

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DA FUNÇÃO EXPONENCIAL

PROF. ME. FRANCISCO GUIMARÃES DE ASSIS

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, franciscoguimaraesp@gmail.com;

BERLAINY PEREIRA DO NASCIMENTO

Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba – UFPB/ campus IV, berlainy.pereira@gmail.com;

DANILO DE FIGUEIREDO ARAÚJO

Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba – UFPB/ campus IV, danilofa_@hotmail.com;

RAFAEL DE LIMA BRITO

Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba – UFPB/ campus IV, rafhaellima1258@gmail.com

RESUMO

Considerando a importância de desenvolver competências e habilidades matemáticas, bem como de inserir o aluno na cultura digital, este trabalho tem por objetivo principal contribuir com os processos de ensino e aprendizagem dos conceitos que envolvem o objeto de conhecimento Função Exponencial em uma turma da 1ª série do Ensino Médio. Como estratégia metodológica, adotamos a Resolução de Problemas e o Geogebra como recurso didático, pois ambos têm se mostrado como elementos indispensáveis para o Ensino de Matemática, sobretudo na perspectiva apontada pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Para coleta e análise dos dados, aplicamos a abordagem qualitativa, para que pudéssemos compreender as respostas e identificar os avanços na aprendizagem discente, no que se refere ao tema discutido. Os resultados foram satisfatórios, em virtude do envolvimento e entendimento dos alunos durante a aplicação das situações propostas, demonstradas pelas respostas dadas, curiosidade e motivação durante as resoluções e representações no software.

Palavras-chave: Competências e habilidades matemáticas; Função Exponencial; GeoGebra; Resolução de Problemas.

INTRODUÇÃO

A Matemática sempre terá a sua importância devido a sua aplicabilidade em nosso cotidiano, seja em situações simples ou complexas. Dessa forma, estudar os objetos de conhecimento da Matemática nos ajuda a entender mais ainda a sua importância para a sociedade e comunidade em que os alunos estão inseridos.

Dentre esses objetos, destacamos Funções Exponenciais, pois elas estão diretamente ligadas a situações que fazem parte do nosso contexto. Assim, este artigo discute a abordagem desse tema, em uma turma da 1ª Série do Ensino Médio, a partir da Resolução de Problemas-RP, como metodologia de ensino, e o uso do Geogebra, enquanto recurso didático.

Essa experiência decorreu da harmonia entre a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Frederico Lundgren, localizada no município de Rio Tinto/PB, e o Programa de Residência Pedagógica do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba - UFPB/ Campus IV. Para coleta dos dados, foram ministradas quatro aulas pela Plataforma Google Meet, com duração total de quatro horas.

O motivo pelo qual adotamos a Resolução de Problemas como metodologia se deu por meio das suas contribuições para os processos de ensino e aprendizagem. Os objetivos dessa prática, segundo Dante (2010), são fazer com que os alunos possam pensar produtivamente, enfrentar novas situações, equipar-se com estratégias para resolver problemas, desenvolver seu raciocínio e tornar as aulas mais interessantes e desafiadoras. Sendo assim, acredita-se que a aplicação dessa metodologia é essencial para desenvolver competências e habilidades.

Como pressupostos teóricos nos embasamos pelos estudos de Morais, Onuchic, Leal Júnior (2017), Serrazina (2017), Justulin e Noguti (2017), Dante (2010) e Polya (1978), os quais discutem a RP e seus impactos no processo pedagógico, como também pela Base Nacional Comum Curricular- BNCC, que, além de apontar a necessidade dessa metodologia, destaca a importância do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC.

Com a finalidade de auxiliar na aprendizagem discente e atender o que estabelece a BNCC, as aulas foram divididas em dois momentos. No primeiro momento, que ocorreu nas duas primeiras aulas, aplicamos cinco situações -problema; e no segundo momento, utilizamos o GeoGebra para fazer a demonstração gráfica dos problemas abordados, cujo objetivo foi formalizar

a representação da função com uma linguagem algébrica e geométrica. Tais situações serão discutidas na seção que apresenta a metodologia adotada neste artigo.

Nesse sentido, o desenvolvimento deste trabalho buscou alcançar os seguintes objetivos: Identificar e resolver situações-problema de natureza socioeconômica cuja lei de formação é uma Função Exponencial; Ler e interpretar enunciados relacionando-os à utilização de Funções Exponenciais nos diversos contextos sociais; Analisar situações reais que podem ser modeladas através de Funções Exponenciais, com ou sem o uso do GeoGebra, e que auxiliam na tomada de decisões; Identificar o domínio e a imagem de uma Função Exponencial por meio da sua representação gráfica com o uso do GeoGebra.

Portanto, acreditamos que este trabalho contribui de modo significativo para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática, especificamente para o desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos, no que tange aos conceitos relacionados à Função Exponencial e suas aplicações.

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O USO DO GEOGEBRA NO ENSINO DA FUNÇÃO EXPONENCIAL

Em nosso dia a dia vivenciamos diversas situações que envolvem o conhecimento matemático. É comum identificarmos as pessoas comparando, medindo, criando estimativas etc. Todas essas situações abordam, sobretudo, uma prática muito comum no contexto da Matemática, a Resolução de Problemas (RP).

É nessa perspectiva que adotamos neste trabalho a Resolução de Problemas como estratégia metodológica para abordar o conceito de Função Exponencial, pois, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular, espera-se que o estudante desenvolva as competências específicas 3 e 4 da área de Matemática para o Ensino Médio, as quais destacam a sua capacidade em:

3. Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente;
4. Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de

solução e comunicação de resultados de problemas (BRASIL, 2018, p. 531).

Além dessas competências, é importante que o trabalho pedagógico possibilite a consolidação das habilidades EM13MAT304 e EM13MAT403 (BRASIL, 2018), as quais enfatizam que o aluno deve ser capaz de “resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira, entre outros” (p. 536) e “analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função” (p. 539).

Vale ressaltar que, juntamente com a consolidação das competências e habilidades específicas da Matemática, buscamos o desenvolvimento da seguinte competência geral:

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018, p. 9).

A RP, apesar de ser uma atividade humana, só passou a ser considerada como uma metodologia de ensino no final da década de 1980. No Brasil, muitos pesquisadores têm se debruçado sobre esse tema, principalmente, com a finalidade de contribuir com a aprendizagem discente em todos os níveis de escolaridade, bem como dar significado ao conhecimento matemático (JUSTULIN; NOGUTI, 2017).

Serrazina (2017) também destaca que a RP foi impulsionada a partir da década de 80, com a publicação da Agenda for Action pelo National Council of Teachers of Mathematics, a qual enfatizava que o Ensino de Matemática deve ser baseado nessa prática. Apesar de a metodologia ser datada dessa época, ela vem sendo discutida desde a década de 50 e o seu principal precursor foi George Polya, quando estabeleceu, em 1945, as fases da resolução de um problema.

De acordo com Polya (1978), é preciso considerar quatro fases RP.

Primeiro, temos de compreender o problema, temos de perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a

incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da resolução, para estabelecermos um plano. Terceiro, executamos o nosso plano. Quarto, fazemos um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a (POLYA, 1978, p. 3- 4).

Sobre essas etapas e no que se refere à adoção dessa metodologia, Dante (2010) afirma que ela é mais complexa e não deve se limitar a seguir instruções passo a passo, como se fosse um algoritmo. Entretanto, essas fases orientam o solucionador durante o processo.

Atualmente essa metodologia constitui uma das tendências da Educação Matemática e cada vez mais é aperfeiçoada e adaptada aos vários objetos do conhecimento matemático, pelo fato de exigir do aluno a mobilização de competências e habilidades. Assim, é primordial que o professor adote um problema situado na realidade, contextualizado, como uma situação desencadeadora. Pois acreditamos que, desse modo, o estudante consegue identificar sua relevância e a necessidade da utilização de conceitos matemáticos para solucioná-lo.

Quando falamos na mobilização de competências e habilidades matemáticas, estamos nos referindo ao uso de conhecimentos matemáticos que envolvem as ideias de quantificar, comparar, ordenar, orientar-se no espaço, realizar operações, identificar relações etc., tendo sempre como referência a vida cotidiana, como também nas capacidades que envolvem representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização socio-cultural. Vale ressaltar que, em todas essas competências e habilidades, a Resolução de Problemas ocupa posição de destaque (MORAIS, ONUCHIC, LEAL JUNIOR, 2017).

Para Perrenoud (1999), competência é “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles” (p. 7). Além dessas ideias, consideramos, principalmente, as definições dadas pela BNCC.

Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 8).

E “as habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares” (BRASIL, 2018, p. 29).

Adotamos a ideia de que os contextos são repletos de situações reais que estão próximas aos estudantes. Assim, eles podem abordar a vida pessoal, as vivências da escola, do trabalho, da comunidade local e da sociedade. Para Dante e Viana (2020), o ensino da Matemática deve ocorrer de modo contextualizado, relacionando os conhecimentos entre si e possibilitando a integração entre esses dois aspectos.

Ensinar nessa perspectiva ajuda no desenvolvimento de comunicação, valoriza o conhecimento prévio, oportuniza a exploração, organização e exposição de pensamentos. Logo, discutir a RP é essencial, haja vista que o delineamento deste trabalho ocorreu com base nessa metodologia, adotada para abordar o conceito de Função Exponencial.

O trabalho com esse tema deve possibilitar que o aluno identifique suas aplicações em diferentes campos, como no tratamento de Juros Compostos e no crescimento de uma população. Logo, percebemos que esses conhecimentos são primordiais, ajudam solucionar vários problemas, como os que descrevem a variação de duas grandezas em que uma delas ocorre exponencialmente. Com sua aplicabilidade contextualizada, é possível desenvolver o conceito desse tipo de função, explorar a lei de formação e analisar a representação gráfica com base em situações-problema trazidas pelos estudantes ou encontradas nos meios de comunicação (BONJORNO; GIOVANNI JUNIOR; SOUSA, 2020, p. 211).

Trabalhar com essas funções nos diversos contextos proporciona sentido e significado ao seu estudo e pode facilitar sua compreensão. Assim, abordar esses conhecimentos possibilita que os estudantes entendam o sentido de expressões do tipo: cresceu rapidamente, cresceu exponencialmente, decresceu exponencialmente, houve decrescimento com o passar do tempo etc. Esse entendimento revela que a aplicação desses conceitos relacionados pode ser modelada “como o compartilhamento de um post nas redes sociais, o alcance das fake news e a contaminação de doenças” (DANTE; VIANA, 2020, p. 201).

Ressaltamos que quanto mais próximo do aluno for o contexto abordado maior será o seu envolvimento com a atividade, colocando em evidência o protagonismo estudantil. Com base nessas ideias, a atividade matemática deve ser constituída pelos três elementos que fazem parte da contextualização: *conceituação, manipulação e aplicações*.

Segundo Oliveira (2014), uma boa contextualização é constituída por três componentes: a *Conceituação* permite que o aluno identifique as ideias e conceitos empregados no problema, para poder ser modelado; a

Manipulação permite que ele seja mais ágil e preciso ao lidar com equações, fórmulas e operações, fazendo com que sua energia e seu tempo sejam concentrados em pontos importantes e auxilia na fixação de conceitos; e o terceiro componente são as *Aplicações*, que se constituem em problemas contextualizados que não vêm acompanhados de fórmulas e trazem situações onde o aluno, tendo como base os conceitos aprendidos, buscará a forma mais adequada de modelá-los.

Dante (2016) enfatiza, a partir da Matriz de Referência para o Enem, que o tratamento com o tema Funções Exponenciais deve possibilitar ao aluno “modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas” (p. 311). Além disso, ele destaca a necessidade da consolidação de quatro habilidades dessa Matriz e que envolvem esse objeto de conhecimento.

H19- Identificar representações algébricas que expressam a relação entre grandezas. H21- Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos. H22- Utilizar conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação. H23- Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos algébricos (BRASIL, 2015, p. 6).

Apesar do uso e da sua aplicabilidade nas diversas situações, Mendonça e Pires (2018) afirmam que boa parte dos alunos possuem dificuldades no tratamento com essas funções, dentre elas se destacam o desconhecimento das unidades simbólicas que compõem o seu registro e sua representação gráfica.

Para que sejam consolidadas todas as competências e habilidades que destacamos, julgamos necessário que o professor adote, além da Resolução de Problemas, outras estratégias de ensino, sobretudo que estejam vinculadas à inserção do aluno na cultura digital. Essa necessidade é uma demanda contemporânea, haja vista que muitos educadores tiveram de utilizar os meios tecnológicos na prática pedagógica nesse tempo de pandemia.

Sobre a cultura digital, Condi (2021) relata que esta tem se configurado como um processo de mudanças na escola, a qual busca “abraçar a visão do estudante como consumidor e produtor de conhecimentos e culturas por meio do uso coerente, crítico e proficiente dos recursos tecnológicos” (p. 65).

O conhecimento e o desenvolvimento da cultura digital na escola contribuem para a formação de um cidadão nos aspectos que temos discutido:

reflexivo, investigativo e aberto ao novo. Essas dimensões incluem o uso de tecnologias digitais e atendem as dimensões: computação e programação, pensamento computacional e cultura e mundo digital. Condi (2021) explica cada uma dessas dimensões que fazem parte da cultura digital, estabelecida como uma das competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

1. Computação e programação- aborda o uso de ferramentas digitais, produção multimídia e linguagens de programação no aprendizado, na produção de conhecimento e na resolução de problemas. **2. Pensamento computacional**- Engloba o domínio dos algoritmos e a visualização e análise de dados. **3. Cultura e mundo digital**- Diz respeito ao mundo digital, à compreensão do impacto das tecnologias nas relações culturais, comerciais e sociais e ao uso ético das tecnologias, mídias e dispositivos da comunicação (CONDI, 2021, p. 65).

No nosso caso e com a finalidade de alcançar os objetivos, para desenvolver todas essas competências e habilidades, adotamos o uso do Geogebra como ferramenta pedagógica e a metodologia da Resolução de Problemas para ensinar Função Exponencial.

Diante da necessidade da sua abordagem, das dificuldades dos alunos no estudo da Função Exponencial e do que justifica a nossa escolha em adotar o GeoGebra, Mendonça e Pires (2018) afirmam que algumas pesquisas têm sido realizadas e apontam que o uso do software contribui para a compreensão dessa função. Hepp e Falkemback (2014) também endossam as contribuições do GeoGebra para a aprendizagem dessas funções.

As vantagens desse software também são identificadas por Coelho (2016), quando o autor destaca que, durante o processo pedagógico, o estudante consegue “representar, ao mesmo tempo e em um único ambiente visual, as características geométricas e algébricas” do objeto estudado. Para esse pesquisador, “um dos objetivos do programa é conceder maior motivação aos estudantes possibilitando a conquista de melhores resultados” (p. 38).

Nosso objetivo, ao propor essa discussão, não é pôr fim aos estudos sobre os temas apresentados nem descrever passo a passo os comandos que devem ser dados no GeoGebra para representar uma Função Exponencial, mas promover uma reflexão sobre a importância de adotar esse software integrado à Resolução de Problemas nas aulas de Matemática.

PERCURSO METODOLÓGICO

Nesta seção, apresentaremos a metodologia adotada para elaboração deste trabalho, a qual trata de um estudo qualitativo do tipo exploratório, realizado durante a abordagem da Função Exponencial com alunos da 1ª Série do Ensino Médio. Para essa escolha, tomamos por base as ideias de Richardson (1999) e Chizzotti (2006), as quais afirmam que essa forma é mais adequada para entendermos as respostas dos alunos às situações propostas.

De acordo com Chizzotti (2006), essa abordagem envolve várias ciências, auxilia na interpretação dos significados, reúne dados relevantes, esclarece questões pertinentes e oferece um detalhamento sobre o contexto e os meios usados para coletar e analisar os temas.

Analisamos e interpretamos as respostas dos alunos seguindo as orientações de Marconi e Lakatos (2017), as quais enfatizam que essa etapa constitui o núcleo da pesquisa. Para as autoras, a *análise* “é a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores” (p. 182) e a *interpretação* é a atividade intelectual que procura dar significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos” (p. 183). Para essa atividade, apresentaremos as respostas de três alunos, identificados por Aluno A, Aluno B e Aluno C, bem como os problemas abordados durante as aulas, os quais identificamos por Situação-problema 1, 2, 3, 4 e 5. A vivência dessas atividades ocorreu em dois momentos: o primeiro, nos dias 20 e 21 de setembro de 2021, e o segundo nos dias 27 e 28 do mesmo mês e ano.

A seguir expomos as situações trabalhadas com os alunos e, na seção seguinte, os resultados e discussões, bem como apresentamos e discutimos as respostas que foram dadas.

Situação-problema 1

Certamente você já deve ter recebido alguma corrente de mensagem via aplicativo de mensagens ou rede social, não é? Trata-se de mensagens que, ao final do conteúdo, pedem para ser enviadas para certa quantidade de contatos. Algumas são apenas uma brincadeira, enquanto outras pretendem espalhar fake news (notícia falsa). O maior objetivo das correntes de mensagens é que a quantidade de envios cresça de maneira muito rápida para alcançar muitas pessoas.

Vamos supor que uma corrente peça para ser enviada para outras 3 pessoas e você fará esse envio na 1ª hora. Depois, cada uma das pessoas que receberam a corrente enviada por você farão o envio para 3 novas pessoas na 2ª hora.

Fonte: Dante e Viana, 2020.

A situação-problema 1 foi aplicada na primeira aula do primeiro momento. Nela temos uma contextualização bastante atual e vivenciada sempre, principalmente, nas redes sociais e nos aplicativos de mensagens, os quais solicitam que sejam enviadas mensagens a um certo número de pessoas, formando uma corrente. O objetivo dessa situação-problema foi fazer com que os alunos percebessem as relações entre as grandezas envolvidas (tempo e quantidade de pessoas), compreendendo quem é a grandeza dependente e a grandeza independente, além de possibilitá-los identificar os conceitos de potenciação envolvidos na questão, através da manipulação aritmética, e verificar se há algum padrão.

Para abordar essa situação, solicitamos que os alunos respondessem os seguintes questionamentos:

- a. Quantas novas pessoas recebem a mensagem na 1ª hora? E na 2ª hora?
- b. Seguindo a mesma regularidade, quantas pessoas recebem a mensagem na 3ª hora?
- c. O que você observou na sequência da primeira à quinta hora? Há alguma regularidade? Como você fez para encontrar as respostas da primeira à quinta hora?

No item *a*, o objetivo é que, através do uso do algoritmo ou por meio de representações pictóricas, os alunos conseguissem calcular a quantidade de pessoas que recebem a mensagem na 1ª hora e na 2ª hora, observando também as potências de base 3. O item *b* tinha a finalidade de saber o número de pessoas que receberam a mensagem na 3ª hora. Logo, com base nas representações do item anterior, e seguindo o mesmo raciocínio, o aluno era capaz de saber o número de pessoas que recebem a mensagem na 3ª hora. Já o item *c* explora uma possível regularidade ou padrão que pode ter aparecido durante as estratégias adotadas para realizar os cálculos das quantidades de pessoas que recebem a mensagem da 1ª até a 5ª hora, também como identificar os procedimentos utilizados pelos alunos para chegar às respostas.

Situação-problema 2

Um influenciador digital, que costuma atualizar o canal com certa frequência, observou que a quantidade de visualizações de um vídeo aumentava em função da quantidade de dias decorridos após a postagem. No 1º dia, ele verificou que havia apenas 10 visualizações. No dia seguinte, o total de visualizações mudou para 100. Após 3 dias da postagem, esse número já havia chegado a 1 000 visualizações.

Fonte: Dante e Viana, 2020.

Na situação-problema 2, novamente temos uma contextualização muito atual na era digital em que vivemos, onde a questão fala sobre um canal de um influenciador digital e explora o número de visualizações de um vídeo que aumentava em função da quantidade de dias. Devido ao pouco tempo, solicitamos que os alunos respondessem essa e a situação-problema 3 como atividade extraclasse.

O objetivo desse problema é fazer com que os alunos percebam novamente a relação entre as grandezas envolvidas, ou seja, o tempo (dias) e o número de visualizações, para que dessa forma, fazendo as manipulações ou o tratamento aritmético e algébrico, possam responder os itens.

No item *a*, é explorada a compreensão do problema, em que os alunos terão que observar a relação entre o total y de visualizações em função da quantidade x de dias que se passaram da postagem. Para isso, os alunos deverão compreender bem as informações do enunciado para responder o que é pedido. O item *b* solicita que os alunos calculem o número de visualizações do 4º e do 5º dia. Então, através da análise das informações do enunciado do problema, da manipulação e do padrão observado, acreditamos que eles podem responder este item. Já no item *c*, o problema explora a compreensão dos alunos em relação ao padrão de crescimento das visualizações, se realmente é comum se ter um número de visualizações descritas no enunciado.

Situação-problema 3

O valor de um veículo vai diminuindo no decorrer do tempo por conta da depreciação e essa redução ocorre de forma exponencial. Se um determinado veículo, que foi comprado por R\$60.000,00, sofre desvalorização de 10% do valor em relação ao ano anterior. Determine o valor do veículo após o primeiro, o segundo e o terceiro ano.

Fonte: Autores

A situação-problema 3 trata de uma contextualização envolvendo a Matemática Financeira, na qual os alunos trabalharão com os conceitos de Porcentagem e Potenciação. No problema é explorada a relação das grandezas envolvidas, o tempo (anos) e o valor do veículo. Dessa forma, os alunos terão que compreendê-lo bem para entender que o valor do veículo diminui de forma exponencial, como também escrevê-lo e resolvê-lo, utilizando linguagens e representações matemáticas próprias.

Situação-problema 4

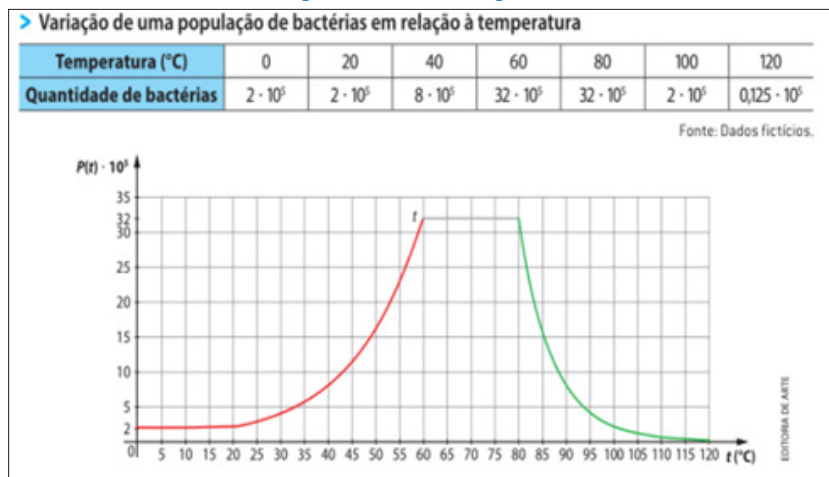
Uma amostra de bactérias foi estudada quanto ao seu crescimento e decréscimo populacional P , em centenas de milhares, em relação ao aumento da temperatura t , em $^{\circ}\text{C}$. Nesse experimento, a temperatura foi aumentada progressivamente, partindo de 0°C e terminando em 120°C , em um período de 24 horas.

Fonte: Bonjorno, Giovanni Júnior e Sousa, 2020.

As situações-problema 4 e 5 foram respondidas e discutidas na segunda aula do primeiro momento, que ocorreu no dia 21 de setembro de 2021.

A situação-problema 4 apresenta desta vez uma situação clássica com amostra de bactérias, a qual envolve a aplicação da Função Exponencial na área de Ciências da Natureza. O problema mostra uma tabela e um gráfico (Figura 1) que trata do crescimento e decréscimo populacional das bactérias em relação à temperatura em $^{\circ}\text{C}$, variando entre 0°C e 120°C no decorrer de 24 horas.

Figura 1 - Tabela e gráfico



Fonte: Bonjorno, Giovanni Júnior e Sousa, 2020.

Nesse problema, temos como objetivo explorar os intervalos de temperatura em que aumentou, diminuiu e onde foi constante. Dessa forma, solicitamos aos alunos que analisassem tanto a tabela quanto o gráfico e respondessem para quais intervalos de temperatura a população de bactérias estudada aumentou, diminuiu ou se manteve estável.

Situação-problema 5

Uma moto foi adquirida por R\$12.000,00. Seu proprietário leu, em uma revista especializada, que a cada ano a moto perde 10% do valor que tinha no ano anterior. Suponha que isso realmente aconteça.

Fonte: lezzi, *et al.*, 2016.

A situação-problema 5 aborda os mesmos conhecimentos que a situação-problema 3, ambas envolvendo conceitos relacionados à Matemática Financeira, como Porcentagem. Nela apresentamos duas questões a serem respondidas pelos estudantes. A primeira pediu que eles representassem em uma tabela o valor da moto depois de 1, 2, 3 e 4 anos da data de sua aquisição. Já a segunda solicitou que escrevessem uma lei de formação (expressão algébrica) que pudesse determinar o valor da moto com o passar do tempo. O problema trata também da importância de os alunos perceberem a relação entre as grandezas presentes.

Nos dias 27 e 28 de setembro de 2021, continuamos a aplicação das atividades utilizando, nesse segundo momento, o GeoGebra para representar geometricamente as funções abordadas nas situações-problema aplicadas anteriormente. Iniciamos a primeira aula desse momento rerepresentando cada situação. À medida em que íamos questionando os alunos, eles davam suas respostas e, ao final de cada pergunta, utilizávamos o GeoGebra para que todos visualizassem o crescimento ou decréscimo exponencial das situações. Além disso, fizemos juntos a representação algébrica de cada uma delas.

Com a formalização algébrica das funções trabalhadas, ao aplicá-las no software, fizemos outros questionamentos a partir da observação dos alunos nos gráficos construídos. Perguntas do tipo: Essa função é crescente ou decrescente? Qual o domínio e imagem dessa função? Com a utilização desse software, é possível ter uma visão mais ampla do problema? No caso do envio de mensagens, como as correntes, o compartilhamento de uma notícia falsa pode se propagar muito rápido? Qual é a sua opinião sobre esse tipo de compartilhamento? Foram respondidas no chat e também oralmente.

Na segunda aula do segundo momento, ocorrida no dia 28 de setembro do mesmo ano, optamos por trabalhar com a formalização da Função Exponencial, haja vista que os alunos compreenderam o significado e aplicações das situações abordadas no primeiro momento, como também as suas respectivas representações geométricas.

Nesse sentido, propomos para essa aula a realização da atividade abaixo, que foi respondida no GeoGebra. Como nem todos os alunos tinham

acesso ao software, compartilhamos a tela do software, e, à medida em que eles iam respondendo, nós dávamos os comandos correspondentes.

1. Analisaremos os gráficos de algumas funções no Geogebra.

a) $f(x) = 4^x$ b) $g(x) = 2^x$ c) $h(x) = 5^x$

Como base na plotagem dos gráficos responda: no que eles se assemelham e no que diferem? São crescentes ou decrescentes? Quais são os domínios e imagens?

2. Analisaremos os gráficos de algumas funções no Geogebra.

a) $f(x) = 0,2^x$ b) $g(x) = 0,8^x$ c) $h(x) = (\frac{1}{2})^x$

Como base na plotagem dos gráficos responda: no que eles se assemelham e no que diferem? São crescentes ou decrescentes? Quais são os domínios e imagens?

Nessa atividade, o objetivo foi possibilitar ao aluno a associação entre as unidades simbólicas do registro algébrico e as variáveis visuais pertinentes do registro gráfico da Função Exponencial. Os dois itens presentes na atividade foram elaborados com o intuito de contribuir com o estudo dessa função através das representações algébrica e gráfica.

No item 1, o objetivo foi verificar se os alunos percebiam que as três funções são crescentes, que cada função cresce de maneira diferente e se eles associaram a esses dois acontecimentos a base das potências presentes nos registros algébricos das funções. Já no item 2, queríamos verificar se os alunos compreendem que as três funções são decrescentes, se eles identificam que o decréscimo das três funções ocorre de maneiras diferentes e se eles associam a esses dois acontecimentos a base das potências.

Essa atividade e a utilização do GeoGebra possibilitaram aos alunos compreenderem que uma Função Exponencial pode ser escrita na forma $f(x) = a^x$. Após abordarmos essa notação, perguntamos o que acontece quando o valor de a , a base, é maior que 0 ($a > 0$) e quando a base é maior que 1 ($a > 1$), a fim de que eles percebessem que a função é crescente. Perguntamos o que acontece quando $a > 0$ e $a < 1$. Com isso, esperávamos que eles percebessem que a função é decrescente. Outras perguntas foram feitas, como, por exemplo, o que acontece quando o valor de a é igual a 1 ($a = 1$). O intuito era que eles percebessem que se $a = 1$, então a função será constante, o mesmo ocorrerá se $a = 0$. Em seguida, questionamos sobre o que acontece quando $a < 0$, ou seja, quando é negativo. O objetivo era que eles percebessem, geometricamente, que a função não está definida para um valor negativo.

Finalizamos esse segundo momento perguntando aos alunos, a partir da análise do gráfico, qual é o domínio e imagem de uma Função Exponencial.

Diante das respostas dadas, nosso objetivo era que eles percebessem que, ao usar todos os valores do domínio, não havia nenhuma restrição e, portanto, o domínio de uma Função Exponencial pode ser representado por todos os números reais, que a imagem dessa função são os reais positivos e que a base tem de ser maior do que 0 e diferente de 1. Dessa forma, finalizamos definindo a função exponencial da seguinte forma: $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}_+^*$, tal que $f(x) = a^x$, com $a > 0$ e $a \neq 1$.

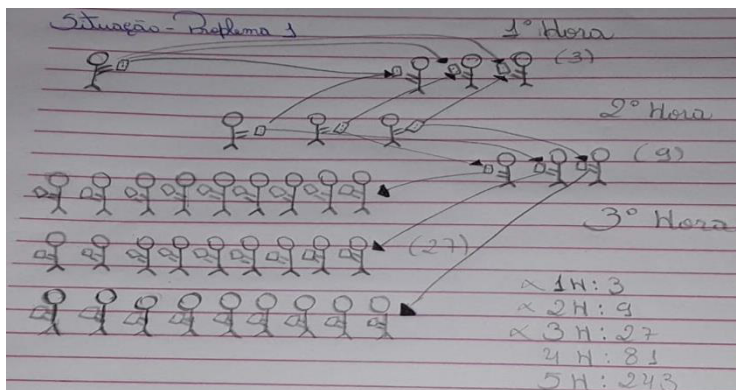
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção apresentaremos e discutiremos as respostas dos alunos dadas às situações que foram propostas no primeiro momento, considerando os registros de representação semiótica na aprendizagem da Função Exponencial. Consideramos que todas as respostas são importantes e descrevem o entendimento dos alunos sobre o objeto estudado, mas neste trabalho discutimos apenas as respostas dos alunos A, B e C às situações-problema 1 e 3.

A primeira aula do primeiro momento ocorreu pela Plataforma Google Meet e participaram cinco alunos.

Na situação-problema 1, o aluno A necessitou de registros pictóricos para responder os itens: a , b e c . Como podemos observar, ele valeu-se do raciocínio multiplicativo, fazendo a distribuição um para muitos. Consideramos que, dada a série em que ele se encontra, esse tipo de representação faz parte do contexto com alunos de etapas anteriores, porém ele conseguiu compreender e responder corretamente o que havia sido solicitado.

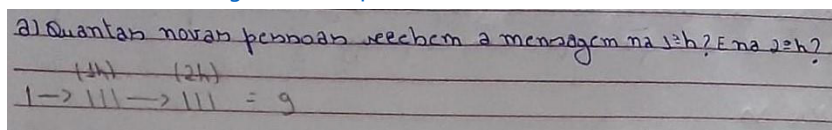
Figura 2- Resposta do Aluno A



Fonte: Autores

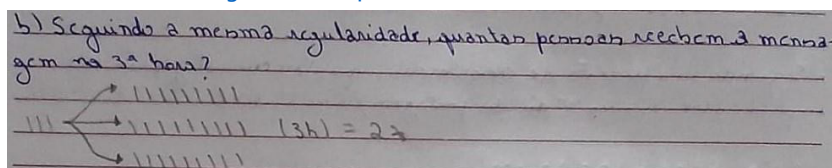
O aluno B utilizou um esquema diferente do aluno A. Na resolução dos itens *a* e *b*, o aluno B usou uma forma de representação simbólica, por meio de traços, para demonstrar a evolução em relação ao conhecimento de diferentes formas de representar.

Figura 3 - Resposta do Aluno B - item a



Fonte: Autores

Figura 4 - Resposta do Aluno B - item b



Fonte: Autores

Já o aluno C demonstrou entendimento e domínio sobre uma situação multiplicativa, ao usar uma sentença matemática para responder os itens *a* e *b*.

Figura 5 - Resposta do aluno C - item a

1 hora = 3
2 hora $3 \times 3 = 9$
eu entendi isso

Fonte: Autores

Figura 6 - Resposta do aluno C - item b

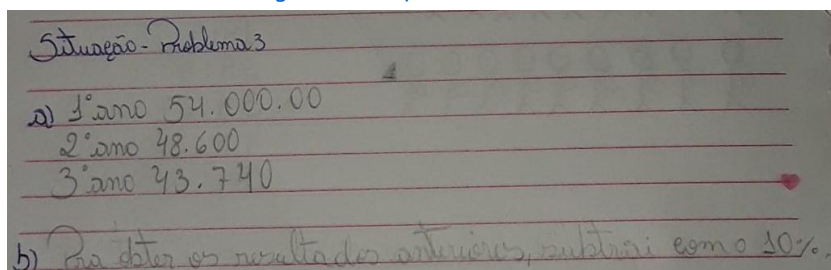
3 hora $3 \times 9 = 27$

Fonte: Autores

Sobre o uso das representações semióticas, Damm (2010) afirma, com base nos estudos de Duval, que sem elas torna-se impossível a construção do conhecimento matemático pelo sujeito que aprende. Nesse mesmo sentido, Nunes *et al.* (2009) afirmam que os registros utilizados são essenciais para o desenvolvimento do raciocínio multiplicativo dos estudantes.

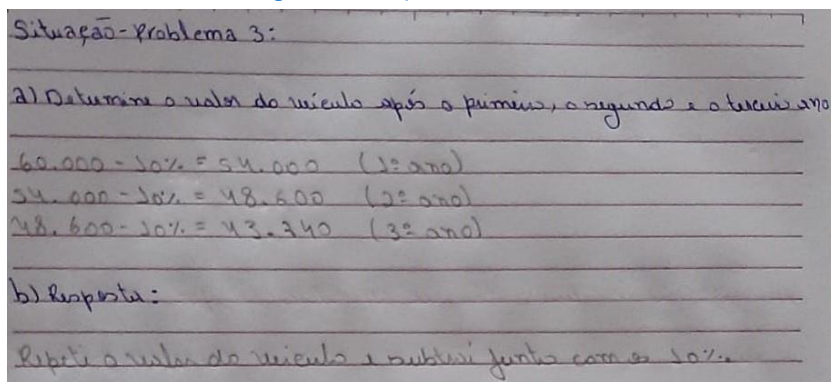
Quanto às respostas dadas à situação-problema 3, identificamos a compreensão dos alunos A, B e C, além da identificação de que a situação trata de uma função decrescente, pois à medida em que o tempo passa o valor do veículo diminui. Outra observação importante, que precisa ser destacada, é o fato desses alunos entenderem os conceitos relacionados ao uso de porcentagens.

Figura 7 - Resposta do aluno A



Fonte: Autores

Figura 8 - Resposta do aluno B



Fonte: Autores

Figura 9 - Resposta do aluno C

00:29:56.361, 00:29:59.361
: 1º Ano: 54.000.00

Aluno A 2º Ano: 48.600
3º Ano: 43.740

Aluno c 00:31:29.827, 00:31:32.827
: o meu deu isso também

Fonte: Autores

As respostas dos alunos revelaram que a Resolução de Problemas, assim como tem sido destacado nas pesquisas contemporâneas, auxilia de modo significativo a compreensão, aprofundamento e consolidação do conhecimento matemático. Nesse sentido, acreditamos que este trabalho, além de relatar nossas experiências, enquanto residentes do Programa de Residência Pedagógica e professor titular da turma investigada, contribui não só para o aperfeiçoamento da nossa prática pedagógica, mas, principalmente, para a aprendizagem dos alunos no que tange aos conceitos envolvendo Funções Exponenciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O debate sobre propostas de ensino para abordar objetos de conhecimento matemático sempre estiveram em discussão no âmbito da Educação Matemática. É notório que essas discussões e as novas perspectivas educacionais têm contribuído de modo significativo para o ensino e aprendizagem da Matemática.

Nesse sentido, propomos neste trabalho o ensino da Função Exponencial, baseado na Resolução de Problemas, como metodologia de ensino, e o uso do software GeoGebra, enquanto recurso didático para auxiliar na aprendizagem dos discentes, com a finalidade de distanciar a nossa prática dos modos ditos tradicionais e proporcionar a identificação dos significados do tema apresentado. A nossa escolha pela adoção dessa metodologia e desse recurso é pela importância que ambos possuem no processo pedagógico, o que configura em uma forma inovadora de ensinar os conceitos envolventes.

Enquanto alunos do curso de graduação em Matemática e professor preceptor, percebemos que a RP e o uso do software nos auxiliaram a desenvolver cada momento realizado, mais ainda, fizeram com que nossos alunos compreendessem os problemas propostos e encontrassem suas soluções, por meio de estratégias variadas, resultando, assim, na vossa aprendizagem e na aproximação deles com a cultura digital. Isso ocorreu porque, quando entregamos as situações para os alunos, pedimos que eles respondessem conforme o entendimento de cada um e com os seus próprios procedimentos, considerando os conhecimentos prévios deles e os estimulando a serem protagonistas das suas próprias aprendizagens.

Além disso, a análise e discussão das respostas dadas pelos alunos tem muito a contribuir para a formação de professores, isso porque não basta somente ensinar, mas também é preciso refletir sobre o que, para que e como se deve ensinar. Julgamos que essa reflexão é necessária para percebermos que o ensino contemporâneo está em constante evolução.

Dentro do contexto que estamos vivenciando, isto é, em um período de pandemia, ocasionado pelo coronavírus, muitos alunos e até mesmo os professores sentem-se desmotivados. Sendo assim, nos sentimos na responsabilidade de adotar uma prática que resultasse na participação ativa dos alunos durante o processo e não que ficassem apenas ouvindo a exposição dos conteúdos.

Temos a convicção de que nosso trabalho não limita a implementação de outros dessa natureza, mas consideramos sua relevância para o avanço científico e para o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas, no âmbito do objeto de conhecimento apresentado.

Dessa maneira, os resultados demonstraram que a Resolução de Problemas e o GeoGebra facilitam a compreensão dos conceitos que envolvem Função Exponencial, contribuem para a prática pedagógica, para entendimento da Matemática e, principalmente, para uma formação crítica dos estudantes, conforme está estabelecido na BNCC, bem como a necessidade do incentivo de novos estudos sobre o tema abordado.

REFERÊNCIAS

BONJORNO, José Roberto; GIOVANNI JÚNIOR, José Ruy; SOUSA, Paulo Roberto Câmara de. **Prisma matemática: funções e progressões**. 1 ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em 01 out 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Matriz de referência Enem**. 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/matriz-de-referencia>>. Acesso em 03 out 2021.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. 2 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2006.

COELHO, José Renato Paveis. **O GeoGebra no ensino das funções exponenciais**. Dissertação (mestrado profissional)- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2016. Disponível em:<<https://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content>>. Acesso em 06 out 2021.

CONDI, Renata. Cultura digital? E agora? **EDUCATRIX**. São Paulo, ano 10, nº 20, p. 62-65, 2021.

DAMM, Regina Flemming. Registros de representação. IN: MACHADO, Sílvia Dias Alcântara. (organizadora). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. 3 ed. São Paulo: EDUC, 2010.

DANTE, Luiz Roberto. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. 2 ed. São Paulo: Ática, 1998.

DANTE, Luiz Roberto. **Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2010.

DANTE, Luiz Roberto; VIANA, Fernando. **Matemática em contextos: função exponencial, função logarítmica e sequências**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2020.

HEPP, Felipe Diego. FALKEMBACH, Gilse A. Morgental. A aprendizagem mediada pelo uso do software GeoGebra. **Manancial: Repositório Digital da UFSM**. 2014. Artigo disponível em:<<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/11716>>. Acesso em 02 out 2021.

IEZZI, Gelson. et al. **Matemática: ciência e aplicações**. 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

JUSTULIN, Andresa Maria. NOGUTI, Fabiane Cristina Hopner. Formação de Professores e Resolução de Problemas: um estudo a partir de teses e dissertações brasileiras. IN: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; LEAL JUNIOR, Luiz Carlos; PIRONEL, Márcio. (organizadores). **Perspectiva para resolução de problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MENDONÇA, Mariana Silva; PIRES, Rogério Fernando. Um estudo sobre a aprendizagem de Função Exponencial no Ambiente Computacional. **Revista Brasileira de Informática na Educação- RBIE**. Brazilian Journal of Computers in Education. V. 26, n. 2. 2018. Disponível em: <<https://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/6591>>. Acesso em 06 out 2021.

MORAIS, Rosilda dos Santos; ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; LEAL JUNIOR. Resolução de Problema, uma matemática para ensinar?. IN: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; LEAL JUNIOR, Luiz Carlos; PIRONEL, Márcio. (organizadores). **Perspectiva para resolução de problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

NUNES, Terezina. *et al.* **Educação Matemática 1: números e operações numéricas**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

OLIVEIRA, Michelle Noberta Araújo de. **Análise da contextualização da Função Exponencial e da Função Logarítmica nos livros didáticos do Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014. Disponível em:<<http://dSPACE.sti.ufcg.edu.br:8080>>. Acesso em 01 out 2021.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artmed, 1999.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Tradução de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

SERRAZINA, Lurdes. Resolução de problemas e Formação de professores: um olhar sobre a situação em Portugal. IN: ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; LEAL JUNIOR, Luiz Carlos;

PIRONEL, Márcio. (organizadores). **Perspectiva para resolução de problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

GEOGEBRA: Matemática Dinâmica para Todos. Versão 6.0.652.0-wsuite. International GeoGebra Institute: Markus Hohenwarter, 2021. Disponível em: <http://www.geogebra.org/>. Acesso em: 28 set. 2021.