3 indicavam instruções de acesso ao GeoGebra. Na tarefa 4, solicitava-se a movimentação dos parâmetros com o objetivo de concluir sobre os papéis que cada um deles desempenha na análise do comportamento da função, ou seja, as transformações gráficas das funções exponenciais. Nesta tarefa, todos os alunos foram 100% assertivos:



Parâmetro "a"	Regista as tuas conclusões a que chegaste sobre o comportamento da função f.
$a<0$	O gráfico não aparece, este não existe.
$a=0$ e $x \in IR^+$	Quando os valores de "x" são positivos, os do "y" são nulos
$a=0$ e $x \in IR^-$	Quando os valores de "x" são negativos, os do "y" são infinitos.
$0<a<1$	O gráfico é decrescente
$a=1$	O gráfico é uma linha horizontal, recta paralela ao eixo de "x", no valor de 1 no eixo do "y"
$a>1$	O gráfico é crescente

FIGURA 2: Resposta do aluno A23 à tarefa 4.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

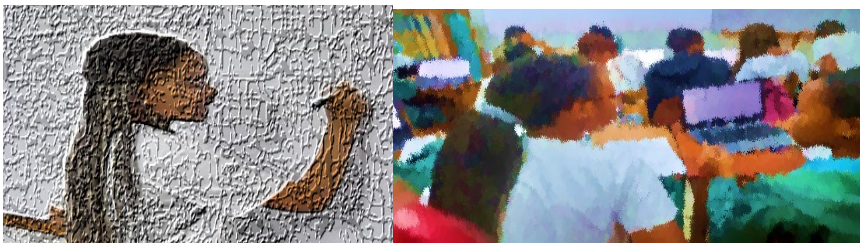
Na tarefa 6, pedia-se para que os alunos alterassem o valor do parâmetro b de modo que percebessem a transformação horizontal que a função fosse sofrendo. Uma vez mais, todos os alunos foram assertivos:

5. Partindo do gráfico da função $f(x) = a^x$, no campo de entrada digite a função $g(x) = a^{x+b}$ {para colocar o expoente $x+b$, digite g(x) =a^$(x+b)$ ou g(x) = a**(x + b) } e pressiona a tecla "Enter".
6. Altere o valor do parâmetro "b" e preencha a tabela seguinte:

Parâmetro "b"	Regista as tuas conclusões a que chegaste sobre o comportamento da função g.
$b<0$	Translação horizontal para a direita
$b>0$	Translação horizontal para a esquerda

FIGURA 3: Resposta do aluno A7 à tarefa 6.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Na tarefa 08, pedia-se para que os alunos alterassem o valor do parâmetro c de modo que percebessem a transformação vertical que a função fosse sofrendo. Uma vez mais, todos os alunos foram assertivos (Ver a produção de um dos alunos na Figura 4)



7. Partindo do gráfico da função $f(x) = 2^x$, no campo de entrada digite a seguinte função $h(x) = a^x + c$ e pressiona a tecla "Enter".
8. Altere o valor do parâmetro "c" e preencha a tabela seguinte:

Parâmetro "b"	Regista as tuas conclusões a que chegaste sobre o comportamento da função h.
$c<0$	Translação vertical para baixo
$c>0$	Translação vertical para cima

FIGURA 4: Resposta do aluno A7 à tarefa 8.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

A maior parte dos alunos respondeu de forma incompleta à questão 9, sendo que todos os alunos conseguiram realizar corretamente as atividades 9), 9.1-9.3, da ficha 01 acerca da translação nos dois eixos. (Ver a produção de um dos alunos na Figura 5).

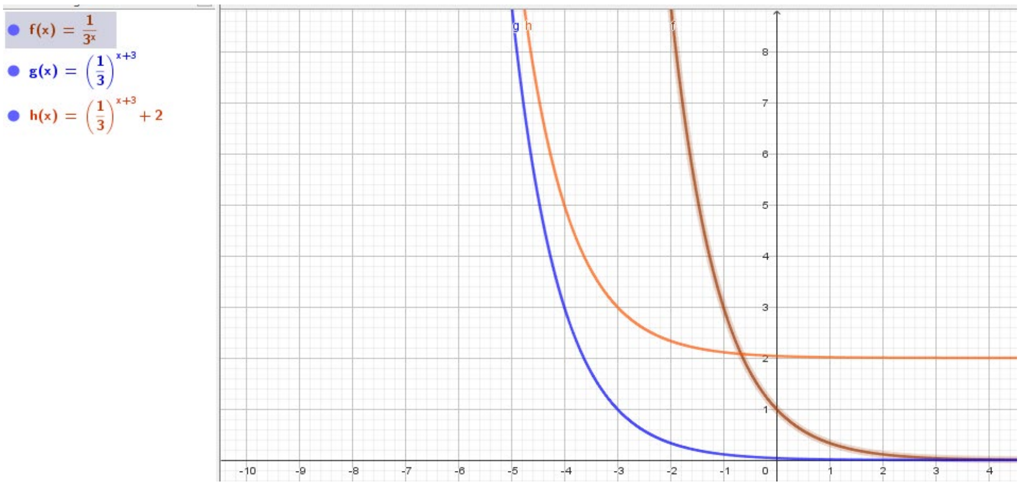
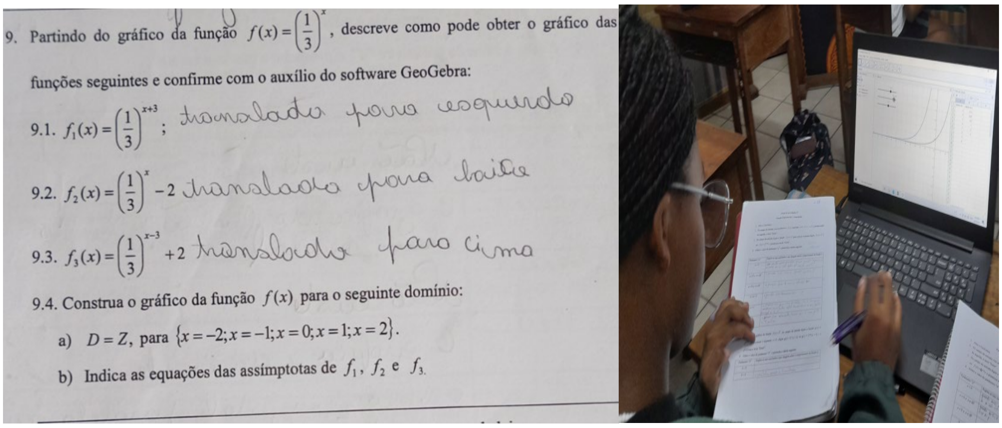


FIGURA 5: Resposta do aluno A26 a respeito das translações da função exponencial

FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Houve ausência de respostas na maioria das questões da tarefa 9, sendo 9.4. a) e b) as alíneas que registaram maior frequência na ausência de resposta:



9. Partindo do gráfico da função $f(x)=\left(\frac{1}{3}\right)^x$, descreve como pode obter o gráfico das funções seguintes e confirme com o auxílio do software GeoGebra:

9.1. $f_1(x)=\left(\frac{1}{3}\right)^{x+3}$; transladado para esquerda

9.2. $f_2(x)=\left(\frac{1}{3}\right)^{x}-2$ transladado para baixo

9.3. $f_3(x)=\left(\frac{1}{3}\right)^{x-3}+2$ transladado para cima

9.4. Construa o gráfico da função $f(x)$ para o seguinte domínio:

a) $D=Z$, para $\{x=-2; x=-1; x=0; x=1; x=2\}$.

b) Indica as equações das assímptotas de f_1, f_2 e f_3.

FIGURA 6: Resposta do aluno A19 às questões da tarefa 9.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

A Ficha de Atividade 2, tinha como principal objetivo resolver problemas quotidianos que envolvam funções exponenciais com recurso ao software GeoGebra e tirar ilações a partir dos cálculos efetuados e das representações gráficas feitas. Muitas das atividades elaboradas, foram readaptadas atendendo o contexto moçambicano e são de aplicação das funções exponenciais no dia-a-dia, envolvendo diversas áreas científicas.

Os alunos ficaram de concluir as atividades da ficha como trabalho autónomo, para ser apresentado e discutido em contexto de sala de aula.

No problema 1, nas alíneas a), b) e c), ver Figura 7, os alunos apresentaram cálculos totalmente corretos, como se ilustra no exemplo da Figura 8.

Problema 1. Juros compostos[1]

1. No Banco Internacional de Moçambique, SA-BIM, um trabalhador ganhava 15.000, 00 Mt por mês. Num período de 4 meses, o seu salário teve um aumento mensal de 5%.

   a) Qual era o salário do trabalhador no segundo e terceiro meses? (Na ferramenta, Vista selecciona a opção Folha de Cálculo e insira os dados para n **= 1, 2, 3,** atendendo que a fórmula para o cálculo do montante M dos juros compostos é dada por $M = C(1+i)^n$, onde C é a capital inicial, i é a taxa e n é número de meses);

   b) Qual deve ser o novo salário do trabalhador no sétimo mês?

   c) Qual será o salário do trabalhador no sétimo mês se o aumento mensal for de 10% ?

   d) Representa graficamente as situações das alíneas anteriores.

   e) Analisa as situações gráficas e tira as suas ilações.

FIGURA 7: Problema 1 da Ficha de atividade 2
FONTE: Adaptado de Neves, Maria e Silva (2010)

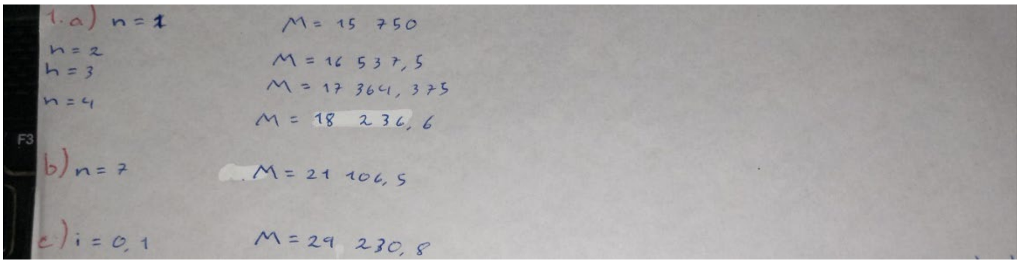


FIGURA 8: Resposta do aluno A3 às alíneas a), b) e c) do problema 1.

FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Na alínea d), nenhum aluno apresentou os gráficos solicitados, quer fisicamente, bem como a nível do software GeoGebra.

Na alínea e), alguns alunos foram unânimes ao afirmar terem tido dificuldade nas construções gráficas. Presume-se que essa dificuldade se deve às quantias elevadas dos cálculos efetuados. Contudo, outros alunos, sem apresentarem os gráficos, foram ousados em trazer à tona as conclusões solicitadas.

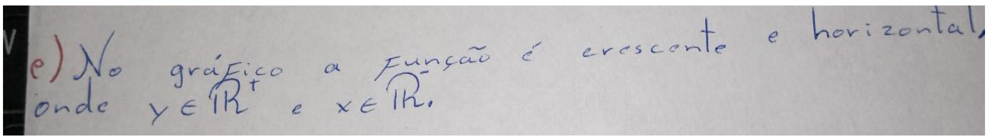


FIGURA 9: Resposta do aluno A11 à alínea e) do problema 1.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

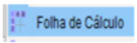
No problema 2 (Figura 10), do crescimento populacional em Moçambique, a alínea a) não foi respondida na sua totalidade, o que revela falta de interpretação eficaz por parte dos alunos.

Problema 2. Crescimento da população em Moçambique[2]

Nos anos de 1960 a 2021, a população em Moçambique aumentou de 7,18 milhões para 32,08 milhões de habitantes.

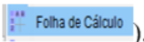
Esta tendência crescente da população está aumentando 3% ao ano.

a) Mostra que a população P pode ser dada pela expressão $P(t)=32{,}08\cdot(1+0{,}03)^t$, com t em anos e $t=0$ correspondente a 2021; (Na ferramenta 

selecciona a opção 

e insira os dados a partir de $t=0$).

b) Representa graficamente a função para o ano de 2025. No campo de entrada, cria o seletor $t=4$ e de seguida digita a seguinte função $P(t)=32{,}08\cdot(1+0{,}03)^t$.

c) Qual será a população em 2030? (calcula recorrendo a 

).

FIGURA 10: Problema 2 da Ficha de atividade 2
FONTE: Adaptado de Yalanskyi (2022), disponível em Crescimento da população em Moçambique (dadosmundiais.com)

Esperava-se que os alunos recorressem ao campo de folha gráfica e inserissem os dados a partir de $t=0$ tendo em conta a variação de tempo de 1960 a 2021 (Figura 11).

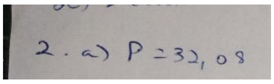


FIGURA 11: Resposta do aluno A4 à alínea a) do problema 2.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Na questão da alínea b), uma vez mais, os alunos não fizeram a representação gráfica como solicitado. Na c), foram assertivos, como se ilustra na Figura 12.

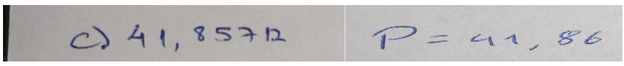


FIGURA 12: Resposta do aluno A28 à alínea c) do problema 2.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

No problema 3, ver Figura 13, apenas um aluno conseguiu raciocinar corretamente e trouxe a expressão solicitada.

Problema 3. Admite que na praia da Costa da Sol havia 1 milhão de bactérias às 15 horas do dia 10 de agosto. Supondo que, em média, cada bactéria divide-se em duas numa hora. Representando t_0 número de horas decorridas após as 15 horas do dia 10 de agosto.

a) Escreve a expressão analítica que modela a situação;

b) Calcula o número de bactérias existentes às 15 horas do dia 20 de agosto se nada for feito para contrariar o crescimento das mesmas.

FIGURA 13: Problema 1 da Ficha de atividade 2
FONTE: Adaptado de Neves, Maria e Silva (2010)

Na questão 3.a) apenas um aluno foi assertivo na sua resposta, como se apresenta na Figura 14.

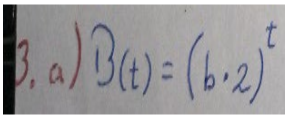
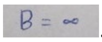


FIGURA 14: Resposta do aluno A9 à alínea a) do problema 3.
FONTE: Autores (2023)

Contudo, o A9 pouco raciocinou na alínea b) 

. Esperava-se que pensasse na diferença do tempo, isto é, os dias que passarão de 10 a 20 de Agosto.

No problema 4, Figura 15, os alunos não apresentaram nenhum resultado. Esperava-se que seguissem o mesmo raciocínio do problema 01.

Problema 4. O Colégio Kitabu colocou 10.000,00 Mt no Banco Comercial Internacional - *BCI* à taxa anual nominal de 4%.

a) Calcula o capital acumulado num ano se as capitalizações forem anuais, trimestrais, mensais, diárias e hora a hora; (o capital acumulado M, é dado por $M = C\left(1+\frac{i}{n}\right)^{nt}$ onde C é capital inicial, i taxa anual nominal, n é o período);

b) Representa graficamente as situações da alínea a);

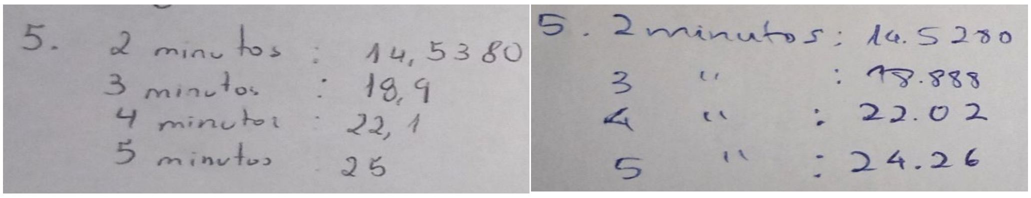
c) Que conclusões chegaste?

FIGURA 15: Problema 4 da Ficha de atividade 2
FONTE: Adaptado de Neves, Maria e Silva (2010)

Já no problema 5, Figura 16, os alunos foram assertivos, como se pode observar na Figura 17.

Problema 5. A psicóloga do Colégio Kitabu, Dra. Andreia, desenvolveu uma fórmula que relaciona o número n de símbolos que uma pessoa pode memorizar com o tempo t, em minutos. A fórmula é: $f(t)=30\left(1-e^{-\frac{t}{3}}\right)$. Calcula, de acordo com a função f e com aproximação às unidades, quantos símbolos uma pessoa pode memorizar em 2, 3, 4 e 5 minutos. Considera $e \approx 2{,}7$.

FIGURA 16: Problema 5 da Ficha de atividade 2
FONTE: Adaptado de Neves, Maria e Silva (2010)



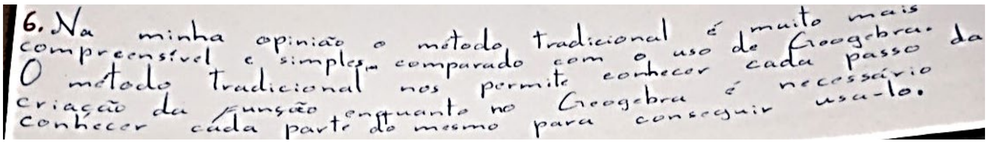
5. 2 minutos : 14,5380
3 minutos : 18,9
4 minutos : 22,1
5 minutos 25

5. 2 minutos : 14.5280
3 " : 18.888
4 " : 22.02
5 " : 24.26

FIGURA 17: Resposta do aluno A22 ao problema 5.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Solicitados a comparar as estratégias de resolução dos problemas no GeoGebra com o método tradicional, apresentando uma análise crítica reflexiva sobre o trabalho desenvolvido, na sua maioria, os alunos revelaram ter tido dificuldades na realização dessas atividades, devido a falta do domínio do GeoGebra, sobretudo no campo da calculadora gráfica.

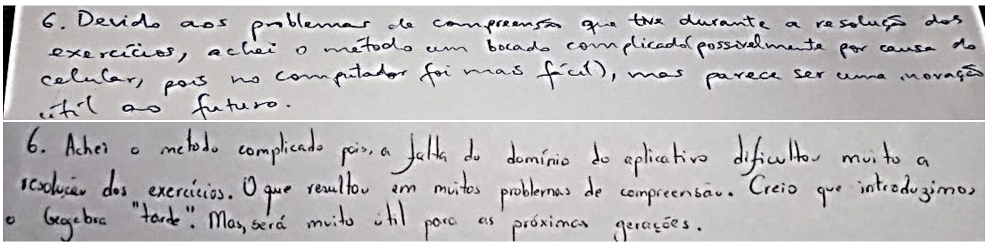
Um aluno afirmou optar pelo método tradicional, por achar bastante compreensível em detrimento do uso do software GeoGebra, ver Figura 17.



6. Na minha opinião o método tradicional é muito mais compreensível e simples comparado com o uso de Geogebra. O método tradicional nos permite conhecer cada passo da criação da função enquanto no Geogebra é necessário conhecer cada parte do mesmo para conseguir usá-lo.

FIGURA 17: Resposta do aluno A11 à tarefa 6 da Ficha de Trabalho 2.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Contudo, os alunos olham para o GeoGebra como um aplicativo que facilita a compreensão dos conteúdos, com destaque para a representação gráfica de funções vistas nas classes anteriores. Outros vão mais além, afirmando que o GeoGebra é o aplicativo do futuro, Ver Figura 18.



6. Devido aos problemas de compreensão que tive durante a resolução dos exercícios, achei o método um bocado complicado (possivelmente por causa do celular, pois no computador foi mais fácil), mas parece ser uma inovação útil ao futuro.

6. Achei o método complicado pois, a falta do domínio do aplicativo dificultou muito a resolução dos exercícios. O que resultou em muitos problemas de compreensão. Creio que introduzimos o Geogebra "tarde". Mas, será muito útil para as próximas gerações.

FIGURA 18: Resposta dos alunos A7 e A18 à tarefa 6 da Ficha de Trabalho 2.
FONTE: Dados da pesquisa (2023)

Pelos resultados obtidos na Ficha de Trabalho 2, pode-se concluir que os alunos revelaram não ser autónomos para a resolução dos problemas com vista à uma aprendizagem significativa, deixando aqui a reflexão para futuros trabalhos. Infelizmente, por razões alheias à nossa vontade, não foi possível realizar mais sessões de trabalho no âmbito desta experiência para que se pudesse ter oportunidade de uma exploração profunda das estratégias de resolução dos problemas propostos em contexto de sala de aula, como foi previsto inicialmente.

Depois da experiência

Após a realização da experiência foi aplicado um questionário final aos alunos, com o propósito de se recolher dados e informações passíveis de averiguar se a utilização do GeoGebra influencia ou não o comportamento dos alunos e se contribui para o desenvolvimento de uma visão mais abrangente, correta e positiva, das ferramentas informáticas na aprendizagem, para a destreza tecnológica e melhoria da aprendizagem dos conteúdos de funções exponenciais e suas aplicações no quotidiano.

Relativamente à opinião dos alunos sobre a melhor forma que aprendem Matemática, os parâmetros com maior frequência são a primeira e terceira com percentagens de 39,2% e 28,5%, respetivamente. Isso revela que os alunos passam seu maior tempo exercitando nos cadernos os exercícios passados pelo professor e os do manual e posteriormente recomendados. 17,8% dos alunos aprendem Matemática estudando no computador, um caso para se deduzir que alguns optam pelos softwares educativos para aprimorarem os conhecimentos adquiridos na sala de aula.

Tabela 6: Opinião dos alunos sobre como melhor se aprende Matemática

Parâmetros	*fi*	%
Fazendo, no caderno, exercícios passados pelo professor	11	39,2
Estudando no livro	1	3,5
Repetindo no caderno, os exercícios do livro	8	28,5
Resolvendo no quadro	3	10,7
Resolvendo exercícios com a ajuda do computador	5	17,8

Os dados da Tabela 7 apontam que, 23 alunos consideram que aprender Matemática utilizando o computador foi para eles uma experiência muito fácil. Isso revela uma vez mais que os softwares educativos podem facilitar a dinamização e apreensão dos conteúdos.

Tabela 7: Opinião dos alunos sobre aprendizagem da Matemática utilizando o computador

Parâmetros	Muito difícil	Difícil	Normal	Fácil	Muito Fácil
Aprender Matemática utilizando o computador foi, para ti, uma experiência:	0	0	2	3	23

Cinco alunos consideram que aprender Matemática com o recurso ao computador, foi um processo normal ou fácil, o que podemos concluir que o computador pode servir de elemento chave para o descobrimento da aprendizagem por parte de todos alunos, visto que eles não afirmaram ser esse processo muito difícil ou simplesmente difícil.

Todos os alunos consideram que aprenderam melhor os conteúdos de funções exponenciais abordados na experiência com utilização do computador. Isto leva-nos a refletir sobre o impacto do uso do GeoGebra na promoção da aprendizagem, recurso que se usado de forma adequado, poderá fazer a diferença no processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 8: Opinião dos alunos sobre aprendizagem das Funções Exponenciais utilizando o computador

Parâmetros	*fi*	%
Permitiu aprender mais	0	0
Não alterou o que já sabias	0	0
Permitiu aprender melhor	28	100
Complicou as aulas	0	0

Os dados na Tabela 9 revelam a satisfação dos alunos no uso do GeoGebra para aprendizagem da Matemática. Pois todos afirmaram terem ganho mais confiança na exploração das potencialidades deste software, sendo que 25 apontaram que a utilização do GeoGebra facilitou-lhes a aprendizagem dos conteúdos geométricos abordados, mas que tiveram dificuldades em compreender alguma tarefa.

Tabela 9: Opinião dos alunos sobre o uso do GeoGebra na experiência

Parâmetros	Sim	Não
Para ti foi fácil trabalhar com o software GeoGebra?	22	6
A utilização do software GeoGebra facilitou-te a aprendizagem dos conteúdos geométricos abordados?	25	3
Tiveste dificuldade em compreender alguma tarefa?	25	3
A partir desta experiência, ganhaste mais confiança na exploração das potencialidades do GeoGebra?	28	0

Quanto a dificuldade sentida pelos alunos foi mais em relação aos conteúdos dos problemas quotidianos envolvendo funções exponenciais, com incidência na construção gráfica de cada problema.

Os dados da Tabela 10 apontam que os alunos sentiram-se engajados com este aplicativo, pois assinalaram “muito” ao parâmetro da importância dos softwares educativos na aprendizagem da Matemática e do gosto de terem explorado os conteúdos geométricos com o GeoGebra.

Tabela 10: Respostas dos alunos sobre o uso do GeoGebra nas questões de aprendizagem

Parâmetros	Nada	Pouco	Bastante	Muito
A estratégia utilizada pelo teu professor durante esta experiência contribuiu para uma melhor compreensão dos conteúdos geométricos abordados?	0	1	21	6
Gostaste de ter explorado os conteúdos geométricos com o GeoGebra?	0	0	0	28
Na tua opinião, achas importante a utilização deste software no ensino e na aprendizagem das funções exponenciais?	0	0	25	3
Consideras importante o uso de softwares educativos na aprendizagem da Matemática?	0	0	0	28

A maioria dos alunos reconhecerem que a estratégia utilizada pelo professor durante esta experiência contribuiu “bastante” para uma melhor compreensão dos conteúdos geométricos abordados e que foi importante a utilização deste software no ensino e na aprendizagem das funções exponenciais.

A seguir, apresentamos, na Tabela 11, a comparação do posicionamento dos alunos nos questionários inicial e final sobre as potencialidades do GeoGebra por variados parâmetros.

Houve diminuição da frequência entre o questionário inicial e final em quase todos os parâmetros apresentados, nas variáveis “discordo parcialmente” e “completamente” e o aumento da frequência nas variáveis concordo plenamente e parcialmente.

No QI, tinha-se notado que os itens merecedores de maior destaque no quesito “discordo plenamente” foram: “contribuir para o desenvolvimento da comunicação Matemática” (28), “contribuir para uma visão mais positiva da Matemática” (28), “Diminuir o distanciamento entre os alunos” (25), “permitir o relacionamento dos conteúdos matemáticos com o dia-a-dia” (25)., “facilitar a comunicação entre o professor e o aluno” (27), “diminuir a distração dos alunos nas aulas” (25), “potenciar o desenvolvimento da visualização espacial e do raciocínio geométrico” (24), “ajudar a reconhecer as propriedades da geometria” (23) e “contribuir para que as aulas sejam mais interessantes e motivadoras” (23). No quesito “discordo parcialmente”, os itens mais penalizados foram “contribuir para uma aprendizagem mais autónoma e responsável (15) e contribuir para que os alunos aprendam duma forma mais significativa (22)“.

Já no QF, os parâmetros mais destacados nos quesitos "concordo parcialmente e completamente" passaram a ser: contribuir para uma apropriação do sentido geométrico" (28), "ajudar a reconhecer as propriedades das isometrias" (14), permitir o relacionamento dos conteúdos matemáticos com o dia-a-dia" (25), estimular a imaginação e promover o desenvolvimento de novas ideias" (26), "permitir uma aprendizagem mais ativa e dinâmica da Geometria" (25), "tornar a aprendizagem mais desafiante, permitindo ao aluno um maior controlo sobre ela" (23), contribuir para o desenvolvimento do raciocínio matemático" (17), diminuir a distração dos alunos na sala" (24), "contribuir para uma aprendizagem mais autónoma e responsável" (23), e "permitir uma construção mais eficaz de conceitos geométricos" (21).

Tabela 11: Opinião dos alunos sobre as potencialidades do GeoGebra, no questionário inicial e no questionário final.

Parâmetros	**IV**		**III**		**II**		**I**	
O uso do *software* GeoGebra pode:	Q.I.	Q.F.	Q.I.	Q.F.	Q.I.	Q.F.	Q.I.	Q.F.
Contribuir para o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas;	0	17	0	11	18	0	10	0
Contribuir para o desenvolvimento da comunicação Matemática;	0	13	0	15	28	0	0	0
Contribuir para o desenvolvimento do raciocínio matemático;	3	15	0	13	24	0	1	0
Permitir o relacionamento dos conteúdos matemáticos com o dia-a-dia;	0	25	0	2	25	1	3	0
Contribuir para que as aulas sejam mais interessantes e motivadoras;	0	18	0	9	23	1	5	0
Contribuir para uma visão mais positiva da Matemática;	0	18	0	10	28	0	0	0
Contribuir para que os alunos aprendam duma forma mais significativa;	0	17	0	9	6	2	22	0
Contribuir para se aperceber melhor a importância da Matemática;	2	13	0	15	19	0	7	0
Contribuir para uma apropriação do sentido geométrico;	27	28	1	0	0	0	0	0
Contribuir para uma aprendizagem mais autónoma e responsável;	0	23	0	5	13	0	15	0
Permitir uma aprendizagem mais ativa e dinâmica da Geometria;	0	25	0	3	15	0	13	0
Permitir uma construção mais eficaz de conceitos geométricos;	1	21	0	7	21	0	6	0
Potenciar o desenvolvimento da visualização espacial e do raciocínio geométrico;	0	17	0	11	24	0	4	0
Ajudar a reconhecer as propriedades das Isometrias;	5	14	0	14	23	0	0	0
Tornar a aprendizagem mais desafiante permitindo ao aluno um maior controlo sobre ela;	0	23	0	5	20	0	8	0
Estimular a imaginação e promover o desenvolvimento de novas ideias;	8	26	0	2	13	0	7	0
Diminuir o distanciamento entre os alunos;	0	17	0	11	28	0	0	0

Facilitar a comunicação entre o professor e o aluno;	0	14	0	14	27	0	1	0
Diminuir a distração dos alunos nas aulas.	0	24	3	4	25	0	0	0

Legenda: I - Discordo plenamente; II - Discordo parcialmente; III - Concordo parcialmente; IV - Concordo completamente.

É, sem dúvida alguma, que o software GeoGebra pode revolucionar a aprendizagem da matemática, visto que os alunos, o consideram como algo facilitador na execução das tarefas dadas, bem como das conclusões sem que haja necessariamente a intervenção dos professores, como notamos nas respostas dadas pelos alunos. Como se analisou, este software tem a capacidade de dinamizar o conhecimento e fazer com que os alunos cheguem por si só, a várias conclusões a respeito de certos conteúdos abordados e aplicar estes conhecimentos no dia-a-dia.

No que concerne a avaliação global desta experiência, a grande maioria dos alunos classificaram-na de muito bom.

Tabela 10: Avaliação global da experiência

Parâmetros	***fi***	***%***
Insuficiente	0	0
Suficiente	0	0
Bom	3	10,7
Muito bom	25	89,3

Os alunos consideram importante o uso deste aplicativo na aprendizagem da matemática e atribuem uma classificação de muito bom, com uma percentagem de 89,3% e a de bom com uma percentagem de 10,7% quanto a avaliação global de todo o processo desde a aplicação do questionário inicial, das tarefas que os mesmos foram submetidos e do questionário final que trouxe uma avaliação totalmente positiva deste software no processo de ensino e aprendizagem, com destaque para as funções exponenciais e suas aplicações no quotidiano.

Considerações finais

Através das várias atividades desenvolvidas com recurso ao software GeoGebra, foi possível notar o interesse e o entusiasmo dos alunos. Revelaram-se felizes e foram unânimes ao afirmar que a matemática é de fácil compreensão quando discutido neste aplicativo, pois reúne as ferramentas tradicionais de geometria com outras mais adequadas à álgebra e ao cálculo. Isto tem a vantagem didática de representar, ao mesmo tempo e em um único ambiente visual, as caraterísticas geométricas e algébricas de um mesmo objeto. Portanto, é uma ferramenta que pode auxiliar de forma eficiente o ensino de diversos conteúdos matemáticos.

Nas tarefas que os alunos foram orientados, pelos professores, rapidamente ganharam autonomia para a exploração dos parâmetros na análise da função exponencial e suas translações.

Contudo, muitos alunos sentiram algumas dificuldades na resolução das atividades da Ficha de Trabalho 2, não tendo conseguido mobilizar os conhecimentos para a resolução dos problemas. Acredita-se que essas dificuldades estejam ligadas ao fraco conhecimento e domínio da folha de cálculo que definem os intervalos das funções que se pretendiam representar.

Dos resultados dessas atividades, pode-se constatar que os alunos, de uma forma autónoma, não conseguiram alcançar os resultados esperados. Um dos aspetos que se deve considerar numa experiência, especialmente, uma que requer o uso de softwares educativos, é o factor tempo para a execução das tarefas. Como o tempo destinado para a realização das tarefas que envolviam a resolução dos problemas no contexto de sala de aula não foi suficiente, foi incumbido aos alunos de as concluir em casa, mas os resultados não corresponderam às nossas expectativas.

Além, dessa situação, por razões que nos ultrapassaram, não nos foi possível realizar outra sessão para o aprofundamento e conclusão dos trabalhos nesta ficha. Assim, deixamos esta observação como algo de reflexão para futuros trabalhos. O papel do professor é determinante para que os alunos possam articular os seus objetivos de aprendizagem com o que estão a fazer, tomando decisões e envolvendo-se, de forma crítica no seu processo de aprendizagem para que ocorra a aprendizagem significativa, conforme defende Jonassen (2000).

O GeoGebra pode contribuir para uma aprendizagem significativa da Matemática, se se tirar vantagens das múltiplas representações do mesmo ente que permite. Assim, o professor além das competências científicas, é preciso desenvolver as competências didáticas e digitais para que consiga utilizar este recurso de uma forma efetiva no contexto da sua prática.

Sendo que um dos objetivos do software GeoGebra é conceder maior motivação aos alunos possibilitando a conquista de melhores resultados na aprendizagem, o professor é convidado a repensar seu modelo de aula, que é meramente tradicional e não relaciona o conhecimento teórico com o dia-a-dia dos nossos alunos.

Os responsáveis pelas planificações educativas, deviam incentivar por meio de formações constantes, o uso desta ferramenta na lecionação das aulas, sobretudo nos conteúdos que têm aplicação direta com o mundo real, o que criaria maior interesse nos nossos alunos e evitaria consequentemente as famosas questões "professor, estou aprender isso para aplicar aonde?".

Constrangimentos

A efetivação desse artigo não foi uma tarefa fácil atendendo o envolvimento dos alunos, dos pais ou encarregados de educação, bem como da instituição acolhedora. Durante a sua planificação, fez-se uma petição em forma de carta a todos os membros envolvidos neste processo (pais e/ou encarregados de educação e ao Colégio Kitabu) para o início dessa atividade. Tivemos o feedback bastante positivo por parte destes e demos início com todas as etapas dessa investigação. Porém na ficha de atividade 02, os alunos não exploraram a sua total criatividade, não recorreram ao software GeoGebra para a realização dessas atividades, tendo se limitado apenas a resolução tradicional. Alegaram a complexidade na representação gráfica das situações da ficha e isso revelou falta de empenho atendendo que tiveram a disponibilidade total do professor para esclarecimento das suas dúvidas. Além disso, foram poucos os alunos que submeteram a resolução das tarefas da ficha 02 e os que submeteram, foi depois de muita insistência por parte do professor. Assim, infelizmente não foi possível a exploração dos problemas propostos no GeoGebra, ficando esta parte do trabalho não conseguido. Contudo, foi uma aprendizagem para a planificação de novas experiências.

Referências

BORDEAUX, A. L.; ANTUNES, C.; RUBINSTEIN, C. ***Multicurso Ensino Médio: Matemática***, segunda série. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2008.

DELORS, Jacques at all. ***Educação, um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI.*** 3ª Ed; Lisboa – 1997.

GIL, Antônio Carlos, ***Como elaborar projetos de pesquisa***, 4ª ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

JONASSEN, D. H. *Computadores, Ferramentas Cognitivas. Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto: Porto Editora. ISBN: 978-972-0-34173-0, 2000.

LIMA, E. L, CARVALHO, P.C. e MORGADO, A. C. A Matemática do Ensino Médio. V.1, SBM, Rio de Janeiro-2001.

MARCONI, Marina de A., LAKATOS Eva M. ***Fundamentos de metodologia científica*** 5ª. ed. São Paulo: Atlas 2003.

MEDH & INDE. ***Plano Curricular do Ensino Secundário***. Maputo, Junho de 2022.

NEVES, Maria A. F e SILVA, Jorge Nuno **"*Matemática 11ª Classe*".** Plural editores, Maputo-2010.

RICHARDSON, Roberto J. ***Pesquisa social: métodos e técnicas***. São Paulo. Atlas, 1999.

SILVEIRA, A. P. R. (2015). ***O GeoGebra na formação e aprendizagem de transformações geométricas isométricas no plano euclidiano.*** [Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.

YIN, R. K (2005). ***Estudo de caso*. Planeamento e Métodos (3ª Edição)**. São Paulo: BOOKMAN. ISBN: 0-7619-2553-8, 2005.