

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE FUNÇÃO EXPONENCIAL: UM CONTEXTO DE INTERDISCIPLINARIDADE ALIADOS AOS OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS DE DELIZOICOV & ANGOTTI

Daniel do Nascimento Oliveira¹, Juliana do Carmo da Silva Oliveira²

¹World University Ecumenical, Flórida, EUA (daniel.oliveira.100@ufrn.edu.br)

²World University Ecumenical, Flórida, EUA

Resumo: Este artigo apresentará uma sequência de didática no campo da Matemática em uma perspectiva interdisciplinar, embasada na metodologia de ensino “Os três Momentos Pedagógicos” (Delizoicov e Angotti 1990), uma adaptação freireana para o ensino de Física. Esses momentos pedagógicos consistem em problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. As atividades ocorreram em uma turma de 1ª série do Ensino Médio da E. E. Dr. Severiano, situada na cidade de Macaíba/RN.

Palavras-chave: Função exponencial; Os três momentos pedagógicos; Tecnologias digitais e software GeoGebra

INTRODUÇÃO

Temos passado por constantes transformações educacionais e tecnológicas nos últimos anos devido a pandemia da covid-19. Diante desta mudança do uso das tecnologias em sala de aula, podemos observar que o campo educacional tem se desenvolvido de forma acelerada, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente e dinâmico. Dessa forma, nós, enquanto docentes, devemos estar em constante busca pelo conhecimento em uma formação contínua, nos apropriando dessas novas ferramentas tecnológicas para aliá-las à educação.

Este artigo apresenta uma sequência de ensino sobre a função exponencial, embasada nos três momentos pedagógicos (Delizoicov e Angotti, 1990), que é denominado de Problematização Inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do Conhecimento, uma adaptação freireana para o ensino de Física. Para aplicação dessa sequência didática utilizamos o software GeoGebra e as Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação - TDIC, com o objetivo de mostrar que unir essa metodologia junto com as TDIC e softwares educativos se torna ferramenta pedagógica que poderá favorecer e enriquecer a prática docente em um contexto interdisciplinar, haja vista as mudanças que estão ocorrendo no mundo contemporâneo, incorporando o uso da tecnologia digitais a serviço do aprimoramento do conhecimento matemático, nesta nova perspectiva do ensino e

aprendizagem através do uso das tecnologia digitais em sala de aula.

A escolha deste software - GeoGebra - se deu pela facilidade da sua disponibilidade na internet e sua eficaz aplicabilidade em sala de aula. Destacamos que, não necessariamente, precisa-se de computadores para sua utilização nas aulas, pois o mesmo pode ser utilizado com smartphone, por ser um software livre e aberto.

Adotamos como referencial teórico neste artigo, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) e Base Comum Curricular da Educação (BNCC) que são os documentos oficiais que direcionam e elaboram as formas mais cabíveis para o aprendizado dos educandos em relação à Educação Básica, incluindo a Educação Matemática (que contempla, obviamente, o ensino de funções). Incluímos também os três momentos pedagógicos de (Delizoicov e Angotti 1990), entre outros autores que serão também mencionados ao longo do texto.

O objetivo deste trabalho é mostrar que a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos de (Delizoicov e Angotti 1990), unida com as tecnologias digitais e software educacional o (GeoGebra) dentro de contexto interdisciplinar, pode construir nos estudantes uma melhor compreensão do conteúdo de Funções Exponenciais, também podem

ser utilizadas para divisar áreas do currículo da educação básica e superior.

Neste artigo, apresentaremos uma aplicação de uma sequência didática diferente do ensino tradicional. Nesta sequência didática apresentaremos o professor não sendo apenas o detentor do conhecimento, mas também um mediador do conhecimento; não mais utilizando somente pincel e quadro, mas dialogando sistematicamente com o aluno.

No processo de ensino-aprendizagem dessa metodologia tomamos como ponto de partida o primeiro momento pedagógico chamado de Problematização Inicial. Neste momento, os alunos são solicitados a expressarem os seus conhecimentos prévios sobre o tema. Neste primeiro momento os alunos serão motivados a responder questões que envolvam a função exponencial, mesmo antes desta lhes ser apresentada. A expectativa é de que tais manifestações estejam mais relacionadas ao senso comum do que aos conceitos científicos ou matemáticos formais, cabendo ao professor mediar ações (por exemplo, um debate) que mostrem a esses alunos a existência de lacunas no seu conhecimento e que lhes seja concedidas oportunidades para alterar sua concepção em favor do conceito científico ou matemático formal. Acreditamos que essa mudança é capaz de tornar o aluno protagonista do seu próprio conhecimento.

Partindo desse contexto, podemos fazer uma indagação: **qual o papel que a Matemática escolar pode desempenhar na formação humana integral dos estudantes?** Todos nós, que passamos pelo processo educacional sabemos bem a respeito dos paradigmas que a Matemática têm, de ser inacessível, difícil, complicada e inútil. Segundo Silveira (2002), “há entre os alunos um conceito pré-estabelecido que a Matemática é uma disciplina difícil de aprender”. Sabemos que ainda na infância, mesmo antes de frequentarem a escola, esta disciplina é taxada como complexa, pois na maioria das vezes nossos pais, colegas e pessoas de um modo geral, que tiveram algum tipo de dificuldades de aprendizagem com a Matemática passam essa imagem negativa da mesma, estabelecendo no futuro aluno este pré-conceito.

Contudo, isso é reflexo das abordagens equivocadas que dominam o ensino dessa disciplina por parte dos professores e alunos. Dessa forma, no espaço escolar, essa área do conhecimento tão essencial para formação humana tem contribuído “de certa forma” para frustração e inseguranças por parte dos alunos devido à má abordagem dessa disciplina. Buscaremos, neste momento, apontar algumas características específicas da Matemática, capazes de favorecer de fato o desenvolvimento humano.

O saudoso professor Ubiratan D’Ambrósio¹, em uma de suas aulas fez a seguinte indagação: **“Por que ensinar Matemática?”** Como sabemos bem, a Matemática é uma disciplina obrigatória e dominante em todos os currículos da Educação Básica, em todos os sistemas de ensino brasileiro. É destacado ainda que a disciplina de Matemática proporciona o desenvolvimento de:

Em particular, a Matemática propicia o desenvolvimento de quatro tipos específicos de pensamento: **indutivo, lógico-dedutivo, geométrico-espacial e não-determinístico**. Muitos de seus conhecimentos são úteis em várias situações do cotidiano, além de serem inúmeras as articulações possíveis com as outras áreas de conhecimento ou componentes curriculares, intrínsecas a situações problemas em diversos âmbitos. (BRASIL, 2014, p.06, grifo nosso)

De acordo com o autor, a Matemática está ligada com a nossa construção humana e seus conhecimentos são úteis para compreender diverso tipo de situações problema do nosso cotidiano. Porém para D’Ambrósio no texto “Por que se ensina Matemática”² (p. 3) ele aborda o seguinte pensamento: “se ela continuar a ser ensinada da maneira como vem sendo, isto é, obsoleta, inútil e desinteressante.” Essa afirmação do autor nos mostra que a maneira que a disciplina é abordada em sala de aula necessita de uma reflexão acerca do papel do professor e aluno nesse processo de ensino e aprendizagem.

Diante disso, nos deparamos com paradigmas tradicionais em relação à Matemática. O autor D’Ambrósio, U. (2016) discute sobre dois paradigmas fundamentais do ensino da matemática, intitulado de “*causa e efeito*”. Em poucas palavras, o professor ensina (*causa*) e o aluno aprende (*efeito*). E se por algum motivo não aprender (*efeito*), ensina-se novamente (*causa*).

¹ Ubiratan marcou profundamente a Educação Matemática brasileira pela oferta intensa da disciplina “Tendências Atuais em Educação Matemática” que até uma década atrás, era a única porta de comunicação constante com o que se pensava sobre Educação Matemática fora do Brasil. Ubiratan além de influenciar a Educação Matemática brasileira se tornou um dos primeiros pesquisadores, oriundos de países periféricos, a influenciar a Educação Matemática internacional.

² Disciplina à distância, oferecida pela SBEM. Professor do Programa de Pós-Graduação da PUC-SP. Ubiratan D’Ambrósio – Disciplina à distância SBEM. disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5793818/mod_resource/content/1/Ubiratan%20DAmbrosio%20-%20Por%20que%20se%20ensina%20matem%C3%A1tica.pdf>

Voltando à situação escolar, o paradigma dominante diz que se aprende (efeito) conforme se é ensinado (causa). Se no processo o efeito não é o desejado, tenta-se corrigir a causa, [...]. Caso essa situação continue não havendo aprendizado satisfatório no sentido tradicional, atribui-se a culpa à má formação dos professores, à insuficiência de horas de escolaridade e à má qualidade dos livros. (D'AMBRÓSIO, U. 2016, p. 2)

O enunciado acima nos dá subsídios para compreender o que ocorre no modelo tradicional de educação, se os objetivos traçados não forem alcançados, ouvimos diversas justificativas seja ela a falta de formação adequada dos professores, o tempo de aulas e a insuficiência de dias letivos, a má qualidade dos livros didáticos, a participação da família e trabalho.

Porém o autor deixa claro que essas justificativas são:

Insustentáveis. Há muito investimento na formação de professores, que tem melhorado sensivelmente. O número de dias na escola é grande, embora não sobre tempo para lazer e para férias. E os livros didáticos atingiram um primor de elaboração gráfica, com conteúdos excelentes. (D'AMBRÓSIO, 2016, p. 2).

No entanto, segundo D'Ambrósio (2016, p.3) “tenta-se justificar as deficiências atribuindo-se culpas, mas não tocando no essencial, que é a obsolescência do modelo escolar e dos conteúdos.” Outro parâmetro é sobre a realidade vivenciada por alunos da rede pública nos mostrado que mesmo tendo inúmeros investimentos para formação de professores, ainda é número pequeno de professor que tem acesso a formação continuada, além disso, o número de dias letivos são bastante no “papel”, porém na prática vemos que no ano letivo ocorrem diversos fatores para afetar com que esse dias letivos sejam interrompidos como: (greve dos professores, falta de água e energia, falta de transporte escolar, merenda e entre outros).

A Matemática está tão intimamente ligada à atividade do nosso cotidiano, ao mesmo tempo em que operamos seus conceitos básicos em quase todo nosso dia, mesmo sem perceber. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (1998) para a área de Matemática, que tem em seus princípios norteadores para o ensino da matemática destaca que:

A Matemática é importante na medida em que a sociedade necessita e se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, que por sua vez são essenciais para a inserção das pessoas como cidadãos no mundo do trabalho, da cultura e das relações sociais. (BRASIL, 1998, p.56).

Como já foi destacado anteriormente pelos autores D'Ambrosio, a matemática precisa fazer sentido para o educando e como apontam os PCN, a uma necessidade de se utilizar de um conhecimento científico em algum determinado momento de nossa vida, a matemática faz parte do nosso cotidiano, queira nós ou não.

Portanto, essa disciplina está presente em todo lugar independente se percebermos ou não ela está, dessa forma o conhecimento matemático é fundamental para consolidação e formação do sujeito como cidadão, esses conhecimentos são essenciais para inserção no mercado de trabalho.

Nesse sentido, ressaltamos sobre os impactos positivos que ao se trabalhar a matemática fazendo conexão com o dia a dia dos estudantes, pois, essa ligação proporciona uma aprendizagem significativa fazendo sentido na perspectiva dos estudantes como mostra os (PCNs 1997):

A constatação da sua importância apoia-se no fato de que a Matemática desempenha papel decisivo, pois permite resolver **problemas da vida cotidiana**, tem muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. (BRASIL, 1997, p.15, *grifo nosso*).

Diante do exposto, é necessário que os professores apresentem problemas contextualizados dentro da realidade dos alunos valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes, esses conhecimentos, que por sua vez se manifestam no cotidiano muitas das vezes adquiridos fora do ambiente escolar, que possibilitam proporcionar uma aprendizagem significativa.

Diante do cenário atual as TDIC começaram a se expandir de forma exponencial no meio educacional devido aos acontecimentos da pandemia e do isolamento social e das aulas de forma remotas, aconteceram mudanças na forma de se ensinar e aprender, os PCNs (1997) destaca o papel do professor a mediante a utilização das TDIC e dos softwares digitais que estão disponíveis para uso educacional.

Quanto aos softwares educacionais é fundamental que o professor aprenda a escolhê-los em função dos objetivos que pretende atingir e de sua própria concepção de conhecimento e de aprendizagem, distinguindo os que se prestam mais a um trabalho dirigido para testar conhecimentos dos que procuram levar o aluno a interagir com o programa de forma a construir conhecimento. (BRASIL, 1997, p.35).

Diante do apontamento realizado pelos PCNs, os professores tem mais um desafio em sua trajetória profissional, que é conhecer e saber utilizar os

softwares educacionais, esse desafio nunca se fez tão presente como hoje, pois no ensino remoto diversos educadores tiveram que se qualificar para proporcionar aulas adequadas com a utilização de softwares educativo.

Contudo, as TDIC disponibilizam uma gama de recursos digitais, mas queremos ressaltar um software educativo bastante utilizado na disciplina de matemática que vários professores já ouviram falar o “**GEOGEBRA**” que pode ser um dispositivo bastante útil na construção do conhecimento matemático.

O GeoGebra é um programa de matemática dinâmica multiplataforma que combina geometria, álgebra, estatística, tabelas, planilhas e cálculo em um mesmo sistema. Segundo (Oliveira & Avelino 2021, p.207) destacam as principais características do software.

O aplicativo do GeoGebra tem uma amplitude maior do que muitos outros disponíveis, além de ser gratuito, não traz desconforto aos usuários com anúncio de propagandas indesejáveis. Apresenta diversas funções em sua "Janela de Visualização", que são de grande utilidade no estudo da matemática. Além disso, disponibiliza um sistema de busca por temas já elaborados com animação gráfica e tem um número expressivo de tutorias disponíveis que auxiliam no seu uso.

As tecnologias estão cada vez mais presentes no espaço educacional e no ensino da Matemática o trabalho com software é de suma importância, pois aproxima a matemática da realidade dos alunos além de ser uma metodologia ativa. Dentro dessa metodologia a grande professora e escritora Beatriz S. D'Ambrosio³ acredita que:

Acredita-se que metodologia de trabalho desta natureza tem o poder de dar ao aluno a autoconfiança na sua capacidade de criar e fazer matemática. Com essa abordagem a matemática deixa de ser um corpo de conhecimentos prontos e simplesmente transmitidos aos alunos e passa a ser algo em que o aluno faz parte integrante no processo de construção de seus conceitos.

Poderíamos dizer que a utilização das TDICs é um campo muito promissor atualmente e fundamental para nossa vida, principalmente na área da educação, em especial na disciplina de matemática, pois com a utilização correta da tecnologias digitais a disciplina de matemática deixará de ser vista como algo

distante do aluno e pode passa a fazer parte da realidade do aluno.

Dessa forma, a BNCC destaca uma habilidade necessária para os alunos de hoje tenham é a (EM13LGG701) que aponta a necessidade de:

Explorar **tecnologias digitais da informação e comunicação** (TDIC), compreendendo seus princípios e funcionalidades, e utilizá-las de modo ético, criativo, responsável e adequado a práticas de linguagem em diferentes contextos. (BRASIL, 2018, p. 497, *grifo nosso*).

No cenário atual que estamos enfrentando e diante de todas as transformações que estão ocorrendo no campo educacional do país, essa habilidade tem que ser consolidada em cada um de nós, pois precisamos explorar, compreender, e conhecer a finalidade das TDIC no campo educacional.

Outro fator importante sobre uso das TDIC, é a necessidade de avaliarmos os impactos das tecnologias digitais na formação do sujeito e em suas práticas sociais, para fazer uso crítico dessa mídia em práticas de seleção, compreensão e produção de conhecimento se faz necessário uma reflexão em nossa prática pedagógica.

Podemos concluir que tanto os PCNs quanto BNCC são documentos oficiais que dão suporte a comunidade escolar vigente, pois nesses documentos estão contidas orientações que contribuem para desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, norteando o caminho que os profissionais da educação devem seguir para construir uma educação de qualidade em nosso país.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia escolhida neste trabalho foi baseada nos três momentos pedagógicos de (Delizoicov e Angotti, 1990) e na utilização das TDIC e do software educativo GeoGebra para auxiliar no ensino e aprendizagem da função exponencial. A aplicação ocorreu na Escola Estadual Dr. Severiano, localizada em Macaíba/RN, com uma turma de 1ª série do Ensino Médio. Tal turma é constituída por 33 estudantes, sendo 16 meninas e 17 meninos, suas idades variam entre 15 e 17 anos, essa foi a nossa amostra.

Essa sequência foi desenvolvida dentro do contexto interdisciplinar sobre o ensino de funções exponenciais, tendo o fenômeno da Radioatividade como ponto de partida. As atividades planejadas e

³ Beatriz Silva Ambrósio, **renomada pesquisadora em Educação Matemática**. Bia, como era conhecida, tinha uma posição de Professor em Educação Matemática no Department of Mathematics, Miami University, Oxford, Ohio.

desenvolvidas em sala de aula foram organizadas conforme o Quadro 1:

Etapa	Aulas	Atividades
Problematização inicial	5 aulas	Questionamento inicial; Debate sobre o questionamento inicial; Leitura de texto sobre Radioatividade: Césio 137 – o maior acidente radioativo do Brasil; Discussão sobre o comportamento da Radioatividade; Levantamento de questões sobre a radioatividade e sua relação com a função exponencial.
Organização do conhecimento	6 aulas	Questionário inicial sobre domínio e imagem de uma função exponencial; Apresentação dos conceitos e propriedades relacionados ao fenômeno da radioatividade; A radioatividade e a função exponencial; Aplicação de questionário sobre o tema; Apresentação do manual do software GeoGebra aos alunos; Tutorial sobre a aplicação do software GeoGebra, para resolver questões relacionadas a funções exponenciais.
Aplicação do conhecimento	3 aulas	Atividade com a utilização do software GeoGebra: simular o decaimento radioativo de uma amostra, representando graficamente a correspondente função exponencial, incorporando a atividade inicial (coeficiente da exponencial) e a meia vida

		do elemento químico correspondente; Questionário sobre autoavaliação das aulas ministradas com a utilização de um software GeoGebra juntamente com os três momentos pedagógicos.
--	--	--

Quadro 1: Síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos: Ensino de função exponencial.

Essa metodologia foi abordada, inicialmente, por Delizoicov no início da década de 80, ao promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal, pode ser assim caracterizada:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. (Delizoicov E Angotti, 1990, p.30).

Na primeira parte das atividades, foi abordado o primeiro momento pedagógico denominado Problematização Inicial, neste momento, foi apresentado aos alunos quatro perguntas relacionadas com o tema para que eles respondessem:

- *Na sua concepção o que é radioatividade?*
- *A radioatividade é um fenômeno que causa benefício ou malefício ao ser humano?*
- *Você já teve experiência com a radioatividade?*
- *Você acha que é preciso algum conhecimento matemático para compreender a Radioatividade?*

Partindo dessas perguntas iniciais, sucedeu o início de um debate com os alunos sendo formado um círculo em que, no geral, cada um deles pode interagir com os outros alunos e juntamente com o professor mostrar seu conhecimento prévio. Também foi mencionado que não tem respostas erradas, todos podem se expressar sem o medo de errar.

Em seguida, foi distribuído um texto de uma situação real com o tema: **Césio-137 o Maior Acidente Radioativo do Brasil**, Dante (2013, p.173.). Em seguida responderam um questionário sobre o texto, partindo desta problemática inicial. A intenção, nesta fase, será mostrar que o conteúdo de função exponencial está relacionado com este fenômeno.

Com isto, pode-se fazer esta associação da radioatividade com a função exponencial, mostrando os modelos matemáticos que podem ajudar o ser humano a resolver questões diversas.

O segundo momento pedagógico, é intitulado Organização do Conhecimento. Em relação a esse momento, os autores (Delizoicov e Angotti, 1990, p. 30) afirmam que é onde será desenvolvido o processo de construção do conhecimento do aluno, para o qual o professor vai ser um mediador.

“Organização do Conhecimento: será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem”.

Neste momento, ocorreu à apresentação dos conceitos e propriedades relacionados ao fenômeno da radioatividade e como a radioatividade e a função exponencial estão ligados mostrando suas características de crescimento e decaimento radioativo. Foi apresentado aos alunos a Formular 1, que representa a radioatividade:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Onde:

N= Número de núcleos radioativos remanescentes após um tempo t;

N₀=Número de núcleos radioativos na amostra num tempo t = 0;

λ = constante de desintegração.

Porém, esta fórmula não foi utilizada nas aulas, pois é necessário de conhecimento mais avançado sobre a matemática no qual só é vista no ensino superior. Mas foi apresentada para que os alunos tomassem conhecimento que o fenômeno da radioatividade pode ser representada por uma função exponencial, ao resolver esta equação pode chegar na Fórmula 2, sendo a que foi utilizada:

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t1/2} \quad (2)$$

Onde:

N(t) = Quantidade de material em relação tempo de meia vida;

N₀ = Quantidade de substância radioativa

$\left(\frac{1}{2}\right)^{t1/2}$ = Quantidade de meia vida de uma substância radioativa.

Em seguida os alunos receberam dois gráficos de funções exponenciais, um crescente e outro decrescente, levantando as seguintes questões:

- Qual o domínio e imagem destes gráficos?
- Na sua concepção o que é crescimento ou decaimento exponencial?

Ao longo do segundo momento, ocorreu aulas expositivas de funções exponenciais, para que os alunos possam fazer conjecturas sobre a Problematização Inicial, contará também com a utilização do software GeoGebra buscando proporcionar uma melhor compreensão dos alunos. Para isso será apresentado o manual e um tutorial aos alunos sobre a aplicação do software GeoGebra.

Fechando o terceiro momento pedagógico intitulado Aplicação do Conhecimento, os alunos aplicarão o conhecimento desenvolvido com estes processos de ensino e aprendizagem. Segundo (Delizoicov e Angotti, 1990, p. 31) se referem a ele como:

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Na última etapa, os alunos realizarão uma atividade com a utilização do software GeoGebra: simular o decaimento radioativo de uma amostra, representando graficamente a correspondente a função exponencial, incorporando-a com a atividade inicial. Finalizando as atividades responderão uma autoavaliação das aulas ministradas através da utilização do software GeoGebra juntamente com os três momentos pedagógicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro momento, realizamos a problematização inicial, que teve a duração de 5 aulas, com 45 minutos cada. Partindo das questões citadas anteriormente, os alunos responderam às questões de acordo com seu conhecimento prévio. Ao término da atividade, foi formado um círculo, no qual demos início a um debate sobre a relação da radioatividade e a matemática. Dentre as questões citadas anteriormente, queremos enfatizar a seguinte: Você

acha que é preciso algum conhecimento matemático para compreender a Radioatividade?

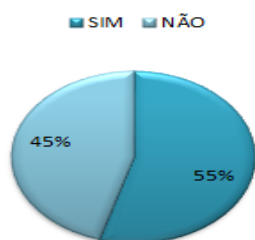


Gráfico 1: Respostas dos alunos.

Como podemos observar que 18 alunos que representam 55% consideraram que SIM é necessário de algum conhecimento tipo de matemático, porém 15 alunos que representam 45% consideraram que NÃO é necessário nenhum conhecimento matemático para compreender a radioatividade. Deixamos claro que não fizeram associação a qual assunto específico da matemática. Nesse sentido, podemos afirmar que, na construção do conhecimento destes alunos, há algumas lacunas no processo de ensino e aprendizagem, portanto os estudantes ao longo das aulas identificaram que necessitavam de novos conhecimentos para compreender melhor o assunto. Pois, conteúdo radioatividade necessita de outras disciplinas, como química ou biologia.

Para Japiassu (1976, p.74) ele defende que “A interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa”. seguindo o pensamento do autor, podemos inferir algo muito importante, a interdisciplinaridade reflete a junção de diferentes áreas do saber com o intuito realizar a conexão dos conteúdo dessa áreas distintas, ou seja, um conteúdo específico pode ser aplicado em diferentes contextos e disciplinas específicas, o que serviria como nova prática metodologia visando melhorar o ensino aprendizagem. Foi destacadas algumas falas, respectivamente, do aluno A1 e A4, assim referidas para preservar suas identidades:

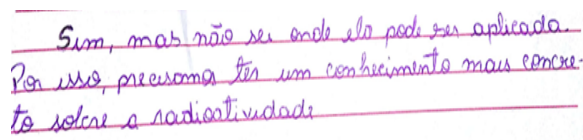


Figura 1: Resposta do aluno A1

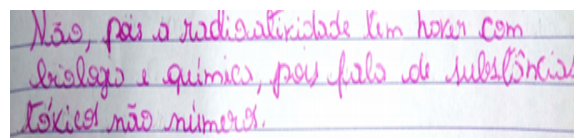


Figura 2: Resposta do aluno A4

Assim sendo, no início do debate, surgiu uma dúvida, um dos alunos indagou: “Professor, por que estamos abordando um assunto de Química?”. Este tipo de pergunta se caracteriza pela falta de contextualização no ensino da Matemática, durante a Educação Básica, que perdura até mesmo no Ensino Médio. Tendo em vista que os PCNEM orientam a necessidade de trazer problemas reais que possam contribuir para o processo de ensino e aprendizagem da matemática, proporcionando ao aluno uma aprendizagem significativa.

Com essa indagação do aluno não podemos deixar de falar sobre o que a autora Fazenda (2008, p.18) destaca em seu livro que tem como tema “**O que é interdisciplinaridade?**” a autora traz uma definição de interdisciplinaridade sendo:

“interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, verificamos que tal definição pode nos encaminhar da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos-chave da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino, relacionando-os.”

Logo após, foi entregue um texto de uma reportagem com o tema: **Césio – 137 o maior acidente radioativo do Brasil** (Dante 2013, p.173); este texto é uma sugestão do autor para se ensinar função exponencial, o qual nos levou a uma discussão sobre o comportamento da Radioatividade, dando foco maior ao seu decaimento radioativo que é representado graficamente como uma função exponencial.



Figura 3 : Debate sobre o texto

Através deste cenário de interdisciplinaridade, foi possível enfatizar que a Matemática pode contribuir para compreensão de vários assuntos, pois com ela

temos a capacidade de descrever como modelos matemáticos podem representar algum fenômeno ou acontecimento, antes só visto em outras disciplinas.

No segundo momento pedagógico, foi realizada a organização do conhecimento, com duração de 2 aulas, de 45 minutos cada.

No primeiro momento da aula, os alunos receberam um questionário com dois gráficos, de acordo com a Figura 4, de duas funções exponenciais, com as seguintes perguntas:

Questão 1 - Qual o domínio e imagem destas funções?

Questão 2 - Qual dos gráficos representa crescimento e decaimento exponencial?

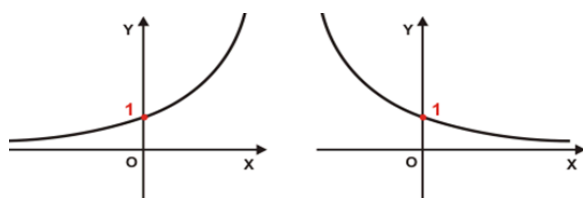


Figura 4: adaptação de dois gráficos com comportamentos diferentes. Fonte: <https://tinyurl.com/ycfncz38>

O resultado que obtemos em relação à primeira questão está demonstrado no gráfico 2,

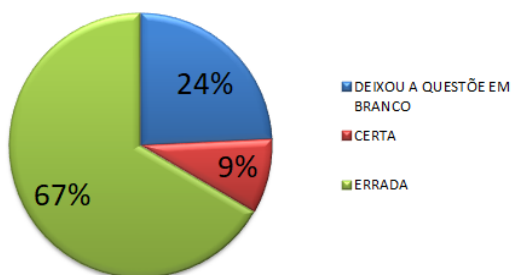


Gráfico 2: Resultado da primeira pergunta.

Como podemos observar 22 alunos, cerca de 67% responderam a questão de forma errada, apenas 3 alunos, cerca de 9% respondeu de forma correta e 8 alunos, cerca de 24% deixou a questão em branco. Partindo disso, podemos inferir que esse conteúdo necessita de uma certa atenção por parte do professor, é necessário apresentar às estudantes metodologias que possam sanar essas lacunas no seu processo de construção do conhecimento.

Já no gráfico 3, apresentamos o percentual das respostas da segunda pergunta.

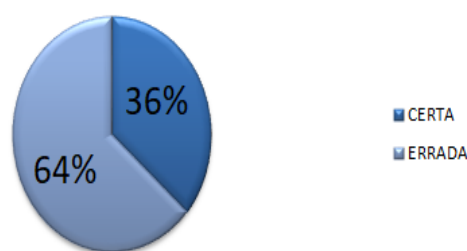


Gráfico 3: Resultado da pergunta 2.

É possível observar que os resultados nos chamam atenção, pois grande parte dos alunos 22 alunos responderam a segunda pergunta de forma “ERRADA” cerca de 64% apenas 12 alunos responderam de forma “CORRETA” cerca de 36%. Esses foram os dados sobre os conhecimentos prévios dos alunos em relação às questões 1 e 2.

Portanto, a partir dos dados levantados (respostas aos questionários), ocorreram 4 aulas, com 45 minutos cada, sobre função exponencial, nas quais foram trabalhados os pontos que os alunos apresentaram maior dificuldade. Durante as aulas, foi apresentado aos alunos o software GeoGebra para facilitar esse processo de ensino e aprendizagem.

Foi solicitado aos alunos que baixassem o aplicativo “Calculadora Gráfica GeoGebra”, que possibilita a visualização da construção dos gráficos em tempo real. Logo após, disponibilizamos um vídeo-aula sobre o funcionamento do software, para facilitar o uso do referido aplicativo na aula.

Naquele momento da aula, os alunos se mostraram bastante empolgados com esta nova ferramenta de ensino. Entretanto, é importante frisar, que o principal objetivo foi melhorar a compreensão do assunto com o uso das TDIC e do software. Concluímos o segundo momento com as atividades de fixação propostas no livro didático.

Por fim, no terceiro momento pedagógico chamado de aplicação do conhecimento. Os alunos foram divididos em oito grupos de 4 (quatro pessoas) e um grupo de (cinco). Foram solicitadas questões relacionadas à problematização inicial, sobre o crescimento radioativo de uma certa amostra de substância radioativa e seu decaimento. Primeiramente, os alunos responderam as questões manualmente e depois utilizaram o software GeoGebra, para comparar com seus resultados, como mostra a Figura 5.



Figura 5: Alunos utilizando software GeoGebra.

Neste momento, foi destacado pelos alunos que quando o valor da base do expoente é alterado no software o comportamento do gráfico era alterado e, também, foi detectado por eles, que os valores poderiam se transformar em outros tipos de funções.

Em seguida foi solicitado a eles para identificar domínio, imagem, crescimento e decaimento da função exponencial, fazendo uso do software GeoGebra. Com isto foi possível observar que ocorreu uma melhoria na compreensão dos alunos sobre estes pontos, como mostra os Gráficos 4 e 5.

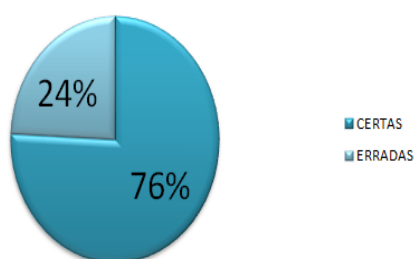


Gráfico 4: Resposta da atividade com a utilização do software GeoGebra certa e erradas.

Como mostra o Gráfico 4, podemos observar que houve um crescimento significativo na compreensão dos alunos em relação ao **domínio e a imagem de uma função exponencial**. 76 % dos alunos responderam a atividade corretamente e 24 % respondeu de forma errada. Mas é importante destacar que os alunos que responderam incorretamente destacaram que não compreenderam a linguagem da função, pois quando mudou de $f(x) = a(b)^x + c$ para $N(t) = N_0(2)^t$ ou $S(t) = 180.(1/2)^t + 1$, eles não associam estes modelos com um modelo de uma função exponencial da matemática. Apenas uma falta de atenção dos alunos que ao não se lembrarem do modelo já estudado, encontram dificuldade em resolver questões contextualizadas.

Já quando foi realizado a atividade sobre o crescimento e decaimento exponencial podemos observar que houve uma consolidação no processo de aprendizagem dos alunos, como mostra o Gráfico 5.

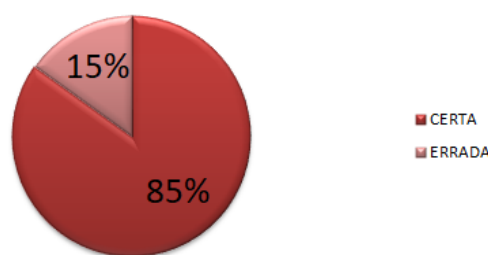


Gráfico 5: Resultados da atividade com a utilização do software GeoGebra sobre Crescimento e Decaimento Exponencial.

De acordo com o Gráfico 5, mostra também que houve um crescimento no rendimento dos alunos, pois 85 % dos alunos acertaram a atividade e apenas 5 % respondeu de forma errada. Portanto ao estudar o conteúdo da função exponencial com a metodologia dos **Três Momentos Pedagógicos e fazendo uso da TDIC e do software GeoGebra** foi de grande valia pois, com esta metodologia e essa união os alunos eles puderam compreender a relação dos conceitos matemáticos que estão associados às diversas situações e fenômenos da natureza, através da utilização do software GeoGebra na sua praticidade e das ferramentas que auxiliaram os alunos a resolverem e analisarem as funções.

Para concluir o terceiro momento pedagógico os alunos responderam uma **autoavaliação** sobre esta prática de acordo com suas concepções.

As questões e resultados foram:

Questão 1 - Na sua concepção esta aula teve pontos positivos e negativos? Destaque quais foram os mais importantes para você?

Para facilitar o entendimento do leitor construímos um quadro 2, para melhor compreensão.

PONTOS	Nº ALUNOS	(%)
SÓ POSITIVOS	19	57,6%
POSITIVOS E NEGATIVOS	14	42,4%

Quadro 2: Resultados da 1ª pergunta da autoavaliação.

Com esta pergunta foi possível verificar que cerca de 57 % dos alunos consideram que a aula só teve pontos positivos, mostrando que esta metodologia traz benefício para a aula, com isto a aula se tornou mais dinâmica e prazerosa, possibilitando uma compreensão melhor do conteúdo.

Foram destacadas as falas de alguns alunos b1, b2, b3, b4 e b5, que assim referidos para preservar suas identidades. Todas as citações, literalmente.

“foi a utilização do APP na aula, e com o uso da tecnologia melhorando nossa aprendizagem”
Resposta do aluno b1.

Questão 2- O que você achou dos três momentos pedagógicos? Estes momentos contribuíram para a construção do seu conhecimento? Responda sim ou não. Justifique sua resposta.

Para essa pergunta apresentaremos o Gráfico 6 a fala do aluno b2.

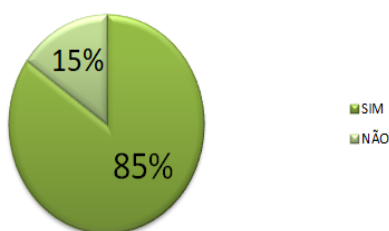


Gráfico 6: Resultados da 2ª pergunta da autoavaliação

Já em relação à metodologia dos **Três Momentos Pedagógicos**, 28 alunos cerca de 85 % consideraram que esta metodologia é “SIM” uma prática que ajuda a consolidar e construir o conhecimento matemático. Partindo da problematização inicial no qual eles poderão compreender que o assunto de função não está só associado a disciplina Matemática, mas sim está dentro de fenômenos e acontecimentos que nos rodeiam. Dessa forma, podemos associar esse resultado ao que diz o aponta os PCNEM “A interdisciplinaridade pode ser também compreendida se considerarmos a relação entre o pensamento e a linguagem, descoberta pelos estudos sócio-interacionistas do desenvolvimento e da aprendizagem”(BRASIL, 2000. p, 77).

“foi bastante construtivo tanto em conhecimento científico e matemático, e com a observação do uso da matemática na radiação.” Resposta do aluno b2.

Com os resultados obtidos e os comentários dos alunos podemos inferir que a metodologia dos três momentos pedagógicos aliados com as TDIC e uso

do software GeoGebra, fortalece o processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática, especificamente de função exponencial.

Questão 3- Em sua opinião o uso das TDIC e o software GeoGebra contribuiu para uma melhor compreensão do assunto de função exponencial? Responda sim ou não. Justifique sua resposta.

Sobre a utilização das TDIC e o software GeoGebra como ferramenta pedagógica constatou-se a concepção dos alunos como está descrito no Gráfico 7.

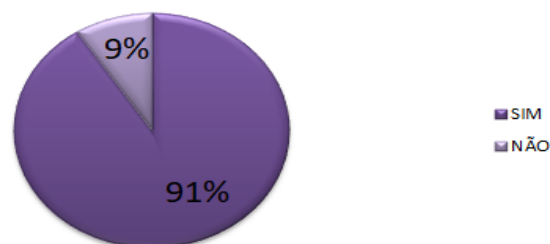


Gráfico 7: Opinião dos alunos sobre o uso das TDIC e o software GeoGebra contribuiu para uma melhor compreensão do assunto de função exponencial.

Diante dos dados apresentados no Gráfico 7, é possível verificar que o uso da TDIC e software educativos são recursos indispensáveis para qualquer aula, pois 91 % dos alunos responderam que “SIM”, a TDIC e o software contribuíram para melhor compreensão do conteúdo de função exponencial. Como podemos observar no gráfico 7, é nesse cenário podemos ver os benefícios de utilizarmos as TDIC nas aulas de matemática, a BNCC (2018) destaca que “afinal, os jovens estão dinamicamente inseridos na cultura digital, não somente como consumidores, mas se engajando cada vez mais como protagonistas.”(BRASIL, 2018, p. 474).

fala do aluno em relação a essa questão.

Esse APP é muito legal ajuda muito,
só é um pouco complicado, mas depois
de aprender se torna mais fácil.

Figura 6: Resposta do aluno b3

Entretanto, o uso desse recurso e ferramenta tem que ser bem planejado, e o professor tem que assumir uma nova postura sendo agora um mediador do conhecimento, transformando as aulas tradicionais em aulas mais dinâmicas e participativas tanto dos alunos como professores.

Questão 4 - Esta metodologia deveria ocorrer outra vez? Por quê?

Quando questionado aos alunos sobre se deveríamos repetir essa metodologia em sala de aula foi bastante proveitoso o resultado que obtemos, pois 100% dos alunos responderam que deveriam ter outras aulas com essa metodologias.

Os estudantes relataram que gostaram muito da dinâmica das aulas e foram bem diferente das aulas que costumavam ter anteriormente, além do mais, que eles se divertiram e que eles puderam aprender mais como o uso das TDIC e com a ajuda do software GeoGebra.

Portanto, de acordo com as observações que os alunos apontaram em relação a esta temática foi possível observar que esta metodologia, aliada ao uso das TDIC e o software GeoGebra, possibilitou uma melhor compreensão do assunto e pode também mudar a forma que eles pensavam a respeito da Matemática.

Esta aplicação requer do professor bastante esforço tendo em vista que é necessário uma mudança de sua prática, para se apropriar de novos conhecimentos que muitas das vezes não fizeram parte da sua formação acadêmica. Porém, ao finalizarmos esta sequência de ensino, foi possível observar uma mudança válida, pois os alunos demonstraram um entusiasmo e ocorreu um crescimento significativo em sua compreensão sobre o conteúdo de função exponencial.

CONCLUSÃO

Esse trabalho buscou apresentar que a metodologia dos três momentos pedagógicos de (Delizoicov e Angotti, 1990) aliado com a utilização das TDIC e o uso do software GeoGebra, favorece para uma melhor compreensão dos conhecimentos matemáticos dos alunos.

Portanto, através dessa sequência didática sobre de função exponencial nos mostrou que os três momentos pedagógicos de (Delizoicov e Angotti, 1990) podem contribuir para construção de outros trabalhos futuros que possam ser elaborados partindo dessa abordagem de interdisciplina que abordamos neste trabalho.

Consideramos que essa prática pedagógica gerou nos alunos uma nova visão sobre a disciplina de matemática, no qual eles interagiram mais nas aulas, através desta metodologia os alunos mostraram uma evolução no conhecimento matemático prévio que contribuiu para uma aquisição de novos conceitos.

Observamos ainda que a mesma despertou nos alunos curiosidade em saber como a matemática pode descrever um acontecimento ou um fenômeno natural através de modelos matemáticos.

Os conhecimentos prévios dos alunos demonstraram que tinham dificuldades em compreender o assunto, pois existia uma lacuna no seu aprendizado, especialmente no que se refere a interpretação dos gráficos das questões relacionadas a uma problematização real. Com tudo, a utilização das TDIC e do GeoGebra contribuiu para melhoria do entendimento dos alunos, que perceberam como se comporta um gráfico de acordo com a sua lei de formação. Através da utilização desta ferramenta foi facilitada a resolução dos problemas.

Finalizamos esse trabalho e sugerimos aos leitores que se aprofundem sobre essa metodologia tão rica que é os **“Três momentos Pedagógicos”** de (Delizoicov e Angotti, 1990), pois a mesma pode ser aplicada em diversas áreas do currículo da educação básica e também superior. Foi por meio dela que podemos possibilitar a construção de aulas melhores de matemática, construindo um significado em aprender matemática, partindo da busca pelo conhecimento por meio da **problematização inicial** e dando aos alunos a possibilidade para **organizar seus conhecimentos e aplicá-los na sua vida**. Destacamos, porém, que para que isso aconteça se faz necessário que o professor seja o primeiro a querer mudar a maneira em que os alunos constroem seus conceitos sobre a matemática e sobre sua vida, sendo necessário muito esforço e dedicação.

AGRADECIMENTOS

"Agradecemos, primeiramente, ao nosso Deus e segundo lugar aos nossos familiares que me ajudaram de forma direta e indireta, durante toda a nossa jornada acadêmica"

"A todos os nossos Professores, que compartilharam seus conhecimentos, suas experiências de vida, e por cada conselho durante as aulas, tudo isso, contribuiu para construção de nossa cidadania."

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria do Ensino Médio, 2000. 58p.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e

- suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ciencia sNatureza.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ciencia%20Natureza.pdf)> Acesso em: 27 nov. 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC / SEF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL ESCOLA. Função Exponencial. Disponível em:< <https://brasilescola.uol.com.br/matematica/funcao-exponencial-1.htm> >. Acesso em 27 mai.2023
- DANTE, Luiz Roberto. Matemática; contexto e aplicações -2.ed. São Paulo: ática, 2013.
- D'AMBROSIO, U. Por que se ensina matemática? Disciplina à distância, oferecida pela SBEM. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5793818/mod_resource/content/1/Ubiratan%20DAmbrosio %20-%20Por%20que%20se%20ensina%20matem %C3%A1tica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5793818/mod_resource/content/1/Ubiratan%20DAmbrosio%20-%20Por%20que%20se%20ensina%20matem%C3%A1tica.pdf) Acesso: 03/07/2022.
- D'AMBROSIO, B. S. Como Ensinar Matemática Hoje? SBEM, Brasília, ano 2, n.2, p.15-19, 1989.
- D'AMBRÓSIO, B.S. *Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio*. Proposição, v. 4, n. 1, 1993.
- D'AMBROSIO, U. A educação matemática hoje: porque e como?. XII Encontro Nacional de Educação Matemática / Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016. Disponível em:[http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/ 8490_4451_ID.pdf](http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/8490_4451_ID.pdf). Acesso 28 jan.2022.
- D'AMBRÓSIO, U. Desafios da Educação Matemática no novo milênio. Educação Matemática em Revista, n. 11, São Paulo, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Física. São Paulo: Cortez, 1990.
- FAZENDA, Ivani. O Que é interdisciplinaridade? / Ivani Fazenda (org.). — São Paulo : Cortez, 2008.
- FERREIRA, R. C. Ensinando Matemática com o GeoGebra, enciclopédia biosfera. Goiânia. vol.6,N10,2010. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010bb.htm>>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- JAPIASSU, Hilton. Interdisciplinaridade e Patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976
- HOHENWARTER, M.; HOHENWARTER, J. Ajuda Geogebra: manual Oficial da Versão 3.2. 2009. Disponível em: <<http://www.geogebra.org/help/docuPT.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”, Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313 -ciedu-20-03-0617.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0617.pdf)> Acesso em: 10 out. 2018.
- OLIVEIRA, D. N.; AVELINO, R.F. Os Três Momentos Pedagógicos De Delizoicov & Angotti, (1990) Aliados Com O Software Geogebra. Educação e abordagens plurais/Organização: José Fabio Bezerra da Silva, Damião Carlos Freires de Azevedo. - João Pessoa: Editora do CCTA, 2021. p.199-216.l
- SILVEIRA, M.R.A. da. “Matemática é difícil”: um sentido pré-construído evidenciado na fala dos alunos. Disponível em: <[http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_p roducoes/docs_25/matematica.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_25/matematica.pdf)> Acesso em: 03 nov. 2018.