

CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FUNÇÃO
EXPONENCIAL USANDO O RECURSO DIGITAL DO PHOTOMATH

Autor	Kittéria Costa Brito
Orientador	Prof. Msc. Manoel Fernandes Braz Rendeiro
Banca Examinadora	Profa. Dra. Lucélida de Fatima Maia da Costa Prof. Esp. Hudson da Silva Castro
Resumo	<p>Neste artigo buscamos destacar que a sociedade está sempre em mudança e a escola não está à parte disso, onde todas as disciplinas, em especial a matemática, devem acompanhar essa evolução através do uso de novas metodologias e recursos pedagógicos. Para tanto, nossa pesquisa desenvolveu uma proposta de Sequência Didática (SD) que utiliza o aplicativo para celular <i>Photomath</i>, como um recurso pedagógico digital para o ensino de Função Exponencial em turmas do 1º ano do Ensino Médio. Este foi um estudo bibliográfico, de abordagem quali-quantitativa e com objetivo descritivo/explicativo. Na análise dedutiva, trabalhamos os dados de forma a estabelecer as decisões que levaram a construção de uma SD, onde unimos o potencial pedagógico do aplicativo proposto com um plano de aplicação organizado e sequencial, a fim de levar ao professor uma ferramenta e aos estudantes um meio de aprendizado mais efetivo e diferenciado de função exponencial.</p> <p>Palavras-chave: Função Exponencial. <i>Photomath</i>. Sequência Didática.</p>
Abstract	<p>In this article we seek to highlight that society is always changing and school is not part of this, where all subjects, especially mathematics, must accompany this evolution through the use of new methodologies and pedagogical resources. Therefore, our research developed a proposal for a Didactic Sequence (SD) that uses the Photomath mobile application as a digital pedagogical resource for teaching Exponential Function in 1st year high school classes. This was a bibliographic study, with a qualitative approach and with a descriptive/explanatory objective. In deductive analysis, we worked with the data in order to establish the decisions that led to the construction of a DS, where we combine the pedagogical potential of the proposed application with an organized and sequential application plan, in order to provide the teacher with a tool and the students with a means of more effective and differentiated learning of exponential function.</p> <p>Keywords: Exponential Function. Photomath. Didactic Sequence.</p>

CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA FUNÇÃO EXPONENCIAL USANDO O RECURSO DIGITAL DO PHOTOMATH

1 INTRODUÇÃO

A matemática dentro do contexto escolar convive com uma realidade onde poucos professores buscam desvencilhar-se de práticas tradicionais de ensino e avaliação, faltam recursos e condições pedagógicas ideais para promover uma educação de qualidade e os estudantes sentem-se cada vez mais distantes da compreensão da matemática (PACHECO; ANDREIS, 2018).

Durante a experiência do Estágio Supervisionado II observamos através de exercícios e provas as dificuldades apresentadas pelos estudantes do 1º ano do Ensino Médio, em relação aos conceitos e propriedades das funções matemáticas, especificamente da função exponencial. Logo, nos questionamos de que forma poderíamos contribuir para este aprendizado matemático, ao fazer uso de recursos e metodologias atuais disponíveis para a educação, com a perspectiva de amenizar essa situação.

Na oportunidade obtida com o Programa Acadêmico de Iniciação Científica (PAIC) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas (FAPEAM), trabalhamos com a criação de recursos metodológicos e softwares educacionais. Isso nos permitiu a elaboração do seguinte questionamento: como construir uma Sequência Didática (SD) que utilize o aplicativo de celular *Photomath*, como recurso pedagógico digital, para melhorar o ensino da função exponencial, em turmas do 1º ano do Ensino Médio?

Para responder a essa pergunta, elaboramos o seguinte objetivo geral da pesquisa: desenvolver uma proposta de SD que utilize o *Photomath*, aplicativo de celular, como recurso pedagógico digital significativo para o ensino da função exponencial em turmas do 1º ano do Ensino Médio.

A partir deste objetivo subdividimos três objetivos específicos que são: identificar os conceitos e propriedades das funções matemáticas, em particular da função exponencial, aplicadas ao 1º ano do Ensino Médio, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e demais documentos oficiais da educação; verificar o potencial pedagógico do aplicativo *Photomath* para o ensino de funções, em especial as função exponencial para o 1º ano do Ensino Médio; desenvolver uma SD que utilize o *Photomath* para o ensino da função exponencial em turmas do 1º ano do Ensino Médio.

Esta pesquisa foi do tipo bibliográfica, com a construção dos conhecimentos necessários colhidos através da leitura de livros e artigos científicos publicados nos últimos 10 anos sobre a temática (GIL, 2010). A abordagem neste trabalho foi quali-quantitativa, na parte qualitativa buscou-se a subjetividade do pesquisador frente a interpretação do fenômeno estudado (PEREIRA *et al.*, 2018) e a parte quantitativa (GIL, 2010) aconteceu na verificação do potencial pedagógico do *Photomath* através do modelo de análise de software educacional EDUCAUSE. Ambas, necessárias para o pesquisador tomar as decisões pedagógicas sobre a construção da SD que usou o recurso digital *Photomath* para o ensino da função exponencial.

A pesquisa baseia-se no processo descritivo-exploratório, pois além de descrever a construção de uma proposta de SD para o uso do aplicativo educacional *Photomath*, também, teve o cuidado de trazer um olhar inovador sobre essa junção como forma de melhorar o ensino da função exponencial para turmas do 1º ano do Ensino Médio (GIL, 2008).

A análise dos resultados foi realizada pelo método dedutivo em que buscou-se a construção da proposta de SD, usando o *Photomath*, para o ensino da função exponencial para ser aplicada de forma mais geral às etapas finais da Educação Básica. Podendo, posteriormente, ser aplicada especificamente a uma turma de 1º ano do Ensino Médio (RODRIGUES, 2007).

Os resultados obtidos no presente artigo, indicam a preparação e planejamento do professor de matemática ao utilizar métodos diferentes do modelo tradicional em sala de aula, os resultados se apresentam em três seções definidas pelos seguintes títulos: o ensino de função exponencial no 1º ano do ensino médio; potencialidades pedagógicas do aplicativo *Photomath* para o ensino da função exponencial e a proposta de Sequência Didática (SD) para o ensino de função exponencial com o uso do *Photomath*.

2 O ENSINO DE FUNÇÃO EXPONENCIAL NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

A matemática sempre esteve presente no desenvolvimento da sociedade, em seu processo histórico, desde o pensamento filosófico aos processos de cálculos e resolução de problemas. Sendo, de tal maneira, indispensável para o desenvolvimento das outras áreas do conhecimento, como: biológicas, saúde, agrária, engenharia, tecnologia etc.

No contexto escolar a matemática é uma disciplina de extrema relevância, que deveria ser trabalhada de forma interdisciplinar a fim de dar sentido ao conteúdo aprendido pelos estudantes, interligando-se com as demais disciplinas e com a realidade cotidiana deles, buscando formar um indivíduo com raciocínio lógico, criatividade e senso crítico capaz de viver e contribuir efetivamente na sociedade em que vive.

Dentre os conteúdos de matemática desenvolvidos em sala de aula, o ensino de funções é um tema bastante discutido nas pesquisas de educação matemática por se fazer presente na compreensão de fenômenos existentes na sociedade e em outras áreas do conhecimento, em seus variados tipos e definições. As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) indicam o tipo de abordagem a ser feita no conteúdo de funções nesta etapa da Educação Básica ao dizer que:

O estudo de Funções pode ser iniciado com uma exploração qualitativa das relações entre duas grandezas em diferentes situações: idade e altura; área do círculo e raio; tempo e distância percorrida; tempo e crescimento populacional; tempo e amplitude de movimento de um pêndulo, entre outras. (BRASIL, 2006, p. 72).

Entretanto como afirma Barreto (2008) o ensino de funções no 1º ano do Ensino Médio segue uma ordem tradicional sugerida pelos livros didáticos, onde poucas são as situações em que se fazem referências às aplicações da Matemática às outras ciências, às situações do cotidiano e por não haver nenhuma conexão entre as funções estudadas para com os conteúdos dos anos seguintes há lacunas na aprendizagem do conteúdo.

Neste caso para Pontes (2019), deve partir do professor a mudança de realidade de um ensino tradicional para um ensino que propicie a autonomia do estudante para o desenvolvimento do seu processo criativo e lógico. Essa quebra de paradigma, acontece com atividades contextualizadas e dinâmicas, com uma abordagem dos conteúdos matemáticos mais acessíveis ao estudante, resultando na melhoria de seu aprendizado.

O professor de matemática deve refletir e trazer condições pedagógicas para desenvolver um ensino de funções adequado, no Ensino Fundamental, fase em que o estudante adquire as habilidades e competências necessárias a fim de poder aplicar esse conhecimento de forma efetiva em sua realidade (PINTO *et. al.*, 2020).

A BNCC destaca a importância dos conhecimentos básicos da matemática adquiridos em etapas anteriores do Ensino Fundamental, para que o estudante possa assimilar com mais clareza novos conteúdos específicos, como no caso de funções, possibilitando a resolução de problemas de situações mais elaboradas que requerem mais reflexão e abstração, permitindo assim mais autonomia aos estudantes em seu aprendizado (BRASIL, 2018).

A base de conhecimento matemático que o estudante constrói durante sua vida na escola, tende a acontecer de forma sequencial, quando um ou mais saberes anteriores servem de apoio ao novo aprendizado, como no caso do Ensino Fundamental servindo de base para o Ensino Médio. Esse processo, se não for adequadamente desenvolvido, acaba fragilizando o

desenvolvimento do estudante, dificultando o aprendizado de conteúdos pouco ou ainda não vistos, como as funções matemáticas.

Nesse contexto, é fundamental a participação conjunta do estudante com seu professor para tornar o processo de ensino e aprendizagem de funções mais significativo e motivador, pois, a busca por esse conhecimento não avança quando o esforço e dedicação vem apenas do professor.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam que no ensino deste conteúdo “a riqueza de situações envolvendo funções, permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependência entre grandezas.” (BRASIL, 2000, p. 121).

Ao dizer que o ensino de função pode ser iniciado de modo qualitativo, é sugerido primeiramente que se inicie pela sua definição, na qual dois conjuntos não vazios A e B e um mecanismo que associa elementos de A aos elementos de B, traz a ideia básica deste conteúdo (SOUZA, 2016), isso possibilita o estudo a partir de situações contextualizadas, descritas algébrica e graficamente, pois sua abordagem não deve ser feita de maneira tão formal em sala de aula (BRASIL, 2000).

Nas séries finais do Ensino Fundamental, o estudante aprende o conteúdo de potenciação como requisito para utilizar futuramente no estudo de função exponencial. Ela se refere a multiplicação de fatores iguais, com expoente natural maior que 1, sendo abordado também suas propriedades e sua notação científica (SOUZA, 2016). Já no 1º ano do Ensino Médio, o ensino de funções inicia-se quando são desenvolvidos os estudos das funções lineares, quadráticas, exponenciais e logarítmicas (BARRETO, 2008).

No caso do estudo da função exponencial, essas bases obtidas em anos anteriores pelo estudante são importantes para a compreensão da definição geral:

Seja $a \in \mathbb{R}^+$, com $a \neq 1$. Então a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ definida por $f(x) = a^x$ será chamada função exponencial de base a . A função exponencial é um tipo de função onde a variável independente funciona como o expoente de uma base positiva. (OLIVEIRA, 2015, p. 59).

A notação usada para a função exponencial é $f(x) = a^x$ ou $y = a^x$, sendo suas propriedades apresentadas por Silva (2012), abaixo:

i. $a^x \cdot a^y = a^{x+y}$; ii. $a^1 = a$;

ii. $x < y \geq a^x < a^y$ quando $a > 1$ e $x < y \geq a^y < a^x$ quando $0 < a < 1$.

A BNCC destaca que identificar os conceitos e procedimentos matemáticos são fundamentais para inicialmente resolver problemas e logo em seguida fazer a aplicação dos mesmos, para ao final compatibilizar os resultados com o problema original, fazendo a comunicação da solução aos colegas por meio de argumentação consistente e linguagem adequada (BRASIL, 2018).

Vale ressaltar que esse processo envolve mudança de diálogo sobre as atividades pedagógicas em sala de aula feitas pelo professor para toda a classe, porque na maioria das vezes, mesmo que o estudante saiba o conteúdo ele se retrai e não consegue expor seu saber matemático aos colegas.

Sobre o ensino de função exponencial autores como Mendonça e Pires (2018) e Neves e Alves (2018), apresentam dificuldades destacadas pelos estudantes, como: a falta de reconhecimento de uma função exponencial em representação algébrica, não saber sua definição, a dificuldade da projeção e da análise gráfica dessa função.

Por isso deve-se fazer uso de recursos pedagógicos, como o das tecnologias digitais, que fazem parte do cotidiano dos estudantes para que seu foco seja centrado naquele momento em sala de aula, para haver maior interação com o professor e a assimilação do conteúdo estudado.

3 POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS DO *PHOTOMATH* PARA O ENSINO DE FUNÇÃO EXPONENCIAL

Segundo Fogaça (2018) software educacional é entendido como um programa de computador, que consegue atender a um objetivo educacional de relativa importância, embora seja diferente do objetivo para qual foi criado. É classificado, de acordo com Vieira (2015) por categorias que seguem seus objetivos pedagógicos, sendo elas: tutoriais, exercícios e práticas, programação, aplicativos, multimídia, *internet* e jogos.

A tecnologia digital deveria estar presente em todas as etapas da educação, como suporte às atividades dentro e fora do ambiente escolar. “[...] um meio para que se consiga agir em contextos reais de comunicação, que sirvam para envolver os alunos em projetos práticos, desafiadores, agregados aos seus conhecimentos prévios exógenos a escola [...]” (CUNHA, 2018, p. 92). A fim de que o estudante esteja apto ao final da Educação Básica a:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p. 9).

Para Cunha (2018) é importante incorporar aos atuais modelos tradicionais de ensino, as possibilidades tecnológicas que fazem parte da realidade social do estudante, ao invés de restringi-las, propiciando-lhes, desta forma, mais autonomia em sua aprendizagem.

A utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como recurso pedagógico, precisa da anuência e apoio da gestão (diretoria e coordenação pedagógica), para sua plena implementação ao cotidiano escolar. Onde o professor deve dominar todo o processo de incorporação dessas tecnologias ao seu conteúdo pedagógico. Além disso, deve planejar sua correta aplicação em sala de aula, a fim de evitar o desvio do objetivo de estudo, causadas por distrações oriundas do uso de celulares e tablets, dado o fácil acesso as redes sociais e jogos de entretenimento (FREIRE, 2019).

Veras (2011) indica que essa inserção deve ocorrer de forma crítica e reflexiva por parte do professor, através do seu planejamento. Verificar antecipadamente toda a realidade necessária, é importante, a fim de evitar a falta de equipamento digital e/ou o mal uso dele, para que assim, seja atingido o objetivo previamente definido.

O uso de aplicativos por meio de aparelho celular é uma opção estratégica para motivar o estudante por causa da dinamicidade, interatividade e interesse que os aplicativos educacionais despertam, potencializando seu uso em sala de aula de forma significativa (BONET; TEIXEIRA, 2017). Nesse aspecto sabe-se que a definição do termo aplicativo se dá por “[...] programas voltados para aplicações específicas, como processadores de texto, planilhas eletrônicas, e gerenciadores de banco de dados”. (VIEIRA, 2015, p. 1).

Para Conceição e Zamperetti (2020) é necessário que o professor faça uma análise criteriosa dos aplicativos que pretende usar em sala de aula, pois existem aqueles que podem ser usados para fins educacionais, disponibilizado no mercado atualmente, mas alguns não atingem o objetivo pedagógico a que se dispõem.

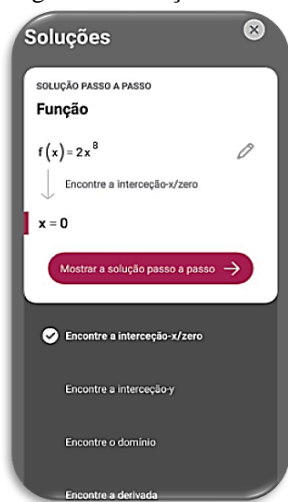
Nesta pesquisa, trazemos como proposta de aplicativo educacional para implementação pedagógica através de uma SD o *Photomath*, “[...] cuja função é resolver problemas matemáticos através da captura da imagem impressa ou manuscrita com a câmera do Smartphone, sendo possível também editar ou digitar usando sua própria calculadora.” (COUTINHO; FEITOSA; PINHEIRO, 2020, p. 3).

Sobre o processo de instalação e uso do *Photomath* no celular, Coutinho, Feitosa e Pinheiro (2020) relatam que após a instalação do aplicativo não seria mais necessário o acesso à *internet*. Todavia, durante os testes, verificamos que sem a conexão de *internet* não se consegue a visualização da resolução dos problemas propostos e por isso não ocorrerá a sua

atualização (onde correções e aprimoramento são implementados). Isso se torna um ponto negativo em relação ao uso do aplicativo em sala de aula. Diante a esta situação, o professor pode fazer uso da rede wifi da escola ou de sua própria rede particular.

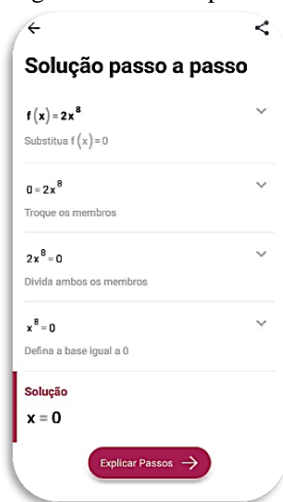
Abaixo é possível visualizar um exemplo da solução de um problema de função exponencial, depois que o usuário tira a foto da questão na escrita matemática ou digita a estrutura e valores na calculadora, usando o aplicativo *Photomath*:

Figura 1 - Solução.



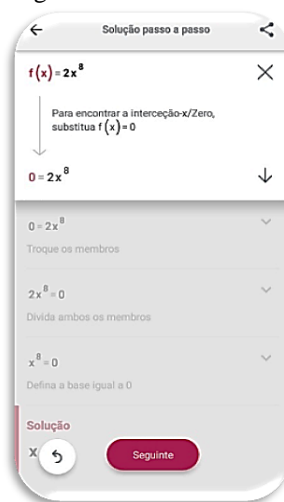
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 2 - Passo a passo.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 3 - Detalhamento.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 4 - Gráfico.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Podemos perceber pelas Figuras (1, 2, 3 e 4) uma interface gráfica simples, visualizações de distintas representações matemáticas, exploração e recuperação paralela de conteúdo (incluindo conteúdos avançados). Além disso, promove o compartilhamento das resoluções e a edição e criação de dados.

No quadro 1 é possível observar quatro potencialidades pedagógicas importantes, relacionadas nos trabalhos acadêmicos de autores que trabalham na área da Educação Matemática como: Letramento Matemático, Resolução em passos, Utilidade de resposta e Prático e Ágil.

Quadro 1 – Potencialidades pedagógicas do *Photomath* para o ensino de matemática.

Potencial	Justificativa	Autores
Letramento Matemático	Porque estimula o estudante a usar corretamente a notação Matemática, para que a captura de imagem do aplicativo leia corretamente seu manuscrito. Valorizando a escrita matemática.	Coutinho, Feitosa e Pinheiro, (2020) Queiroz (2015)
Resolução em passos	A resolução dos cálculos apresentada pelo aplicativo e a interface de fácil manuseio e entendimento viabilizou o tempo de aula para atividades de resolução de problemas e discussões de resultados.	Conceição e Zamperetti (2020)
Utilidade de resposta	O aplicativo tem a opção de marcar se a resposta foi útil ou não. Caso negativo, ele indica qual seria a resposta correta. Dessa forma, os	Freire (2019)

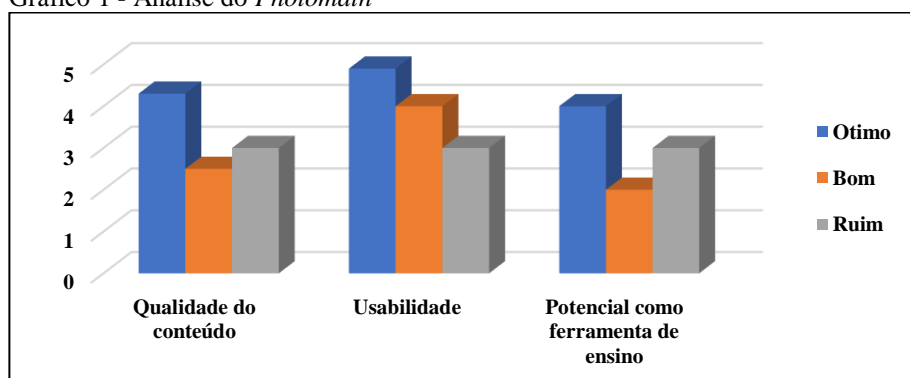
	próprios estudantes podem resolver a questão não solucionada pelo aplicativo e eles mesmos o implementam com a resposta correta.	
Prático e Ágil	Permite encontrar rapidamente o resultado. Detalhando os procedimentos do cálculo e estimulando o processo de compreensão de cálculos matemáticos.	Gerstberger (2017)

Fonte: Elaborado pela própria autora

Essas potencialidades mostram que o aplicativo *Photomath* tem elementos relevantes pedagogicamente que incentivam o estudante a trabalhar uma escrita matemática melhor, ter mais autonomia no entendimento e solução dos problemas ao trazer níveis de detalhamento e informações diferenciadas.

A seguir mostramos os dados quantitativos da análise do aplicativo *Photomath*, utilizando o modelo EDUCAUSE (2001), que serve para a avaliação de softwares educacionais sobre o prisma de três categorias principais: qualidade de ensino; usabilidade; potencial como ferramenta de ensino (com pontuação em uma escala de 0 a 5).

Gráfico 1 - Análise do *Photomath*



Fonte: Elaborado pela autora.

No gráfico 1 em termo de qualidade do conteúdo, o *Photomath* atinge a categoria Ótimo destacado na cor azul, com o índice 4, pois o software mostra com clareza a descrição dos passos da resolução de uma função exponencial. Sobre sua usabilidade o software atingiu o índice 4,9 por ser bastante prático e também por sua interface gráfica ser dinâmica. No último elemento o *Photomath* atingiu apenas o índice 3,8 para potencial como ferramenta de ensino por ser um recurso que mostra a resolução pronta sem fazer algum tipo de avaliação.

Desta forma, estabelecemos nessa pesquisa o uso desse aplicativo como recurso digital complementar para a aprendizagem nos estudos da função exponencial. Sendo inserido em uma Sequência Didática que auxiliará o professor nesse processo pedagógico, para não haver falhas e nem desvios dos objetivos estabelecidos no plano de aula.

4 PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) PARA O ENSINO DE FUNÇÃO EXPONENCIAL COM O USO DO *PHOTOMATH*

Na busca por caminhos didáticos onde o estudante possa ter um melhor acesso aos conteúdos abordados, de forma interativa e direcionada, a SD surge como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

Uma SD se constitui através de etapas elaboradas: “análises preliminares; concepção e análise a priori; aplicação de uma sequência e a análise *a posteriori* e a avaliação.” (PAIS, 2002, p. 101). Em nosso caso, devido a pandemia da Covid-19, trabalhamos somente na concepção de uma proposta de SD advinda dos estudos bibliográficos e do olhar e experiência do pesquisador, oriunda da ida as escolas (antes do fechamento), enquanto professor em formação.

O objetivo geral dessa SD é levar aos estudantes os conteúdos matemáticos para a aprendizagem da função exponencial de forma diferenciada e planejada, com o uso do recurso pedagógico digital *Photomath* para torná-la algo instigante e significativa.

Segundo Pais (2002) denominam-se as aulas da SD de seções, no caso o professor poderá adotar esse termo para as suas aulas. Desta forma, teremos 3 seções onde serão trabalhados: a revisão do conteúdo de potenciação e suas propriedades; os conceitos e propriedades da função exponencial; os gráficos de função exponencial; a compreensão e manuseio do *Photomath* e exemplo prático da aplicação da função exponencial com o aplicativo do *Photomath*.

A **Primeira Seção** tem por objetivo trabalhar a revisão do conteúdo de potenciação, pois este serve de base para os estudos de função exponencial, onde trabalharemos o reconhecimento desta função na linguagem algébrica, a sua definição e sua análise gráfica através de exercícios apresentados pelo professor em sala de aula. Nesta seção será utilizado um tempo de 50 minutos.

Primeiro Momento: o professor fará uma revisão sobre o conteúdo de potência e suas propriedades, para que haja uma compreensão plena dessa base para o conteúdo matemático proposto. Em seguida, deverá ser trabalhada a definição de função exponencial e deixar claro aos estudantes cada termo da mesma, além de trabalhar as suas propriedades e a representação gráfica. Ao final, o professor deverá abrir um diálogo com a turma no sentido de estabelecer a importância do assunto para vida dos estudantes e sociedade, fazendo isso a partir dos seguintes questionamentos:

- Qual seu entendimento sobre a função exponencial e sua aplicação em nossas vidas?
- Seja a função $f(x) = 2^x$, calcule $f(2)$, $f(5)$ e $f(10)$ e esboce o gráfico da função.

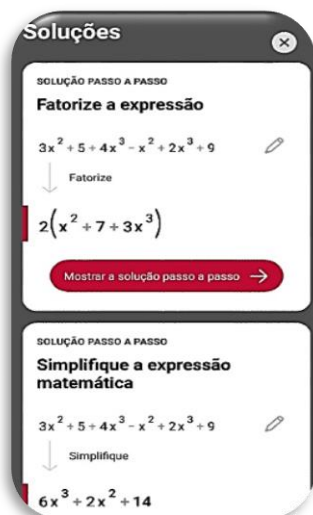
Lembramos ao professor que a função exponencial é “[...] aplicada em áreas do conhecimento como matemática financeira, crescimento de populações, intensidade sonora, pH de substâncias e outras.” (BRASIL, 2000, p. 121). Sendo assim, o professor deve trazer essas correlações e exemplos para dentro de sala de aula a fim de dar mais significado ao assunto.

No final desta seção, é importante que o professor faça uma breve interação com a turma a fim de saber a situação dos estudantes em relação a disponibilidade do celular, orientando-os, nessa realidade, a se dividirem em grupos de no máximo 3, em que um dos estudantes do grupo deverá trazer seu celular com o aplicativo do *Photomath* instalado (APENDICE A) para a próxima seção.

A **Segunda Seção** tem por objetivo apresentar aos estudantes o aplicativo de celular do *Photomath*, escolhida para ser o recurso pedagógico digital a ser usado na SD para facilitar e estimular o estudante no aprendizado da função exponencial. Nesta seção será utilizado um tempo de 50 minutos.

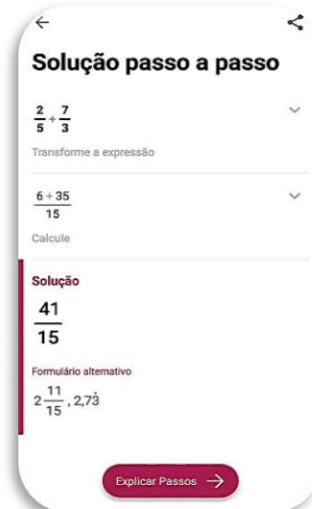
Segundo Momento: É essencial ser realizado pelo professor a apresentação do aplicativo do *Photomath*, pois é necessário que os estudantes saibam manusear o mesmo. Desta forma, poderá ser apresentado a eles exemplos para os outros conteúdos matemáticos, como: equações algébricas (FIGURA 5) e operações com frações numéricas (FIGURA 6), para que possam fazer uma breve prática do aplicativo sob a orientação do professor.

Figura 5 - Resolução de uma expressão algébrica.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 6 - Resolução passo a passo de uma fração com denominadores diferentes.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Cardoso (2018) destaca que embora o aplicativo apresente facilidade de uso, resolva e dê o desenvolvimento dos cálculos passo a passo, ele não substitui a orientação do professor em sala de aula e nem o raciocínio lógico dos estudantes na solução de situações problemas nos exercícios propostos.

Para a BNCC a resolução e elaboração de problemas com função exponencial pode ser ensinada em diferentes contextos (BRASIL, 2018), em nosso caso será a análise e interpretação da função exponencial com o apoio do aplicativo *Photomath* para uma situação problema que esteja dentro da realidade dos estudantes.

A **Terceira Seção** tem por objetivo trabalhar com um exemplo de situação problema abordando o surto de contaminação da COVID-19 no Brasil através de uma breve introdução do início do coronavírus no país. Dessa maneira, a aplicação da SD nessa seção, se dará na análise da situação problema e na elaboração de uma função exponencial voltada para essa realidade, onde sua testagem e aplicação serão feitas no *Photomath*. Nesta seção serão utilizados dois tempos de 50 minutos.

Terceiro Momento: esse momento é de extrema importância, pois é através da descrição da situação problema do COVID-19 que buscaremos modelar a relação dos infectados pelo vírus seguindo o conceito de crescimento exponencial. Ou seja, nesse momento trabalharemos a transformação do problema em linguagem matemática, mais especificamente, na linguagem da função exponencial. Pois, “a razão para usar o crescimento exponencial para modelar o surto do novo coronavírus, [...] é porque o primeiro período de uma epidemia segue o crescimento exponencial.” (MENDES, 2020).

Para apresentar as ideias iniciais da linguagem algébrica da função exponencial associa-se o número de casos em um x momento sendo o número de pessoas infectadas. A partir disso, o professor estimula o estudante a usar corretamente a notação matemática.

A fim de tornar a composição da linguagem algébrica da função exponencial o mais claro possível, o professor de matemática realiza estimativas que corroborem com a situação problema, como os dados a seguir:

- Uma pessoa infectada transmite o vírus para 2 a 3 pessoas em média;
- O tempo de incubação do vírus é em média de 5 a 6 dias, podendo chegar até 14 dias.

É importante que o professor deixe claro aos estudantes que esses números são apenas estimativas da realidade do COVID-19 no país, uma vez que as pesquisas atuais mostram que há variação de pessoa para pessoa em relação a contaminação, da mesma forma também há variedades no tempo de incubação do vírus. Nesse momento, o professor usará a

contextualização da situação problema com o conteúdo da função exponencial, descrevendo em forma de linguagem algébrica para podermos analisá-la no *Photomath*.

Quarto momento: nesse último momento realizar-se-ão simulações para o caso de contaminação do COVID-19. Conforme os grupos formados em sala, pode ser realizado uma simulação para cada grupo. Nessa parte da SD, consideremos dois cenários:

- Uma pessoa contaminada com o vírus infecta outras 2 pessoas;
- Uma pessoa infectada contamina 3 outras pessoas sadias.

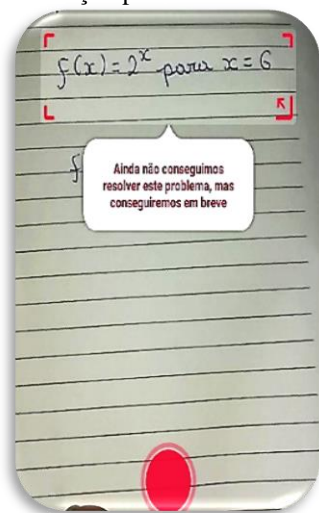
Assim, surge o questionamento: *Qual o número de pessoas infectadas após x dias?*

Nesse momento, o professor deve solicitar a atenção dos estudantes, pois precisam verificar quais termos da função exponencial estão apresentados na situação problema, para que eles possam transformar em linguagem matemática.

Seguindo o conceito da função exponencial, onde $f(x) = a^x$, para os cenários exibidos, o a representaria a quantidade de pessoas infectadas que seriam $a_1 = 2$ e $a_2 = 3$. E o número de pessoas infectadas é a variável independente, ou seja, o expoente de a_1 e a_2 . Sendo assim, o problema em função exponencial terá as seguintes funções: $f(x) = 2^x$ e $f(x) = 3^x$.

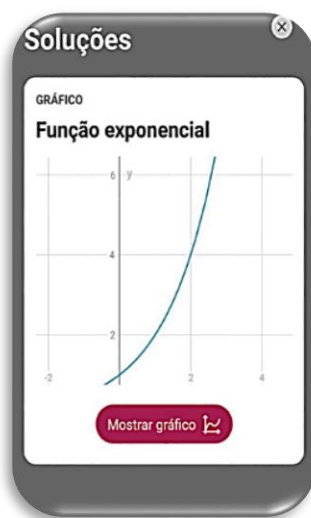
No próximo passo, o professor deverá introduzir o uso do *Photomath* para estimular o estudante a usar corretamente a notação matemática, para que a captura de imagem do aplicativo leia corretamente a função (COUTINHO; FEITOSA; PINHEIRO, 2020; QUEIROZ 2015). Caso ocorra erro de leitura da função pelo aplicativo, o estudante deve analisar sua linguagem matemática escrita da função e verificar onde se encontra o erro (FIGURA 7).

Figura 7 - Função exponencial da situação problema.



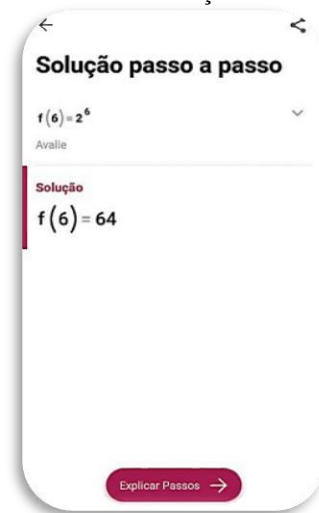
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 8 - Gráfico.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Figura 9 - Aplicação do dado dia diretamente na função.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Após a correta inserção da função no aplicativo, os estudantes poderão plotar o gráfico da função para análise visual (FIGURA 8). Em seguida, pode ser calculado o número de infectados de acordo com x dias, usando os tempos x de 6 dias do caso mais real (FIGURA 9) e os 14 dias do pior caso possível de transmissão.

O professor deverá dialogar com os estudantes as limitações que ainda há no aplicativo enfatizando que o *Photomath* é apenas uma ferramenta de apoio para o ensino da função exponencial, ou seja, o aluno precisa de uma postura ativa no seu processo de aprendizagem. Nesse sentido, os estudantes deverão dar continuidade na situação problema calculando o número de infectados de acordo com as hipóteses propostas pelo professor utilizando o *Photomath* para agilizar os cálculos.

Ao fim da SD, decorrente do planejado nas sessões e em seus respectivos momentos, devesse fazer uma socialização dos resultados da situação problema de cada grupo. Vale ressaltar aos estudantes que o uso do *Photomath* pode ser explorado em conteúdos mais elaborados, basta saber manuseá-lo em suas potencialidades como aplicativo educacional.

O uso da SD com o recurso tecnológico do *Photomath* não é a única metodologia que pode ser aplicada no ensino da matemática, mas é uma opção pedagógica que promete minimizar as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos matemáticos e desenvolver uma aula contextualizada, dinâmica e significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em pleno século XXI, são muitas as exigências para a Educação Básica, sendo imprescindível que o professor domine os processos da contextualização e de uso da tecnologia para o ensino da matemática. Na pesquisa discutimos sobre a proposta de uma Sequência Didática que busca contribuir para o ensino da função exponencial através do aplicativo de celular *Photomath*, visando potencializar o ensino do professor e o aprendizado do estudante.

No decorrer da elaboração da proposta de SD dessa pesquisa, percebemos que seu desenvolvimento não foi algo simples, requereu atividades ordenadas, estruturadas e com bom planejamento para lidar com diversos imprevistos. Houve, também, todo um cuidado com o uso do aplicativo *Photomath* na SD (mesclagem de forma harmoniosa), a fim de propiciar aos estudantes o melhor dos dois mundos, estimulando a curiosidade num processo pedagógico mais efetivo de acesso ao conteúdo da função exponencial, conforme indicações dos documentos educacionais oficiais vigentes para o Ensino Médio.

A proposta da SD apresenta situações da realidade do estudante em que o uso do celular

pode potencializar o ensino da função exponencial. Onde, por meio do *Photomath*, recurso tecnológico digital, buscou-se: otimizar o tempo de aula, descrever os passos da resolução do problema, representar graficamente uma função exponencial e propiciar um aprendizado mais dinâmico e interessante ao estudante.

Durante a pesquisa, percebemos a existência de diversos trabalhos acadêmicos sobre o uso de tecnologias educacionais e da Sequência Didática para o ensino dos conteúdos da matemática. Entretanto, neste trabalho destacamos a importância do uso do aparelho de celular em sala de aula e da união de duas possibilidades pedagógicas (uma metodologia e uma tendência), a fim de tornar o professor mais efetivo em seu processo de ensino e o estudante sujeito ativo e autônomo na construção do seu próprio conhecimento.

Como a SD não foi aplicada em sala de aula, entendemos que ela poderá sofrer modificações pelo professor a fim de adaptar a sua própria realidade de ensino. Fica também, a sugestão para uma próxima pesquisa, com a aplicação da SD em uma turma do 1º ano do Ensino Médio a fim de verificar sua efetividade pedagógica.

REFERÊNCIAS

BARRETO, Marina Menna. **Tendências atuais sobre o ensino de funções no Ensino Médio**. PPG- Ensino de Matemática, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

BONET, Arciete Cordeiro; TEIXEIRA, Rodrigo Tavares. **O uso celular como instrumento pedagógico no ensino de matemática**. 2017.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL, **Orientações Curriculares para o Ensino Médio, volume 2**, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias/ Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação, 2006. 135 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília. SEMT, 2000.

CARDOSO, Meiri das Graças *et al.* **O uso do aplicativo Photomath potencializando o ensino de expressões numéricas**, 2018.

CONCEIÇÃO, Daiane Leal da; ZAMPERETTI, Maristani Polidori. Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática: Avaliações Docentes do Aplicativo Photomath. In: **Anais do V Congresso sobre Tecnologias na Educação**. SBC, 2020. p. 559-568.

COUTINHO, Maria Lívia Astolfo; FEITOSA, Samira Souza; PINHEIRO, Gerusa Soares. O aplicativo photomath como apoio em processos formativos no ensino e aprendizado da matemática. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 84261-84266, 2020.

CUNHA, Simone Silva. **Letramentos e multiletramentos na era digital: conexões e possibilidades**. TICs & EaD em foco. São Luís, v. 4 n. especial, nov. 2018.

FOGAÇA, Renato Antônio de Oliveira. **Desenvolvimento de um software educacional gamificado para plataforma web como ferramenta de autoria de questões**. 2018. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

FREIRE, Eliane Cerina Lima. Intervenção pedagógica e os benefícios das tecnologias em sala de aula. **Revista Eletrônica de Educação do Norte de Mato Grosso**, v. 3, n. 1, p. 170-185, 2019.

GIL Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GERSTBERGER, André. **Um olhar Etnomatemático acerca da utilização dos smartphones nos Processos de Ensino de Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental**. 2017. Dissertação de Mestrado.

MENDES, Guilherme. **Funções Exponenciais e o Novo Coronavírus. FM 2S Educação e Consultoria**. 2020. Disponível em: Funções Exponenciais e o Novo Coronavírus - FM2S. Acesso em dia: 08, julho de 2021.

MENDONÇA, Mariana Silva; PIRES, Rogério Fernando (2018). A Study on the Exponential Function Learning in the computing environment (Um Estudo sobre a Aprendizagem de Função Exponencial no Ambiente Computacional). *Brazilian Journal of Computers in Education (Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE)*, 26(2), 01-28. DOI: 10.5753/RBIE.2018.26.02.1.

NEVES, Sirlene; ALVES, Marlene. **Praxeologias existentes para o ensino da noção de função exponencial no Ensino Médio no Brasil**. 2018.

OLIVEIRA, Rafael Henrique de. **Um Estudo sobre a Função Exponencial** – Rio Claro: [s.n.], 2015.

PAIS, Luís. Carlos. **Didática da Matemática uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2002.

PACHECO, Marina Buzin; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 38, p. 105-119, fev. 2018. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612>>. Acesso em: 23 Jul. 2021

PEREIRA, Adriana Soares. [et al.]. **Metodologia da pesquisa científica** [recurso eletrônico]. -1 ed. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PINTO, Gabriel *et al.* Análise das dificuldades de Licenciandos em Matemática sobre funções antes e após uma experiência de formação. In: **V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica-EnICT (ISSN: 2526-6772)**. 2020.

PONTES, Edel Alexandre Silva. O professor ensina e o aluno aprende: questões teóricas no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. **RACE-Revista de Administração do Cesmac**, v. 4, p. 111-124, 2019.

QUEIROZ, Rosevaldo Pessoa. **Celulares: intrusos ou nova ferramenta de letramento matemático em sala de aula?** 2015.

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia. Científica. Paracambi**: FAETEC/IST, 2007.

SILVA, Rodrigo Sychocki da. **O uso de problemas no ensino e aprendizagem de funções exponenciais e logarítmicas na escola básica**. 2012.

SOUZA, Joamir Roberto de; GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. **Contato matemática, 1º ano** – 1 ed. – São Paulo: FTD, 2016.

VERAS, Marcio. **Educação Digital e Novas Tecnologias**, 2011. 21 slides. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/marciodveras/educacao-digital-e-novas-tecnologias>. Acesso em: 27, junho, 2021.

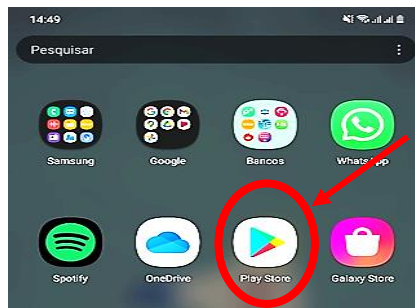
VIEIRA, Fabia Magali Santos. **Classificação de Softwares educacionais**. Médias na educação, v. 12, n.1, p. 1-3, 2015.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa–como ensinar**. Trad. Ernani F. dá F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

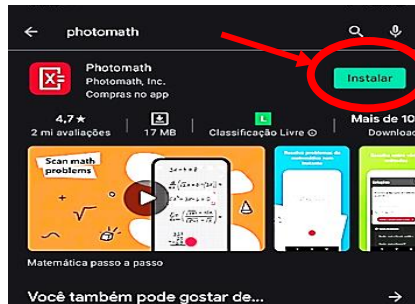
APENDICE A - MINITUTORIAL - PHOTOMATH

Como baixar e instalar o Photomath no celular

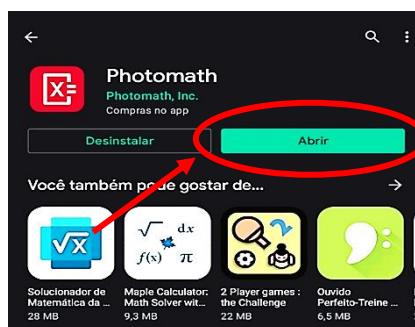
1. O primeiro passo é após desbloquear a tela do celular, procure por um aplicativo chamado **Google Play**. (esse aplicativo já vem instalado em todos os celulares Android):



2. Feito isso, clique nele. Você verá muitas opções de aplicativos sendo disponibilizadas. Procure o nome do aplicativo que você precisa baixar. No caso, **Photomath**. Em alguns segundos você verá que será direcionado por uma lista de aplicativos e encontrará o app que você precisa baixar;
3. Clique no aplicativo e em seguida, clique em “Instalar”;



4. Espere o tempo para o download terminar. Quando finalizado e caso o seu celular não abra automaticamente o seu aplicativo baixado, você pode clicar em “Abrir” para acessá-lo;



5. Pronto. O aplicativo está instalado com sucesso no seu celular. Cabe a você seguir os demais passos e acessá-lo normalmente. Abaixo, mostra o exemplo desses passos

