

Adolfo Rios Midon Júnior

**Um guia de apropriação dos resultados do
Paebes/Paebes Alfa**

Vitória

2025

Adolfo Rios Midon Júnior

Um guia de apropriação dos resultados do Paebes/Paebes Alfa

Dissertação de mestrado apresentada ao
PROFMAT como parte dos requisitos exi-
gidos para a obtenção do título de Mestre em
Matemática

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL



PROFMAT

Orientador: Prof. Dr. Milton Edwin Cobo Cortez

Vitória
2025

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

R586g Rios Midon Júnior, Adolfo, 1980-
Um guia de apropriação dos resultados do Paebes/Paebes Alfa / Adolfo Rios Midon Júnior. - 2025.
81 p.

Orientador: Milton Edwin Cobo Cortez.
Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Avaliações Externas. 2. Paebes/Paebes Alfa. 3. Interpretação dos Resultados. 4. Análise dos Descritores. 5. Propostas de sequências Didáticas. I. Edwin Cobo Cortez, Milton. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 51



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Centro de Ciências Exatas

Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT

**“Um guia de apropriação dos resultados do Paebes/Paebes
Alfa”**

Adolfo Rios Midon Junior

Defesa de Dissertação de Mestrado Profissional submetida ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovado em 29/08/2025 por:

Prof. Dr. Milton Edwin Cobo Cortez
Orientador – UFES

Prof. Dr. Alancardek Pereira Araujo
Examinador interno – UFES

Prof. Dr. Edmar Reis Thiengo
Examinador externo – IFES





folha_de_assinaturas_adolfo_rios_midon_junior

Data e Hora de Criação: 28/08/2025 às 10:57:29

Documentos que originaram esse envelope:

- folha_de_assinaturas_adolfo_rios_midon_junior.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)



Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: 08a4e902271a5f097f1ac24897c163ad8396758eddbdb614e6a7567e2fc6f88a

[SHA512]: 37477f6e2160ba16b71dcf586160ecfcc7749b1f8ed61d3372e70d813b18d5221a504c963f070fa9ec30fc07af9e270b0e052a5945b149ad00694435f98bbcea

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - Alancardek Pereira Araújo (alancardek.araujo@ufes.br)

Data/Hora: 29/08/2025 - 14:17:46, IP: 179.102.128.85, Geolocalização: [-20.275575, -40.304159]

[SHA256]: b24ae86044b10f6a64bcfef4b4acaa48fb0722b257c100db7e111c8693411efa

Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

Alancardek Pereira Araujo



ASSINADO - Milton Edwin Cobo Cortez (milton.cortez@ufes.br)

Data/Hora: 29/08/2025 - 07:47:50, IP: 177.158.249.95, Geolocalização: [-20.290340, -40.294010]

[SHA256]: ce34582dfa1b34183e4057d670118d99b228f25aae57aa98acfc25b81d4de552

Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)



ASSINADO - Edmar Reis Thiengo (thiengo@ifes.edu.br)

Data/Hora: 29/08/2025 - 14:32:00, IP: 187.36.160.196

[SHA256]: 600248e8757404b8e2bee1109852fae88a4c4d8722ee793ff3f1d50a3d3f78ad

Assinatura Eletrônica Avançada (Conforme Lei nº 14.063/20, art. 4º, II)

Histórico de eventos registrados neste envelope

29/08/2025 14:32:00 - Envelope finalizado por thiengo@ifes.edu.br, IP 187.36.160.196

29/08/2025 14:32:00 - Assinatura realizada por thiengo@ifes.edu.br, IP 187.36.160.196

29/08/2025 14:31:54 - Envelope visualizado por thiengo@ifes.edu.br, IP 187.36.160.196

29/08/2025 14:17:46 - Assinatura realizada por alancardek.araujo@ufes.br, IP 179.102.128.85

29/08/2025 14:17:27 - Envelope visualizado por alancardek.araujo@ufes.br, IP 179.102.128.85

29/08/2025 07:47:50 - Assinatura realizada por milton.cortez@ufes.br, IP 177.158.249.95

29/08/2025 07:47:22 - Envelope visualizado por milton.cortez@ufes.br, IP 177.158.249.95

29/08/2025 07:00:17 - Envelope registrado na Blockchain por notificacao@astenassinatura.com.br

29/08/2025 07:00:17 - Envelope encaminhado para assinaturas por notificacao@astenassinatura.com.br

28/08/2025 10:57:29 - Envelope criado por ivan.barbosa@ufes.br, IP 200.137.65.109



ITI
Instituto Nacional de
Tecnologia da Informação

Documento assinado digitalmente em conformidade com o padrão ICP-Brasil e validado segundo as diretrizes do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (ITI), em atendimento à Medida Provisória nº 2.200-2/2001 e à Lei nº 14.063/2020.



Os registros de assinatura presentes nesse documento pertencem única e exclusivamente a esse envelope.

Documento final gerado e certificado por **Universidade Federal do Espírito Santo**

Dedico este trabalho aos meus pais, filhos e ao meu irmão.

Agradecimentos

A Deus, pela vida, pela saúde e por me conceder forças e sabedoria para chegar até aqui, guiando meu caminho e me dando serenidade.

Aos meus familiares, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo apoio incondicional, compreensão e incentivo em cada etapa desta jornada. Sem o amor e a paciência de vocês, esta conquista não teria o mesmo significado.

Aos professores que fizeram parte da minha formação acadêmica e, em especial, ao meu orientador, pela paciência, orientação segura e contribuições valiosas para o desenvolvimento deste trabalho. Deixo meu agradecimento por compartilharem conhecimento, valores e exemplos de dedicação que foram essenciais para que eu chegasse a este momento.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, aos amigos do Profmat e também aos "magrinhos" que, em algum momento, me cobraram para que eu terminasse logo, deixo minha sincera gratidão.

"Avaliar significa acompanhar e analisar o processo educativo, fornecendo informações que permitam corrigir trajetórias e promover aprendizagens significativas."

Libâneo, 2013, p. 94

Resumo

Este trabalho analisa os resultados do Programa de Avaliação de Educação Básica do Espírito Santo (Paebes/Paebes Alfa) para o ano de 2024, com foco particular no desempenho dos estudantes das 3^a e 4^a séries do Ensino Médio na área de Matemática. Utilizando dados de participação, proficiência média e percentual de acerto por descritor, a pesquisa identifica fragilidades específicas no desenvolvimento de habilidades e competências e faz uma análise detalhada dos descritores de menor rendimento, investigando sua progressão curricular no Espírito Santo e examinando itens avaliativos análogos para compreender o percurso cognitivo esperado e as causas dos erros mais comuns. Com base nessa análise diagnóstica, são apresentadas sequências didáticas como propostas de intervenção pedagógica, visando subsidiar o trabalho do professor e contribuir para a melhoria da aprendizagem dos estudantes e da qualidade da educação no estado.

Palavras-chave: Avaliações Externas, Paebes/Paebes Alfa, Interpretação dos Resultados.

Abstract

This study analyzes the results of the Basic Education Assessment Program of Espírito Santo (Paebes/Paebes Alfa) for the year 2024, with a particular focus on the performance of 3rd- and 4th-year high school students in Mathematics. Using data on participation, average proficiency, and percentage of correct answers by descriptor, the research identifies specific weaknesses in the development of skills and competencies. A detailed analysis is conducted on the lowest-performing descriptors, investigating their curricular progression in Espírito Santo and examining analogous assessment items to understand the expected cognitive pathway and the causes of the most common errors. Based on this diagnostic analysis, didactic sequences are presented as proposals for pedagogical intervention, aiming to support teachers' work and contribute to improving student learning and the quality of education in the state.

Keywords: External Assessments, Paebes/Paebes Alfa, Results Interpretation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Participação nos últimos 3(três) anos	26
Figura 2 – Proficiência Média	27
Figura 3 – Percentual de acerto por descritor(habilidade)	27
Figura 4 – Percentual de acerto do descritor	29
Figura 5 – Percentual de acerto do descritor	36
Figura 6 –	40
Figura 7 – Percentual de acerto do descritor	44
Figura 8 –	49
Figura 9 – Percentual de acerto do descritor	52
Figura 10 –	56

Lista de tabelas

Tabela 1 – Matriz de Referência - Paebes 2024	20
---------------------------------------------------------	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
2	PAEBES/PAEBES ALFA	15
2.1	Matriz de referência	17
2.2	A Proficiência e a Teoria de Resposta ao Item (TRI)	20
2.3	Padrões de Desempenho	21
2.4	A Proficiência e os Padrões de Desempenho na 3ª Série do Ensino Médio – Matemática	22
3	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	24
4	ANÁLISE DOS DESCRITORES	26
4.1	Crítérios de seleção dos descritores	27
4.2	Descritor D125_M	28
4.2.1	Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo	30
4.2.2	Análise de um item	33
4.3	Descritor D129_M	36
4.3.1	Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo	38
4.3.2	Análise de um item	40
4.4	Descritor D074_M	44
4.4.1	Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo	47
4.4.2	Análise de um item	48
4.5	Descritor D064_M	52
4.5.1	Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo	54
4.5.2	Análise de um item	55
5	PROPOSTAS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	60
5.1	Explorando Poliedros e a Relação de Euler	60
5.2	Explorando Área Total e Volume de Sólidos Geométricos	66
5.3	O Uso da Tecnologia como Ferramenta Facilitadora no Ensino de Funções Exponenciais	69
5.4	Leitura Crítica e Resolução de Problemas com Gráficos e Tabelas	73
6	CONCLUSÃO	78
	REFERÊNCIAS	80

1 Introdução

A educação no Brasil, ao longo de sua história, enfrentou desafios significativos e está em constante busca por alternativas que promovam a melhoria da qualidade do ensino. Nesse sentido, investir na avaliação educacional é crucial, pois ela visa identificar os obstáculos no caminho dos estudantes e criar condições para que consigam superá-los (PALACIOS; OLIVEIRA, 2022). A preocupação com a qualidade e a eficácia do sistema educacional brasileiro levou à implementação de avaliações externas, que têm como propósito identificar fragilidades e orientar mudanças, visando ao desenvolvimento e ao aprimoramento da educação. Contudo, é fundamental reconhecer que a avaliação, quando não elaborada de forma cuidadosa e sensível às particularidades, pode também criar hierarquias de excelência e, por conseguinte, contribuir para o fracasso escolar, especialmente para aqueles alunos com especificidades de aprendizagem.

A Constituição de 1988 estabeleceu diretrizes para a educação no Brasil, ressaltando a importância da avaliação e da qualidade como princípios fundamentais. Conforme estabelece a Constituição Federal de 1988, prevê-se, em seu artigo 206, a garantia de padrão de qualidade e a avaliação periódica do ensino (CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 1988).

Desde então, diferentes instrumentos e políticas públicas foram implementados para acompanhar o desempenho escolar. O surgimento do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), no final dos anos 1990, foi um importante marco nesse contexto, criado em 1998, e tornou-se instrumento de acesso ao ensino superior e indutor de políticas públicas (INEP, 2020). É comum que o ENEM seja utilizado como referência por professores e escolas, tanto públicas quanto privadas, orientando seus planejamentos de ensino, uma vez que se tornou um meio de acesso ao ensino superior. No entanto, é fundamental destacar que o ENEM não é a única forma de avaliação do trabalho das escolas e outras instituições de ensino, e muitas vezes são empregadas outras ferramentas, tanto externas quanto internas, para essa finalidade.

Diante disso, a Secretaria de Estado da Educação (SEDU), do Espírito Santo, criou, no ano de 2000, o Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (Paebes/Paebes Alfa) e, por meio da Portaria nº 064-R/2017, implementou, em 2017, o Sistema Capixaba de Avaliação da Educação Básica (SICAEB), composto por três avaliações em larga escala de grande importância: Avaliação da Fluência em Leitura, Avaliação Diagnóstica e Paebes/Paebes Alfa. Segundo a Portaria nº 064-R/2017, o Sistema Capixaba de Avaliação da Educação Básica (SICAEB) integra o Paebes/Paebes Alfa como instrumento de diagnóstico e monitoramento do desempenho escolar (ESPÍRITO

SANTO, 2017). Essas avaliações desempenham um papel fundamental ao relacionar os resultados de aprendizagem dos estudantes por meio de dados, análises e interpretações válidas e confiáveis, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões alinhadas aos objetivos estratégicos da SEDU. A partir desses diagnósticos, é possível identificar fragilidades no desenvolvimento de determinadas habilidades, permitindo que professores e gestores elaborem estratégias de intervenção pedagógica mais direcionadas e consistentes, capazes não apenas de sanar lacunas imediatas de aprendizagem, mas também de promover avanços duradouros no desempenho escolar e no desenvolvimento integral dos estudantes.

2 Paebes/Paebes Alfa

O Paebes/Paebes Alfa – Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo, criado pelo Governo do Estado em 2000 e aprimorado a partir de 2009, tem como objetivo avaliar a qualidade da educação básica da rede pública estadual e, por adesão, das redes municipais e escolas privadas participantes (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES), 2024).

Realizado anualmente ao final de cada etapa de ensino, contempla diversos componentes curriculares e utiliza uma escala de proficiência estruturada em níveis, possibilitando uma análise detalhada do desempenho dos estudantes. Também se constitui como instrumento de monitoramento e diagnóstico do desempenho escolar, voltado a subsidiar políticas públicas e estratégias pedagógicas por meio da análise dos resultados obtidos nas avaliações externas. Mas, para muitos, a avaliação ainda é vista como uma espécie de *persona non grata*, considerada por vezes necessária, mas definitivamente incômoda, e as críticas a esse tipo de avaliação incluem o aprofundamento de desigualdades e a preocupação com os resultados e não com o processo de aprendizagem,

Por se tratar de uma avaliação externa, o Paebes/Paebes Alfa é concebido por meio de uma parceria entre a Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU-ES) e o Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação (CAEd) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O CAED/UFJF é responsável pela construção e confecção dos instrumentos de avaliação, sua aplicação e divulgação dos resultados. A SEDU, por meio da Gerência de Avaliação (GEA), realiza a validação dos instrumentos e da documentação, além de monitorar as aplicações. Ressalta-se que os itens utilizados nos testes são sigilosos, garantindo a segurança, a confiabilidade e a integridade do processo avaliativo.

A proposta do programa está alinhada às diretrizes curriculares do Estado e à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), considerando a necessidade de aferir competências e habilidades essenciais ao desenvolvimento do estudante (MINISTERIO DE EDUCAÇÃO - BRASIL, 2018). Os conteúdos cobrados no Paebes/Paebes Alfa são apresentados em matrizes de referência, que representam um recorte do currículo voltado para aferir competências prioritárias.

Como defende Perrenoud (1999), a seleção desses conteúdos-chave permite focalizar a avaliação naquilo que efetivamente mobiliza o raciocínio e a resolução de problemas significativos. Contudo, ele também adverte que a avaliação, por mais sofisticada que seja, não é um fim em si mesma, mas uma "engrenagem no funcionamento didático", servindo para controlar o trabalho dos alunos e gerir os fluxos, e que não se pode melhorar a avaliação sem tocar no conjunto do sistema didático e do sistema escolar.

A avaliação fornece indicadores essenciais para a compreensão do cenário educacional, como a taxa de participação, que reflete o engajamento dos estudantes; a proficiência média, que representa o desempenho médio em cada componente curricular avaliado; e o padrão de desempenho, que classifica os estudantes em níveis de aprendizagem de acordo com suas habilidades e competências.

Tais indicadores são fundamentais para identificar avanços, dificuldades e áreas que demandam intervenções pedagógicas específicas. Os instrumentos de avaliação são compostos por itens de múltipla escolha, elaborados com base nas matrizes de referência, que descrevem as habilidades e competências esperadas por ano de escolaridade e por componente curricular.

Os testes abordam principalmente as áreas de Língua Portuguesa e Matemática, mas também incluem Ciências da Natureza (nos anos ímpares) e Ciências Humanas (nos anos pares), conforme a etapa de ensino avaliada. Os itens são construídos para avaliar não apenas o conhecimento factual, mas também as capacidades de raciocínio, interpretação e aplicação dos conceitos aprendidos. Complementarmente, são aplicados questionários contextuais respondidos por professores, diretores, estudantes e familiares.

A aplicação dos testes é padronizada e segue critérios técnicos e metodológicos rigorosos. Realizados em dois dias, os exames têm duração definida para cada caderno de prova. Os resultados são processados por meio da Teoria de Resposta ao Item (TRI), metodologia estatística que permite estimar a proficiência dos estudantes de forma mais precisa e equânime, considerando não apenas o número de acertos, mas também o grau de dificuldade dos itens e a consistência das respostas.

O público-foco do Paebes/Paebes Alfa inclui estudantes do 2º ano do Ensino Fundamental (Paebes Alfa), do 5º e 9º anos do Ensino Fundamental e das 3ª e 4ª séries do Ensino Médio (Paebes), das redes públicas estadual e municipais do Espírito Santo. Escolas privadas também podem aderir voluntariamente ao programa, ampliando seu alcance e representatividade.

Além de fornecer indicadores de desempenho por escola, turma e estudante, o Paebes/Paebes Alfa contribui para a equidade educacional, possibilitando a comparação de resultados entre diferentes contextos. Por meio da análise dos resultados, gestores e professores podem identificar padrões de acertos e erros, refletindo sobre as causas das dificuldades e planejando ações de intervenção.

A motivação para aprofundar o estudo sobre o Paebes/Paebes Alfa reside na sua crescente relevância como referência para a avaliação da educação básica no Espírito Santo. Diretores, pedagogos e professores são cada vez mais cobrados quanto à preparação dos alunos para essa avaliação, que se consolidou como elemento central nos planejamentos educacionais das escolas.

A necessidade de compreender e interpretar corretamente os resultados do Paebes leva à busca por informações mais consistentes sobre sua estrutura, metodologia e características avaliativas. Nesse sentido, investigar o Programa vai além da simples preparação para os testes, pois ele exerce um papel estratégico no diagnóstico do sistema educacional, evidenciando tanto potencialidades quanto fragilidades que requerem atenção.

O Paebes/Paebes Alfa não é apenas um instrumento de medição, mas uma ferramenta de gestão pedagógica, que orienta políticas públicas, planejamento escolar e práticas docentes. Compreender suas matrizes, seus descritores e os critérios de interpretação dos resultados é fundamental para alinhar as ações educacionais às reais necessidades dos estudantes.

Sua importância está na capacidade de fornecer dados concretos sobre o desempenho escolar, permitindo às escolas e às redes de ensino estabelecer metas e estratégias eficazes para a melhoria da aprendizagem. Além disso, o Programa contribui para a consolidação de uma cultura de avaliação formativa e contínua, na qual os resultados não são vistos como um fim em si mesmos, mas como ponto de partida para reflexões, redirecionamentos e intervenções pedagógicas mais assertivas.

2.1 Matriz de referência

A *Matriz de referência* constitui-se como um instrumento técnico-pedagógico fundamental em avaliações externas em larga escala, como o *Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb)* e o *Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (Paebes/Paebes Alfa)*. Sua função primordial é delimitar e especificar o conjunto de habilidades e competências consideradas essenciais para cada etapa de ensino, servindo como base para a elaboração dos itens que compõem os testes de proficiência.

Essas matrizes são organizadas em *descritores*, que detalham os conhecimentos e as capacidades esperadas dos estudantes em determinada área e ano/série. Cada descritor contempla dois elementos centrais: o conteúdo programático e o nível de operação mental necessário para a realização da habilidade avaliada. Dessa forma, os descritores especificam habilidades cognitivas particulares associadas a conteúdos escolares, indicando com clareza o que se espera que o estudante seja capaz de realizar ao final de um ciclo de aprendizagem.

É importante destacar que as matrizes de referência não abrangem todo o currículo escolar, mas representam um recorte das habilidades consideradas essenciais para o progresso educacional dos estudantes, sendo estas passíveis de serem avaliadas em larga escala (PALACIOS; OLIVEIRA, 2022). Elas não devem ser confundidas com estratégias de ensino, procedimentos metodológicos ou orientações pedagógicas. O objetivo das avaliações externas não é verificar a aprendizagem de todos os conteúdos curriculares, mas

sim aferir aquelas habilidades consideradas fundamentais para o progresso educacional dos estudantes.

As matrizes de referência do *Paebes/Paebes Alfa* são elaboradas com base na *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)* e no *Currículo do Estado do Espírito Santo*, garantindo o alinhamento com as diretrizes educacionais nacionais e locais. Esse alinhamento assegura que as avaliações reflitam as aprendizagens essenciais definidas tanto no plano nacional quanto no contexto estadual, contribuindo para a coerência entre o que é ensinado e o que é avaliado.

Além de subsidiar a construção dos itens das provas, essas matrizes também orientam o planejamento pedagógico, a elaboração de atividades escolares e a preparação dos alunos para as avaliações. Os resultados obtidos nas avaliações, por sua vez, fornecem informações diagnósticas relevantes para gestores, professores e escolas, possibilitando o aprimoramento das práticas pedagógicas.

No *Paebes/Paebes Alfa* de 2024, a Matriz de Referência de Matemática para a 3^a e 4^a séries do Ensino Médio apresenta os descritores que compõem o conjunto de habilidades a serem avaliadas. Esses descritores correspondem a uma seleção das competências e habilidades mais amplas da BNCC e do Currículo do Espírito Santo, priorizando aquelas consideradas centrais para o desenvolvimento dos estudantes e que podem ser aferidas objetivamente por meio de testes de múltipla escolha.

Cada item de avaliação deve estar rigorosamente associado a um único descritor da matriz, e suas alternativas (incluindo o gabarito e os distratores) são elaboradas de modo a fornecer informações precisas sobre o domínio da habilidade correspondente. Assim, a matriz orienta tanto o processo de elaboração dos testes quanto a análise dos resultados obtidos.

Observe, a seguir, a Matriz de Matemática das 3^a e 4^a séries do Ensino Médio utilizada na edição de 2024:

Matriz de Referência - Paebes 2024	
Componente: Matemática Ano/Série: 3 ^a série Ensino Médio	
Descritor	Descrição da Habilidade
I. Espaço e Forma	
D119_M	Identificar triângulos semelhantes mediante o reconhecimento de relações de proporcionalidade.
D111_M	Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com suas planificações ou vistas.
D125_M	Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema.

D049_M	Utilizar relações métricas em um triângulo retângulo na resolução de problemas.
D051_M	Resolver problema que envolva razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente).
D043_M	Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.
D085_M	Interpretar geometricamente os coeficientes da equação de uma reta.
D124_M	Identificar a equação de uma reta apresentada a partir de dois pontos dados ou de um ponto e sua inclinação.
D127_M	Relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas.
D128_M	Relacionar as representações algébricas e gráficas de uma circunferência.
II. Grandezas e Medidas	
D057_M	Utilizar o perímetro de uma figura bidimensional na resolução de problema.
D058_M	Utilizar área de figuras bidimensionais na resolução de problema.
D129_M	Resolver problema envolvendo a área total e/ou volume de um sólido.
III. Números, Operações e Álgebra	
D009_M	Corresponder pontos da reta numérica a números racionais.
D033_M	Identificar a localização de números irracionais na reta numérica.
D038_M	Utilizar porcentagem na resolução de problemas.
D039_M	Utilizar proporcionalidade entre duas grandezas na resolução de problema.
D087_M	Resolver problema envolvendo equação do 2º grau.
D086_M	Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela.
D132_M	Resolver problema envolvendo uma função do 1º grau.
D071_M	Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos.
D082_M	Identificar o gráfico que representa uma situação descrita em um texto.
D096_M	Utilizar propriedades de progressões aritméticas na resolução de problemas.
D097_M	Utilizar propriedades de progressões geométricas na resolução de problemas.
D078_M	Corresponder uma função polinomial do 1º grau a seu gráfico.
D145_M	Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de primeiro grau por meio de seus coeficientes.
D133_M	Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo de uma função do 2º grau.
D126_M	Identificar gráficos de funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente) reconhecendo suas propriedades.
D074_M	Corresponder as representações algébrica e gráfica de uma função exponencial.
D088_M	Utilizar função exponencial na resolução de problemas.

D131_M	Resolver problema envolvendo sistema linear.
D042_M	Utilizar o princípio multiplicativo de contagem na resolução de problema.
IV. Probabilidade e Estatística	
D065_M	Resolver problema envolvendo noções de probabilidade.
D064_M	Utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas.
D063_M	Corresponder listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam.
D066_M	Utilizar medidas de tendência central na resolução de problemas.

Tabela 1 – Matriz de Referência - Paebes 2024

Percebe-se, por exemplo, que a matriz contempla habilidades como o uso de porcentagem (D038_M), utilização de medidas de tendência central (D066_M), análise de gráficos de funções reais (D071_M), associação entre equações lineares e representações no plano cartesiano (D072_M), interpretação geométrica de coeficientes da reta (D085_M) e resolução de problemas com equações do 2º grau (D087_M). Tais exemplos mostram o tipo de conhecimento matemático selecionado para avaliação nessa etapa do Ensino Médio e evidenciam a abrangência dos campos da Matemática considerados.

Em resumo, a Matriz de Referência de Matemática do *Paebes/Paebes Alfa 2024* para a 3ª e 4ª séries do Ensino Médio é um documento técnico estruturante que traduz os referenciais curriculares em um conjunto específico de habilidades avaliáveis. Ela orienta a construção dos instrumentos de avaliação e contribui significativamente para o monitoramento da aprendizagem na rede pública capixaba.

2.2 A Proficiência e a Teoria de Resposta ao Item (TRI)

Nas avaliações educacionais em larga escala, a proficiência representa uma estimativa do nível de conhecimento e domínio de habilidades de um estudante em uma determinada área. Não se trata apenas de uma nota, mas de uma medida do conhecimento (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES), 2023). Essa medida é obtida com base na *Teoria de Resposta ao Item* (TRI), um modelo estatístico que permite análises precisas do desempenho.

A TRI difere das abordagens tradicionais, como a *Teoria Clássica dos Testes* (TCT), que se baseiam unicamente na contagem de respostas corretas. Enquanto a TCT tem como unidade de análise o teste e calcula a quantidade de acertos, a TRI utiliza o item como unidade básica de análise. A TRI é um conjunto de modelos matemáticos que atribui um valor/peso diferenciado a cada item respondido.

A TRI incorpora e avalia diversos parâmetros dos itens, o que a torna mais robusta:

- **Grau de dificuldade:** Indica o nível de exigência para o item ser respondido corretamente, classificando-os em fáceis, médios ou difíceis. É importante notar que a dificuldade de um item, calculada pela TCT (proporção de acertos), pode variar dependendo do grupo de estudantes, enquanto a TRI busca uma medida mais independente do grupo. Itens muito fáceis ou muito difíceis tendem a ter baixa discriminação.
- **Poder de discriminação:** Refere-se à capacidade do item de diferenciar estudantes com maior proficiência daqueles com menor proficiência na disciplina. Um bom item discrimina quem sabe mais de quem sabe menos.
- **Possibilidade de acerto ao acaso:** Também conhecido como “chute”, busca identificar e, em modelos mais sofisticados (modelo de três parâmetros), excluir acertos estatisticamente improváveis (quando o aluno erra itens fáceis e acerta itens de alta complexidade).

Um aspecto central do modelo TRI é a valorização da coerência das respostas. A TRI pressupõe que o estudante acerta os itens mais fáceis antes dos mais difíceis. Assim, acertos compatíveis com o padrão de desempenho do estudante têm maior peso no cálculo da proficiência do que acertos isolados em itens de alta complexidade, quando há erros em questões mais simples. Isso permite que dois estudantes com o mesmo número de acertos possam apresentar proficiências distintas, evidenciando uma avaliação mais justa, refinada e comparável entre diferentes aplicações.

A proficiência média, por sua vez, representa o desempenho típico de um grupo de estudantes (como escola, rede ou sistema). Quando articulada aos padrões de desempenho, oferece importantes subsídios para a análise diagnóstica, formulação de intervenções pedagógicas e planejamento educacional.

2.3 Padrões de Desempenho

Os padrões de desempenho são categorias estabelecidas com base em intervalos da escala de proficiência, que classificam os estudantes de acordo com as competências e habilidades demonstradas nas avaliações. Cada padrão descreve o que os alunos são capazes de realizar, desde tarefas simples até operações cognitivamente complexas, possibilitando uma compreensão qualitativa do nível de aprendizagem.

Em Matemática, esses padrões abrangem aspectos como a compreensão de conceitos e procedimentos, a resolução de problemas em diferentes níveis de complexidade, a interpretação de dados em tabelas, gráficos e expressões simbólicas, a elaboração de argumentos, o uso do raciocínio lógico e o desenvolvimento do letramento matemático.

Dessa forma, os padrões de desempenho contribuem significativamente para identificar lacunas de aprendizagem e orientar práticas pedagógicas mais efetivas.

No *Paebes/Paebes Alfa*, esses padrões estão diretamente associados a cortes numéricos na escala de proficiência, permitindo a categorização dos estudantes em níveis progressivos de domínio.

2.4 A Proficiência e os Padrões de Desempenho na 3ª Série do Ensino Médio – Matemática

No *Paebes/Paebes Alfa*, para a 3ª série do Ensino Médio em Matemática, a proficiência é medida em uma escala de 0 a 500 pontos. Os padrões de desempenho e seus respectivos cortes foram definidos da seguinte forma:

- **Abaixo do Básico (até 275 pontos):** Estudantes nesse nível apresentam carências significativas nas aprendizagens essenciais da etapa. Revelam dificuldades para compreender e aplicar conceitos básicos, mesmo em contextos simples. Têm baixa capacidade de resolver problemas contextualizados, interpretar representações matemáticas ou operar com expressões algébricas elementares. Demandam ações pedagógicas de recuperação imediata.
- **Básico (276 a 325 pontos):** Os estudantes demonstram domínio parcial das competências previstas. São capazes de realizar procedimentos simples e resolver problemas em contextos familiares, mas enfrentam dificuldades com tarefas que envolvam conexões entre conteúdos ou raciocínio lógico mais elaborado. A argumentação matemática e a transposição entre diferentes representações ainda precisam ser desenvolvidas.
- **Proficiente (326 a 375 pontos):** Estudantes nesse nível apresentam domínio consistente das habilidades esperadas. Aplicam conceitos e procedimentos em diversos contextos, resolvem problemas moderadamente complexos e interpretam diferentes tipos de representações. São capazes de analisar funções (exponenciais, logarítmicas), resolver situações de variação e utilizar ferramentas matemáticas com coerência e clareza.
- **Avançado (maior do que 376 pontos):** Os estudantes demonstram domínio pleno e aprofundado dos conteúdos da etapa. São aptos a resolver problemas não rotineiros e complexos, utilizando raciocínio lógico-dedutivo, modelagem e linguagem algébrica com segurança. Interpretam e utilizam dados de forma crítica, constroem argumentos bem estruturados e demonstram autonomia na formulação e validação de hipóteses.

Esses níveis estão alinhados à *Matriz de Referência do Paebes/Paebes Alfa*, composta por descritores que articulam conteúdos curriculares e operações mentais. A proficiência, portanto, reflete o grau de domínio que o estudante demonstrou ao responder aos itens avaliativos. No entanto, a “Pedagogia das Diferenças” de Perrenoud (1999) defende uma "educação sob medida" que considera absurdo ensinar a mesma coisa, no mesmo momento, com os mesmos métodos, a alunos muito diferentes, e, por extensão, propor métodos avaliativos idênticos para todos. A indiferença às diferenças pode transformar desigualdades iniciais em desigualdades de aprendizagem e, conseqüentemente, de êxito escolar

O ensino de Matemática no Ensino Médio, ao considerar esses referenciais, visa não apenas a apropriação de procedimentos, mas o desenvolvimento de competências que envolvem raciocínio lógico, resolução de problemas, investigação matemática e comunicação clara de ideias, com vistas à formação de sujeitos críticos, autônomos e preparados para lidar com os desafios da vida em sociedade.

Assim, os resultados expressos em termos de proficiência média e padrões de desempenho possibilitam que professores e gestores identifiquem com maior precisão os avanços e fragilidades no processo de ensino e aprendizagem, orientando o planejamento de ações pedagógicas mais eficientes e equitativas.

3 Interpretação dos Resultados

Para compreender e utilizar os resultados dos testes de forma eficiente, é fundamental que o professor se envolva na sua interpretação e que esta análise seja a base para nortear seu planejamento pedagógico. O docente deve analisar os dados com atenção, identificando as habilidades em que os alunos apresentaram maior dificuldade e aquelas em que demonstraram domínio. Essa análise permite que o professor reconheça as lacunas de aprendizagem e ajuste suas estratégias de ensino para atender às necessidades específicas de sua turma. Além disso, é importante que o professor correlacione os resultados do *Paebes/Paebes Alfa* com o desempenho observado em sala de aula, buscando compreender os fatores que podem estar influenciando o aprendizado, como metodologias utilizadas, recursos disponíveis e o contexto socioeconômico dos estudantes.

Com base nessa interpretação, o professor deve elaborar um planejamento que priorize as habilidades que precisam ser desenvolvidas, utilizando metodologias ativas e recursos didáticos que favoreçam a participação e a compreensão dos alunos. É essencial que esse planejamento seja flexível, permitindo ajustes ao longo do ano conforme o progresso da turma. O professor também deve promover atividades de reforço e recuperação paralela, direcionadas aos estudantes que apresentam maiores dificuldades, garantindo que todos tenham a oportunidade de alcançar os objetivos de aprendizagem. Além disso, o trabalho colaborativo com outros professores e a equipe pedagógica é fundamental, pois possibilita a troca de experiências e a construção de soluções conjuntas para os desafios identificados.

Ao interpretar os resultados do *Paebes/Paebes Alfa* e utilizá-los como base para o planejamento, o professor não apenas prepara os alunos para a avaliação, mas também contribui para a melhoria contínua da qualidade do ensino. Essa abordagem permite que a avaliação seja vista como um instrumento de transformação, capaz de orientar práticas pedagógicas apropriadas e promover o desenvolvimento integral dos estudantes. Dessa forma, a avaliação deixa de ser encarada apenas como uma cobrança externa e passa a ser compreendida como uma ferramenta valiosa para a construção de uma educação pública mais equitativa e de qualidade no Espírito Santo.

Dentro do contexto apresentado e considerando a importância do *Paebes/Paebes Alfa* como instrumento de diagnóstico e orientação do trabalho pedagógico, propomos a construção de um guia voltado ao professor, com o objetivo de apoiar a interpretação dos resultados da avaliação, a análise criteriosa dos descritores e itens avaliados, e a elaboração de propostas de intervenção pedagógica. Acreditamos que, ao oferecer esse direcionamento, contribuímos para que o docente utilize os dados de forma assertiva, transformando-os em ações concretas no cotidiano escolar. Essa iniciativa visa não apenas fortalecer a

prática pedagógica, mas também potencializar a aprendizagem dos estudantes, a partir de intervenções alinhadas às reais demandas identificadas no processo avaliativo.

4 Análise dos Descritores

A análise criteriosa dos resultados do *Paebes/Paebes Alfa*, especialmente dos descritores com baixo rendimento, é uma ferramenta poderosa para subsidiar o planejamento do professor e promover melhorias significativas na qualidade da educação oferecida, garantindo que as intervenções pedagógicas sejam direcionadas de forma precisa e adequada às necessidades dos alunos.

Vamos analisar os resultados de Matemática da 3ª série do Ensino Médio Regular da Rede Estadual no *Paebes/Paebes Alfa* 2024. Os resultados podem ser encontrados na Plataforma de Avaliação e Monitoramento do Espírito Santo - <<https://avaliacaoemonitoramentoespirtosanto.caeddigital.net/#!/pagina-inicial>> - que é disponibilizada pelo CAEd/UFJF, empresa contratada pela confecção e aplicação dos testes. Ou ainda, nos painéis BI disponíveis dentro do SEGES da SEDU.

Observando a Plataforma, em primeiro lugar, encontramos o percentual de participação, que é um indicador importante fornecido pelo Programa. Espera-se o máximo de adesão possível por parte dos estudantes. Em avaliações externas, essa taxa deve ser superior a 80% para que os resultados sejam representativos.

Percebemos um crescimento em relação aos anos anteriores, e a taxa de 93% de participação mostra que, cada vez mais, a avaliação vem se consolidando e que ações de mobilização promovidas pelos gestores vêm surtindo efeito.



Figura 1 – Participação nos últimos 3(três) anos

Em seguida, temos a proficiência média da Rede Estadual para os estudantes das 3ª e 4ª série do Ensino Médio. A exemplo das taxas de participação, esse indicador também vem melhorando seus índices quando observada sua série histórica. Nota-se também a

distribuição dos estudantes nos padrões de desempenho e podemos perceber que houve uma migração considerável para os padrões esperados (proficiente e avançado).



Figura 2 – Proficiência Média

O próximo indicador apresentado pela plataforma é o percentual de acerto por habilidade. Aqui encontramos os percentuais de cada descritor e podemos observar os descritores com baixo rendimento, ou percentual de acerto. Essa prática é essencial para compreender os pontos de fragilidade dos alunos e orientar estrategicamente o planejamento educacional. Ao identificar quais descritores apresentaram menor desempenho por parte dos estudantes, os professores podem direcionar seus esforços para desenvolver estratégias de ensino focadas nas necessidades específicas dos alunos.

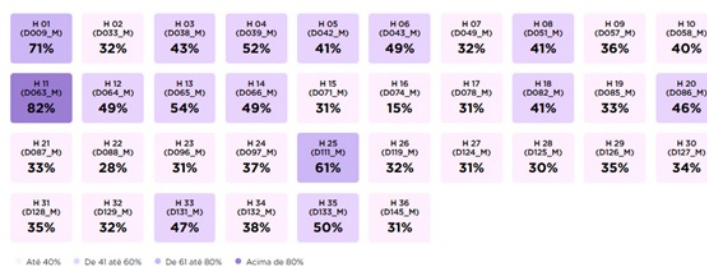


Figura 3 – Percentual de acerto por descritor(habilidade)

4.1 Critérios de seleção dos descritores

A Matriz de Referência está organizada em quatro grandes áreas da Matemática:

- I. Espaço e Forma;

- II. Grandezas e Medidas;
- III. Números, Operações e Álgebra;
- IV. Probabilidade e Estatística.

Nesse guia, optamos por escolher quatro descritores para exemplificar como o professor pode analisar e planejar seus próximos passos.

Vamos analisar, em cada uma das quatro áreas, o descritor que apresentou o menor percentual de acerto. Essa escolha permite evidenciar lacunas críticas de aprendizagem e orientar intervenções pedagógicas necessárias.

- Em *Espaço e Forma*, o descritor D125_M - Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema - apresenta 30% de acerto.
- Em *Grandezas e Medidas*, temos o descritor D129_M - Resolver problema envolvendo a área total e/ou volume de um sólido - com 32% de acerto.
- Em *Números, Operações e Álgebra*, o descritor D074_M - Corresponder as representações algébrica e gráfica de uma função exponencial - tem apenas 15% de acerto.
- Por fim, em *Probabilidade e Estatística*, o descritor D064_M - Utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas — apresenta 49% de acerto.

Observando os resultados, percebemos fragilidades em todas as áreas da Matemática. O professor deve identificar essas fragilidades para propor atividades que propiciem a consolidação dessas habilidades por parte dos estudantes.

4.2 Descritor D125_M

Começaremos com o descritor D125_M - Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema. Ele está presente na parte de *Espaço e Forma* da Matriz de Referência das 3^a e 4^a séries do Ensino Médio. Os resultados apresentam um percentual de acerto de apenas **30%**, como podemos observar na Plataforma de Avaliação e Monitoramento do CAEd/UFJF.

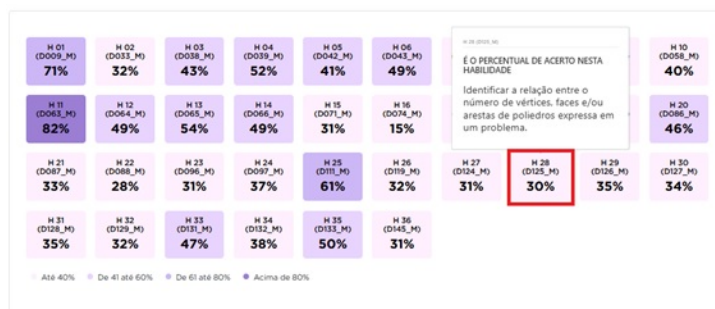


Figura 4 – Percentual de acerto do descritor

Ele tem como objetivo principal avaliar a capacidade do estudante de reconhecer e aplicar a famosa fórmula de Euler ($V - A + F = 2$), que relaciona os elementos fundamentais de poliedros — vértices, faces e arestas — na resolução de problemas contextualizados. Esse conhecimento está diretamente ligado à geometria espacial e à compreensão de estruturas tridimensionais, sendo essencial para o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e da visualização espacial. (DANTE, 2013)

Em primeiro lugar, o estudante precisa desenvolver a compreensão dos conceitos geométricos básicos, sendo capaz de distinguir vértices, arestas e faces em poliedros. Essa distinção, embora aparentemente simples, exige um entendimento da estrutura tridimensional desses sólidos, já que uma confusão entre esses elementos pode levar a erros tanto na visualização quanto na aplicação de fórmulas.

Além disso, ele precisa dominar a aplicação de fórmulas matemáticas, em especial a *Relação de Euler* para poliedros convexos ($V - A + F = 2$), que estabelece uma relação fundamental entre vértices (V), arestas (A) e faces (F). No entanto, essa aplicação não se limita à substituição de valores em uma equação; ela requer que o aluno compreenda as variações dessa fórmula em contextos de maior complexidade, como em poliedros não convexos, onde a relação pode apresentar diferenças. Essa flexibilidade no entendimento matemático permite que o estudante não apenas resolva problemas padrão, mas também adapte seus conhecimentos a situações menos convencionais.

Outra competência avaliada é a capacidade de resolução de problemas, que envolve não apenas a interpretação correta do enunciado, mas também a seleção de estratégias adequadas para chegar à solução. Isso inclui a organização dos dados fornecidos, a identificação do elemento desconhecido e a validação dos resultados obtidos, garantindo que a resposta final faça sentido no contexto geométrico em questão. Essa habilidade é particularmente importante porque muitos problemas relacionados a poliedros exigem um raciocínio composto por várias etapas sucessivas, no qual o aluno precisa articular diferentes conhecimentos para chegar à solução.

Por fim, a visualização espacial desempenha um papel crucial, pois permite ao

estudante relacionar representações bidimensionais, como planificações, com os objetos tridimensionais que elas representam. Essa habilidade é especialmente desafiadora, já que exige que o aluno consiga mentalmente "montar" e "separar" formas geométricas, projetando-as no espaço. A falta dessa capacidade pode dificultar significativamente a compreensão das propriedades dos poliedros e a aplicação das fórmulas adequadas. Também, os alunos frequentemente enfrentam dificuldades específicas ao trabalhar com esse conteúdo. Uma das mais comuns é a confusão entre os elementos geométricos, especialmente em poliedros mais complexos, como dodecaedros e icosaedros, onde o aumento no número de faces, arestas e vértices pode tornar a distinção entre eles menos intuitiva. Além disso, muitos estudantes apresentam dificuldade em abstrair as relações matemáticas quando não conseguem visualizar concretamente o poliedro em questão. Essa limitação pode ser particularmente problemática quando o problema envolve sólidos que não são facilmente representados por modelos físicos ou desenhos simplificados.

Outro obstáculo recorrente são os erros algébricos durante a manipulação da Relação de Euler, especialmente no que diz respeito ao isolamento de variáveis. Equívocos como somar ou subtrair termos incorretamente, ou mesmo esquecer de aplicar as operações inversas adequadamente, podem levar a resultados equivocados, mesmo quando o aluno compreende o conceito geométrico subjacente. Esses erros podem refletir uma fragilidade no domínio de habilidades algébricas básicas, que são pré-requisitos para a aplicação das relações entre vértices, arestas e faces.

O desenvolvimento dessas competências e a superação dessas dificuldades exigem uma abordagem de ensino que combine explicações teóricas claras, atividades práticas de manipulação de sólidos e exercícios progressivos que permitam ao aluno construir gradualmente sua compreensão. Com essa integração entre conceitos, visualização e aplicação prática é possível garantir que o estudante não apenas memorize fórmulas, mas também as utilize de maneira crítica e contextualizada na resolução de problemas geométricos.

4.2.1 Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo

Considerando os resultados do Paebes/Paebes Alfa 2024, o desempenho dos estudantes em itens relacionados ao descritor D125_M evidenciou fragilidades significativas no desenvolvimento de competências fundamentais no campo da *Geometria Espacial*. Tais lacunas demandam uma análise crítica que considere não apenas os conhecimentos isolados, mas sua evolução ao longo das etapas escolares, tomando como referência as habilidades previstas no *Currículo do Espírito Santo* (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES), 2025), especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental.

O descritor avalia a capacidade do estudante de reconhecer e aplicar a relação entre

os elementos constituintes dos poliedros – vértices, arestas e faces – e sua articulação com problemas matemáticos contextualizados. Para desenvolver essa competência de forma sólida e duradoura, é necessário compreender sua progressão curricular, que ocorre ao longo do Ensino Fundamental II e apresenta marcos específicos no currículo capixaba.

No **6º ano**, os estudantes iniciam esse percurso com habilidades voltadas para o reconhecimento e classificação das figuras tridimensionais e para a construção e representação dessas figuras por meio de materiais concretos ou tecnologias digitais, desenvolvendo a percepção da tridimensionalidade. Essas habilidades correspondem à fase inicial do desenvolvimento do pensamento geométrico, que enfatiza a importância da manipulação concreta para a compreensão geométrica. As habilidades trabalhadas aqui são:

- **EF06MA15** – Reconhecer, nomear e classificar figuras tridimensionais (poliedros e corpos redondos), com base em suas características geométricas (número de faces, tipos de faces, vértices e arestas).
- **EF06MA16** – Construir e representar figuras geométricas espaciais com materiais concretos ou tecnologia digital, desenvolvendo a percepção da tridimensionalidade.

Essas habilidades introduzem os conceitos básicos das figuras espaciais e promovem o reconhecimento visual e a manipulação concreta dos elementos estruturais dos sólidos, constituindo a base para o pensamento geométrico tridimensional.

No **7º ano**, amplia-se o foco para a visualização e representação gráfica dos sólidos, promovendo a transição entre o plano e o espaço — um aspecto essencial para o desenvolvimento da visualização espacial. Essa etapa favorece a articulação entre diferentes representações geométricas, consolidando o entendimento da estrutura dos poliedros, desenvolvendo as seguintes habilidades:

- **EF07MA15** – Interpretar e produzir representações planas (vistas, croquis, planificações) de sólidos geométricos, identificando seus elementos.
- **EF07MA16** – Relacionar representações planas com objetos tridimensionais correspondentes, promovendo a compreensão da estrutura dos sólidos.

Nesse estágio, desenvolve-se a habilidade de transitar entre o plano e o espaço, o que é essencial para a compreensão das propriedades dos poliedros e para o desenvolvimento da visualização espacial.

No **8º ano**, ocorre a consolidação dos conhecimentos diretamente ligados ao descritor D125_M, com o estabelecimento e aplicação da Relação de Euler ($V - A + F = 2$) em poliedros convexos, incluindo a resolução e elaboração de problemas contextualizados.

Nesta fase, espera-se que o estudante articule a fórmula com outras propriedades geométricas, refletindo um avanço no nível de abstração e raciocínio matemático, por meio das habilidades:

- **EF08MA14** – Estabelecer e aplicar a Relação de Euler ($V - A + F = 2$) em poliedros convexos, reconhecendo suas limitações e possibilidades de uso.
- **EF08MA15** – Resolver e elaborar problemas que envolvam o número de vértices, arestas e faces de prismas, pirâmides e outros poliedros, utilizando a Relação de Euler e outras estratégias.

Neste momento, espera-se que o estudante compreenda a estrutura dos poliedros de maneira abstrata, aplicando a fórmula de Euler de forma crítica, articulada a dados apresentados nos enunciados e a outras propriedades geométricas.

Já no **9º ano**, a progressão culmina na resolução de problemas envolvendo cálculo e análise de propriedades de diversas figuras espaciais, integrando competências cognitivas como abstração, raciocínio lógico e modelagem geométrica. Essa ampliação de escopo exige do estudante a capacidade de mobilizar conhecimentos de forma integrada e contextualizada. A habilidade dessa etapa é:

- **EF09MA13** – Resolver problemas que envolvam o cálculo e a análise de propriedades de figuras espaciais, como prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas, empregando estratégias diversas, inclusive a visualização e a modelagem geométrica.

Essa habilidade amplia o campo de aplicação dos conhecimentos geométricos, exigindo que o estudante articule múltiplas competências cognitivas – como abstração, raciocínio lógico e resolução de problemas – em contextos diversos.

Considerando essa progressão, observa-se que o domínio do descritor D125_M depende de um encadeamento bem estruturado de habilidades que precisam ser desenvolvidas de forma sequencial e integrada. No entanto, os resultados da avaliação evidenciam dificuldades recorrentes, como a *confusão entre vértices, arestas e faces*, especialmente em poliedros mais complexos, como o dodecaedro ou o icosaedro. Essa dificuldade pode ser atribuída a falhas nas etapas anteriores, sobretudo naquelas relacionadas à visualização e à manipulação de modelos espaciais.

Além disso, muitos estudantes demonstram fragilidade na aplicação da Relação de Euler, não por desconhecimento da fórmula, mas por dificuldades na manipulação algébrica dos dados. Equívocos ao isolar termos ou interpretar os resultados indicam a necessidade de uma articulação mais consistente entre os campos da Álgebra e da Geometria, evitando a fragmentação dos conteúdos matemáticos.

Diante desse cenário, uma intervenção pedagógica voltada ao desenvolvimento do descritor D125_M deve partir da retomada das habilidades previstas no currículo, respeitando sua lógica evolutiva. Recomenda-se a elaboração de *sequências didáticas integradas*, contemplando:

- Atividades de identificação, manipulação e representação de sólidos (EF06MA15 e EF06MA16);
- Representação gráfica e planificação de poliedros (EF07MA15 e EF07MA16);
- Aplicação da Relação de Euler em problemas (EF08MA14 e EF08MA15);
- Resolução de problemas contextualizados com análise de propriedades geométricas (EF09MA13).

Deve-se ainda incorporar tecnologias digitais, materiais concretos e ambientes virtuais de simulação que favoreçam a visualização espacial, além de práticas investigativas que estimulem o pensamento crítico.

É fundamental também adotar uma abordagem diagnóstica e formativa, a fim de identificar em qual etapa da progressão curricular o estudante apresenta lacunas e, assim, personalizar as estratégias de intervenção. Com base na lógica do currículo em espiral, que retoma e aprofunda os conteúdos ao longo dos anos, o planejamento pedagógico torna-se mais coerente e responsivo às reais necessidades dos estudantes.

Assim, a superação dos baixos índices de desempenho no descritor D125_M exige ação pedagógica fundamentada no currículo, na valorização das múltiplas formas de aprendizagem e na integração entre teoria e prática. Só assim será possível garantir que o ensino da Geometria transcenda a memorização de fórmulas e se transforme em uma experiência significativa, crítica e emancipadora, conforme orienta o Currículo do Espírito Santo.

4.2.2 Análise de um item

Além de compreender a progressão da habilidade no currículo oficial — como ocorre no Currículo do Estado do Espírito Santo — o professor deve dedicar-se à análise criteriosa da forma como essa habilidade é avaliada em instrumentos externos padronizados, como o *Paebes/Paebes Alfa*. Essa prática extrapola a mera leitura descritiva da habilidade, exigindo do docente uma postura investigativa e reflexiva que possibilite relacionar o currículo à forma como os conhecimentos são efetivamente exigidos dos estudantes em contextos avaliativos.

É fundamental lembrar que os itens do *Paebes/Paebes Alfa* são sigilosos, o que limita o acesso direto a eles. No entanto, é perfeitamente possível realizar análises com base em itens análogos de outras avaliações externas públicas, como o SAEB, a Prova Brasil, avaliações de redes estaduais e até em bancos de itens disponibilizados por instituições educacionais confiáveis. A partir desses materiais, o professor pode compreender como o descritor é traduzido em situações-problema, quais estratégias de resolução são requeridas, e que obstáculos cognitivos podem surgir para os estudantes.

Exemplo de item para análise:

Camila deseja fabricar uma peça decorativa no formato de um poliedro convexo que tem 12 faces e 30 arestas. Em cada vértice dessa peça, ela utilizará uma pequena esfera de vidro.

Quantas esferas de vidro Camila utilizará, ao todo, para construir essa peça?

- A) 16
- B) 18
- C) 20
- D) 40
- E) 44

Resolução e gabarito:

Para resolver esse item, o estudante deve identificar que se trata de um problema baseado na Relação de Euler para poliedros convexos, que estabelece a fórmula:

$$V - A + F = 2$$

onde:

V = número de vértices

A = número de arestas

F = número de faces

Substituindo os dados do problema:

$$V - 30 + 12 = 2 \Rightarrow V - 18 = 2 \Rightarrow V = 20$$

Logo, Camila utilizará 20 esferas de vidro.

Gabarito: Letra C

Percurso cognitivo esperado do estudante

O percurso cognitivo necessário para que o estudante resolva corretamente este item envolve:

1. Identificação da natureza do sólido (*poliedro convexo*).
2. Reconhecimento da fórmula aplicável (Relação de Euler: $V + F = A + 2$).
3. Substituição correta dos dados fornecidos no enunciado.
4. Isolamento da variável V , utilizando conhecimentos algébricos básicos.
5. Compreensão do contexto: associar o número de vértices à quantidade de esferas utilizadas.

Esse caminho exige que o aluno tenha já consolidado a compreensão dos elementos constituintes dos poliedros e compreenda como aplicá-los a uma fórmula. Além disso, demanda domínio de operações algébricas simples e habilidade de interpretar um problema aplicado ao cotidiano.

Olhando para os distratores

Ao analisar as alternativas incorretas, conhecidas como distratores, em um item de avaliação, é fundamental compreender os possíveis erros conceituais que poderiam levar um estudante a escolhê-las. Essa análise mostra apenas um indicativo do que pode ter causado a escolha do estudante, visto que os distratores são cuidadosamente elaborados para serem plausíveis e refletirem raciocínios equivocados ou dificuldades comuns dos alunos.

- **Alternativa A: 16**

Pode ser escolhida por alunos que tentam aplicar a fórmula de Euler, mas cometem um erro de cálculo na hora de isolar a variável. Por exemplo, subtraem ou somam de forma equivocada os valores (ex: $V = 2 + 12 - 30 = -16$). Também pode indicar confusão na ordem dos elementos da fórmula.

- **Alternativa B: 18**

Possível erro por omissão de uma operação. O aluno pode ter identificado que a relação envolve as três variáveis, mas errou na manipulação algébrica ao desconsiderar a constante (ex: $V = 30 - 12 = 18$).

- **Alternativa D: 40**

É o dobro do número de vértices, o que pode indicar confusão entre vértices e arestas. É comum que alunos confundam esses elementos quando ainda não estão familiarizados com a estrutura tridimensional dos sólidos.

- **Alternativa E: 44**

Número aleatório ou obtido por uma soma direta das faces e arestas ($12 + 30 = 42$), com adição errônea de mais dois, tentando forçar a obtenção do “2” da fórmula de Euler sem compreender seu significado. Isso evidencia um uso mecânico e incorreto da fórmula, sem internalização do conceito.

Cada um desses distratores aponta para dificuldades distintas que o professor pode mapear para propor ações pedagógicas específicas: reforço conceitual sobre elementos dos poliedros, treino em operações algébricas básicas, trabalho com visualização espacial e manipulação de modelos. Analisar exemplos de itens permite ao professor perceber o grau de profundidade com que os estudantes dominam os conceitos envolvidos, e serve como ponto de partida para intervenções pedagógicas estruturadas. Ela deve ser realizada respeitando a similaridade com os avaliados no Paebes/Paebes Alfa para fortalecer a prática docente e contribuir para a construção de uma cultura avaliativa formativa, em que o erro é compreendido como indicador de aprendizagem e oportunidade para replanejamento.

4.3 Descritor D129_M

O descritor D129_M - Resolver problema envolvendo a área total e/ou volume de um sólido, que integra a unidade temática de *Grandezas e Medidas*, avalia a capacidade dos estudantes de resolver problemas envolvendo o cálculo da área total e/ou do volume de sólidos geométricos. Nos resultados do *Paebes/Paebes Alfa 2024*, esse descritor apresentou um percentual de acerto de apenas 32%, evidenciando dificuldades significativas na aprendizagem e aplicação dos conceitos relacionados à geometria espacial.

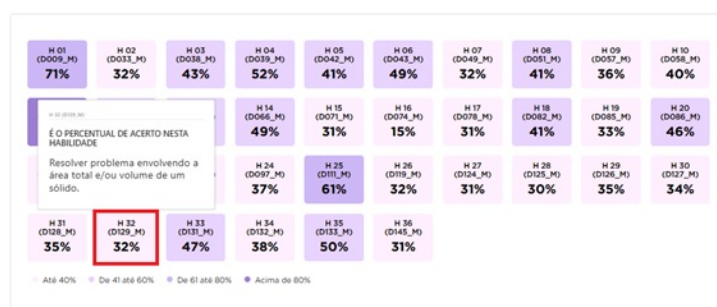


Figura 5 – Percentual de acerto do descritor

A resolução adequada de itens relacionados a esse descritor requer mais do que o conhecimento formal de fórmulas: exige que o estudante compreenda as propriedades dos sólidos — como prismas, cilindros, pirâmides, cones e esferas — e aplique corretamente os procedimentos matemáticos envolvidos, considerando as dimensões fornecidas, as unidades de medida e o contexto apresentado.

Essa habilidade envolve competências cognitivas amplas, como a leitura atenta de enunciados, a análise de dados explícitos ou implícitos, e a capacidade de associar representações planas (como planificações) às figuras tridimensionais correspondentes. Também se espera que o estudante saiba distinguir entre área de superfície e volume, utilizando esse conhecimento para resolver situações do cotidiano, como estimar a quantidade de material necessário para construir ou embalar um objeto.

O descritor não se limita à memorização mecânica de fórmulas, mas requer sua aplicação significativa. Para isso, o estudante deve ser capaz de:

1. Reconhecer o tipo de sólido apresentado;
2. Identificar corretamente as dimensões relevantes;
3. Realizar conversões de unidades, quando necessário;
4. Executar operações com precisão;
5. Avaliar se o resultado obtido é coerente com o problema.

Um desempenho satisfatório nessa habilidade está diretamente relacionado ao domínio de conteúdos e procedimentos consolidados ao longo da escolaridade. É fundamental que o aluno reconheça as características dos sólidos, compreenda o conceito de volume como medida de ocupação do espaço e saiba calcular áreas de superfícies planas. Além disso, é importante que domine operações envolvendo medidas, como multiplicações e potenciações, e desenvolva a capacidade de interpretar textos matemáticos com clareza.

A análise qualitativa do desempenho dos estudantes aponta para dificuldades recorrentes, entre as quais se destaca a confusão entre área lateral, área total e volume. Essa imprecisão conceitual leva muitos alunos a escolherem fórmulas inadequadas ou a aplicá-las de forma incorreta. Outra dificuldade comum é a visualização espacial dos sólidos, o que compromete a compreensão dos dados apresentados e a conexão com a forma geométrica em questão. Mesmo nos casos em que a fórmula correta é identificada, erros operacionais frequentes acabam comprometendo os resultados finais.

Além disso, o esquecimento ou desconhecimento de fórmulas — sobretudo no caso de sólidos menos comuns, como pirâmides e cones — evidencia a necessidade de abordagens didáticas significativas. É fundamental investir em estratégias que favoreçam

a compreensão visual e prática da geometria, com o uso de materiais concretos, recursos digitais, modelagens e atividades contextualizadas, que estimulem a construção ativa do conhecimento e promovam uma aprendizagem duradoura.

4.3.1 Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo

A compreensão e o domínio dos conceitos relacionados ao descritor D129_M são construídos de forma gradual ao longo do Ensino Fundamental, conforme prevê o *Currículo do Espírito Santo*. Essa construção não ocorre de maneira isolada, mas está inserida em uma trajetória contínua de desenvolvimento do pensamento geométrico e da capacidade de resolver problemas envolvendo formas tridimensionais em contextos diversos.

A introdução a esse campo do conhecimento tem início ainda no **5º ano**, por meio da habilidade:

- **EF05MA18** – Identificar e comparar sólidos geométricos (poliedros e corpos redondos), com base em representações tridimensionais e em planificações, reconhecendo elementos como vértices, arestas e faces.

Essa etapa inicial é essencial para familiarizar os estudantes com os objetos espaciais e desenvolver competências de visualização e reconhecimento de características estruturais dos sólidos, que serão retomadas e aprofundadas nos anos seguintes.

No **6º ano**, inicia-se o estudo sistemático das medidas de superfície com a habilidade:

- **EF06MA18** – Resolver problemas envolvendo o cálculo da área de figuras planas, como quadrados, retângulos, triângulos, paralelogramos e trapézios, utilizando fórmulas e estratégias adequadas.

Essa habilidade constitui a base para o futuro cálculo da área total de sólidos, pois compreende a análise e a composição de áreas das figuras que compõem as faces dos prismas e cilindros.

No **7º ano**, os estudantes são introduzidos ao conceito de volume por meio da habilidade:

- **EF07MA21** – Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo de volume de paralelepípedos e cubos, utilizando unidades de medida padrão.

A noção de volume, enquanto medida da ocupação do espaço, marca uma ampliação da compreensão geométrica e inicia a transição da análise bidimensional para a tridimensional, consolidando os fundamentos para o estudo dos sólidos.

No **8º ano**, a progressão prossegue com a generalização do conceito de volume:

- **EF08MA20** – Resolver e elaborar problemas envolvendo o cálculo de volume de prismas e cilindros, com base em diferentes unidades de medida.

Essa habilidade aproxima o estudante dos sólidos abordados no descritor D129_M, promovendo uma visão analítica sobre a estrutura e a composição desses objetos espaciais.

Já no **9º ano**, a abordagem torna-se mais abrangente e complexa, conforme prevê a habilidade:

- **EF09MA21** – Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo de áreas de superfícies e volumes de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas, por meio de expressões e fórmulas adequadas.

Nesse estágio, espera-se que o estudante consiga aplicar os conhecimentos acumulados em situações-problema contextualizadas, mobilizando estratégias de cálculo, análise de dados e interpretação geométrica em níveis mais elevados de exigência cognitiva.

Essa sequência curricular demonstra que a competência avaliada pelo descritor D129_M está alicerçada em um percurso de aprendizagem progressivo, que combina o desenvolvimento da visualização espacial, a compreensão das propriedades geométricas e a aplicação de fórmulas em contextos significativos. Entretanto, os dados do Paebes/Paebes Alfa 2024 revelam que muitos estudantes chegam ao Ensino Médio sem dominar plenamente essas etapas anteriores.

As evidências indicam a existência de *rupturas ou descontinuidades* no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo na transição entre a compreensão das figuras planas e a aplicação prática no cálculo da área de superfícies de sólidos. Dificuldades recorrentes incluem a incapacidade de identificar corretamente as faces que compõem um prisma ou cilindro, a aplicação inadequada das fórmulas de área ou a confusão entre área total e volume. Essas falhas indicam que, mesmo quando a fórmula está memorizada, o raciocínio geométrico necessário para utilizá-la corretamente não foi plenamente consolidado.

Outro aspecto crítico é a limitação no uso de estratégias de decomposição e reconfiguração de superfícies, que são fundamentais para o cálculo da área total. Isso sugere que o ensino tem se concentrado excessivamente na técnica, em detrimento da compreensão conceitual e da resolução de problemas com significado para o estudante.

Diante desse quadro, torna-se urgente a adoção de práticas pedagógicas que respeitem a lógica da progressão curricular, oferecendo oportunidades para que os estudantes retomem e aprofundem as habilidades essenciais. Recomenda-se o uso de recursos como:

- Modelagem concreta de sólidos com materiais manipuláveis;
- Uso de softwares de geometria dinâmica e objetos digitais de aprendizagem;
- Situações-problema contextualizadas, que favoreçam a construção do conceito de área total;
- Estratégias de diferenciação pedagógica, que considerem os diferentes níveis de apropriação do conhecimento.

Além disso, é fundamental o investimento em processos avaliativos diagnósticos e formativos, que permitam identificar as lacunas individuais e coletivas na trajetória dos estudantes. Com base nesses diagnósticos, o planejamento pode ser ajustado de forma precisa, permitindo intervenções específicas que resgatem as habilidades não consolidadas.

Portanto, o fortalecimento do desempenho no descritor D129_M exige uma abordagem didática coerente com o currículo, pautada na integração entre teoria e prática, no estímulo ao raciocínio geométrico e no uso de contextos significativos. Essa perspectiva garante não apenas melhores resultados em avaliações externas, mas, sobretudo, uma formação matemática robusta e funcional, conforme os princípios do Currículo do Espírito Santo.

4.3.2 Análise de um item

O descritor é cobrado em avaliações externas em itens como o que veremos a seguir:

Exemplo de item para análise:

Um caminhão-tanque foi adquirido por uma empresa para transportar leite. O tanque tem a forma de um cilindro reto, com 12 metros de altura e diâmetro da base de 3 metros.

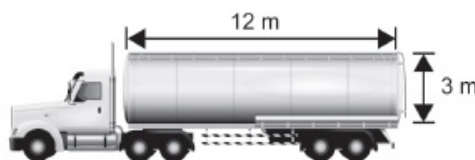


Figura 6 –

Considere $\pi = 3,14$.

Qual o volume máximo, em metros cúbicos, que esse tanque pode armazenar?

- A) 17,39
- B) 56,52
- C) 84,78
- D) 339,12
- E) 678,24

O item em análise propõe um problema contextualizado sobre cálculo de volume de um cilindro, representando uma situação prática: o transporte de leite por um caminhão-tanque. Trata-se de um item típico do descritor D124_M, que avalia a capacidade do estudante de aplicar a fórmula do volume de sólidos geométricos em contextos diversos. Essa abordagem de problemas contextualizados, que busca relacionar os conteúdos matemáticos a situações práticas do dia a dia, é um pilar na didática da matemática, sendo amplamente explorada em obras de Luiz Roberto Dante, como *Matemática: Contexto & Aplicações* (DANTE, 2023), que oferece seções dedicadas a “Outros contextos” e “Pensando no Enem”. No mesmo texto, a seção “Outros contextos” é explicitamente criada para formular, resolver e interpretar situações-problema relacionadas a situações reais e/ou a outras disciplinas. A didática da resolução de problemas também é central em *Didática da resolução de problemas de Matemática* (SOUZA, 2022), que define Situações-Problema como parte do dia a dia do estudante, que necessitam de conhecimentos matemáticos para serem resolvidos.

Itens contextualizados ou com situações-problema servem como estímulo para a resposta do estudante. O objetivo aqui é verificar se o aluno consegue reconhecer que o corpo descrito é um cilindro, identificar corretamente suas dimensões e aplicar a fórmula matemática correspondente, considerando os dados fornecidos, inclusive a aproximação de $\pi = 3,14$. Essa exigência avaliativa vai além da mera memorização de fórmulas, buscando a aplicação significativa do conhecimento. Este é um princípio alinhado à filosofia de ensino presente nas obras de Luiz Roberto Dante (DANTE, 2023), que, citando Aristóteles, defende que “*A questão primordial não é o que sabemos, mas como o sabemos*”. Para um desempenho satisfatório nesse tipo de habilidade, é fundamental que o estudante não apenas conheça a fórmula, mas compreenda o conceito de volume como medida de ocupação do espaço e as propriedades dos sólidos geométricos.

O item apresenta as seguintes informações: o cilindro tem 12 metros de altura e um diâmetro de base de 3 metros. Como a fórmula do volume do cilindro é dada por

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

o estudante precisa primeiro identificar que o raio é a metade do diâmetro — ou seja, 1,5 metros. Substituindo os valores na fórmula, temos:

$$\begin{aligned}V &= 3,14 \times (1,5)^2 \times 12 \\ &= 3,14 \times 2,25 \times 12 \\ &= 3,14 \times 27 = 84,78 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

Portanto, a alternativa correta é a letra C) 84,78.

Percurso cognitivo esperado do estudante

Um percurso cognitivo que o estudante pode seguir para resolver corretamente o item inclui várias etapas integradas:

- Reconhecimento da figura geométrica envolvida na situação descrita (um cilindro reto).
- Identificação das medidas relevantes: altura (12 metros) e diâmetro da base (3 metros), e conversão do diâmetro em raio (1,5 metros).

Conhecimento da fórmula do volume de um cilindro: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$.

Substituição correta dos valores e execução das operações matemáticas com precisão, incluindo a elevação ao quadrado, multiplicações e uso da aproximação de π .

A correta mobilização dessas habilidades envolve, além da memorização de fórmulas, a capacidade de interpretar textos matemáticos, reorganizar dados e aplicar conhecimentos geométricos em contextos aplicados.

Olhando para os distratores

A presença de distratores bem construídos nesta questão permite inferir quais obstáculos conceituais ou operacionais interferem na aprendizagem dos estudantes. A seguir, são analisadas as causas mais prováveis de cada erro:

- **Alternativa A: 17,39**

Essa resposta pode ter origem em um erro de cálculo, possivelmente decorrente da aplicação equivocada da fórmula ou da utilização do diâmetro como se fosse o raio. Se o estudante toma 3 metros como raio, teremos:

$$V = 3,14 \times 3^2 \times 12 = 3,14 \times 9 \times 12 = 339,12.$$

Mas esse é o valor da alternativa D. Assim, 17,39 pode ter surgido de uma operação parcial (por exemplo, $3,14 \times 2,25 \times 2,5$), confundindo o fator da altura ou algum passo intermediário truncado, ou mesmo de uma tentativa malsucedida de cálculo com aproximações grosseiras.

- **Alternativa B: 56,52**

Essa resposta possivelmente resulta da omissão de uma das multiplicações. Por exemplo:

$$3,14 \times 2,25 \times 8 = 56,52.$$

Isso indicaria que o estudante considerou uma altura menor, possivelmente confundindo com o raio ou realizando trocas indevidas entre as variáveis, algo comum em alunos com dificuldades em distinguir os elementos do cilindro.

- **Alternativa D: 339,12**

Esta alternativa representa um erro bastante frequente entre os estudantes: utilizar o diâmetro como raio. Substituindo $r = 3$ na fórmula:

$$V = 3,14 \times 9 \times 12 = 339,12.$$

Trata-se de um erro conceitual típico, que revela a fragilidade na compreensão da estrutura do cilindro e a confusão entre raio e diâmetro. Esse erro, embora matematicamente bem processado, indica um problema conceitual básico e precisa ser combatido com atividades de visualização e manipulação de sólidos.

- **Alternativa E: 678,24**

Aqui, observa-se uma multiplicação excessiva. É provável que o estudante tenha calculado:

$$3,14 \times 9 \times 24 = 678,24.$$

Esse resultado indicaria um erro duplo: além de usar incorretamente o diâmetro como raio ($r = 3$), ele ainda dobra a altura (12×2), talvez confundindo o volume com o de dois tanques ou simplesmente manipulando mal os fatores. Essa resposta pode também decorrer de tentativas de “ajustar” os cálculos com valores arredondados, sem domínio do processo.

O item analisado oferece uma avaliação precisa da habilidade de aplicar fórmulas de volume em situações contextualizadas, mas também permite inferir lacunas conceituais fundamentais. Os erros mais frequentes decorrem da confusão entre raio e diâmetro, do desconhecimento da estrutura do cilindro e de dificuldades operacionais básicas com números decimais e multiplicações.

Essas observações indicam a necessidade de intervenções didáticas que enfatizem o letramento geométrico, com uso de modelos físicos ou digitais, abordagens visuais para

identificação de elementos dos sólidos e sequências didáticas que integrem interpretação, cálculo e contextualização. Trabalhos com resolução de problemas em etapas e a verificação do sentido das respostas (por exemplo, perguntar-se se o volume calculado “faz sentido” para um tanque de leite) também são estratégias relevantes para o desenvolvimento de uma compreensão sólida da geometria espacial no Ensino Médio.

4.4 Descritor D074_M

No campo de *Operações e Álgebra*, o descritor D074_M - Corresponder as representações algébrica e gráfica de uma função exponencial, destaca-se negativamente nos resultados do Paebes/Paebes Alfa 2024, apresentando apenas 15% de acerto — o menor percentual entre todos os descritores avaliados nesta edição. Essa estatística evidencia um grande desafio enfrentado pelos estudantes ao relacionar diferentes representações da função exponencial, especificamente as formas algébrica e gráfica.

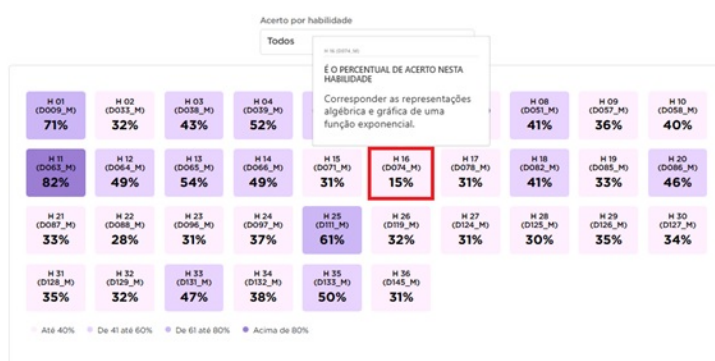


Figura 7 – Percentual de acerto do descritor

Essa habilidade representa um ponto de chegada importante na trajetória de aprendizagem da Matemática, especialmente no Ensino Médio. A competência avaliada exige que o estudante compreenda a estrutura da função exponencial, reconhecendo suas características fundamentais, e consiga relacionar expressões algébricas — como $f(x) = a \cdot b^x$ — com seus respectivos comportamentos gráficos, incluindo crescimento, decrescimento, interseções e concavidade.

O ponto focal do descritor D074_M está na capacidade de associar corretamente os parâmetros da expressão algébrica com as transformações observadas no gráfico correspondente. Isso implica um entendimento aprofundado do papel da base da potência, do efeito de multiplicadores, deslocamentos e simetrias.

Além disso, a habilidade exige a identificação visual de propriedades fundamentais da função exponencial, como a assíntota, o domínio, o contradomínio e o ponto de interseção com o eixo y . A assíntota horizontal da função exponencial é uma linha que o

gráfico se aproxima à medida que o valor de x se torna muito grande (positivo ou negativo), mas nunca cruza. Para a função exponencial padrão, o eixo das abscissas ($y = 0$) atua como uma assíntota, o que significa que o gráfico nunca o intercepta e, portanto, a função não possui zeros. O domínio de uma função exponencial é o conjunto dos números reais. O ponto de intersecção do gráfico com o eixo das ordenadas (eixo y) é o par ordenado $(0, 1)$ para a forma básica da função exponencial. A imagem da função exponencial é o semieixo $y > 0$.

A compreensão da função exponencial também passa pela distinção entre a “imagem da função” e o “conjunto imagem”. Em termos gerais, a “imagem da função” refere-se ao valor específico de y correspondente a um determinado valor do domínio, enquanto o “conjunto imagem” abrange todos os valores de y que a função pode assumir, ou seja, a coleção de todas as imagens possíveis da função. Para a função exponencial, o conjunto imagem é sempre o conjunto dos números reais positivos.

Para que essa habilidade seja consolidada, espera-se que o estudante tenha desenvolvido, ao longo de sua formação, as seguintes competências:

- **Compreensão do conceito de potência com expoente real e suas propriedades:** As propriedades da potenciação são um pré-requisito fundamental para o estudo das funções exponenciais. O trabalho de Dante (DANTE, 2023) sugere que os alunos retomem as propriedades da potenciação para expoentes naturais e compreendam que números maiores que zero, quando elevados a um expoente negativo, resultam em um número menor que 1.
- **Leitura e interpretação de gráficos no plano cartesiano:** A familiaridade com o sistema de coordenadas cartesianas é crucial para o estudo das funções. Dante (DANTE, 2023) destaca a importância da interpretação de gráficos para a compreensão do comportamento das funções.
- **Reconhecimento de padrões de crescimento e decrescimento:** Característica essencial das funções exponenciais.
- **Capacidade de transitar entre diferentes representações matemáticas (algébrica, gráfica e tabular):** A coleção de Dante *Matemática: Contexto & Aplicações* (DANTE, 2023) busca capacitar o estudante para empregar corretamente os conceitos e procedimentos algébricos, incluindo o uso do conceito de função e suas várias representações (gráficos, tabelas, fórmulas). A coleção visa ajudar o aluno a construir e desenvolver conceitos e procedimentos matemáticos, compreendendo e atribuindo significado ao que está fazendo, evitando a memorização mecânica e utilizando situações-problema contextualizadas. Essa coleção também inclui seções como

“Outros contextos” e “Pensando no Enem”, que favorecem a interdisciplinaridade e a aplicação dos conteúdos.

- **Conhecimento das transformações que ocorrem na função exponencial a partir da variação dos parâmetros a e b :** É fundamental entender o papel dos parâmetros na expressão algébrica e como suas alterações impactam o gráfico da função. As variações na base da potência (a) e no coeficiente multiplicativo (b) mudam o comportamento da função, alterando seu crescimento ou decrescimento, abertura e orientação no gráfico.

As dificuldades associadas ao descritor D074_M podem ser explicadas por uma série de fatores. Em primeiro lugar, muitos estudantes apresentam fragilidades nos conceitos básicos de funções, especialmente quanto à interpretação de gráficos e à relação entre variáveis dependentes e independentes. Isso compromete a leitura de comportamentos como crescimento exponencial, que exige uma percepção qualitativa do gráfico para além da simples leitura de pontos.

Além disso, a função exponencial, embora presente no currículo do Ensino Médio, nem sempre é abordada com ênfase suficiente ou por meio de estratégias significativas. O ensino focado apenas em procedimentos algébricos, sem articulação com a visualização gráfica, dificulta a formação de uma compreensão integrada. Soma-se a isso a escassez de recursos visuais e digitais nas práticas pedagógicas, que poderiam facilitar a associação entre fórmula e gráfico, bem como a ausência de situações contextualizadas que deem sentido à aplicação dessa função em fenômenos reais, como crescimento populacional ou processos de decaimento.

Outro ponto crítico é a dificuldade em reconhecer os efeitos que pequenas alterações nos parâmetros da função provocam no gráfico. Por exemplo, alterações na base da potência (b) mudam o comportamento da função de crescente para decrescente, enquanto mudanças no coeficiente multiplicativo (a) afetam a abertura e a orientação do gráfico. Essa sensibilidade aos parâmetros exige dos estudantes um grau elevado de abstração e domínio conceitual, que muitas vezes não estão plenamente desenvolvidos.

Portanto, o desempenho insatisfatório no descritor D074_M indica a necessidade de se rever as estratégias de ensino da função exponencial. É importante promover abordagens que integrem a análise algébrica e gráfica desde o início do estudo de funções, incentivando o uso de tecnologias, como softwares de gráficos dinâmicos, simulações e atividades investigativas. O trabalho com múltiplas representações, aliado à contextualização e à resolução de problemas reais, pode favorecer a compreensão conceitual e o desenvolvimento da fluência matemática exigida por essa habilidade.

4.4.1 Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo

O descritor D074_M avalia uma habilidade que se desenvolve ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental e se consolida no Ensino Médio, conforme previsto na BNCC e no Currículo do Espírito Santo (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES), 2025). A seguir, destacam-se as habilidades que compõem essa trajetória de aprendizagem.

No **7º ano do Ensino Fundamental**, os estudantes iniciam a construção de repertório que lhes permitirá compreender o comportamento de funções. A habilidade relacionada é:

- **EF07MA15** – Resolver e elaborar problemas que envolvam potenciação e radiciação com números racionais.

Essa habilidade, embora não aborde diretamente o conceito de função, introduz o aluno à ideia de crescimento multiplicativo, fundamental para a compreensão futura de funções exponenciais.

No **8º ano do Ensino Fundamental**, o currículo avança no sentido de apresentar explicitamente o conceito de função e sua representação. As habilidades envolvidas são:

- **EF08MA06** – Resolver e elaborar problemas que envolvam variação proporcional direta ou inversa entre grandezas.
- **EF08MA07** – Associar a representação algébrica de uma função afim ao seu gráfico e vice-versa, com o uso de tecnologias digitais ou outros recursos.

Essas habilidades marcam o início da compreensão das relações entre grandezas e da equivalência entre representações algébricas e gráficas, fomentando a construção do conceito de função.

No **9º ano do Ensino Fundamental**, ocorre a ampliação da compreensão funcional, com ênfase na leitura e comparação de diferentes registros de representação. A habilidade correspondente é:

- **EF09MA06** – Reconhecer e utilizar representações algébricas e gráficas de funções em diferentes contextos.

Aqui, espera-se que o estudante seja capaz de interpretar e utilizar essas representações na resolução de problemas, consolidando a transição do pensamento aritmético para o algébrico.

Na **1ª série do Ensino Médio**, o estudo das funções torna-se mais sistemático, com ênfase nas análises de comportamento e interpretação contextualizada. A habilidade associada é:

- **EM13MAT102** – Analisar as variações de uma função a partir de suas representações algébrica e gráfica, com e sem o uso de tecnologias digitais, em diferentes contextos.

O aluno deve desenvolver a capacidade de identificar características como crescimento, decréscimo, domínio e imagem por meio da leitura e análise de gráficos e expressões algébricas.

Na **2ª série do Ensino Médio**, amplia-se o repertório funcional, incluindo novas classes de funções e suas particularidades. A habilidade relevante é:

- **EM13MAT103** – Comparar e analisar, por meio de representações algébricas, gráficas e tabulares, funções polinomiais, exponenciais e logarítmicas, considerando seus domínios, crescimento ou decréscimo, raízes, sinais e comportamento assintótico.

A partir dessa habilidade, aprofunda-se o processo de identificação das funções por meio de múltiplos registros, o que requer domínio de seus aspectos conceituais e gráficos.

Por fim, na **3ª série do Ensino Médio**, espera-se que o estudante consolide sua capacidade de reconhecer funções e suas representações em diferentes contextos, mesmo sem realizar construções ou cálculos complexos. Essa consolidação está em consonância com as exigências do descritor D074_M, ao requerer a leitura e interpretação funcional em registros diversos, mobilizando o repertório construído ao longo das etapas anteriores.

4.4.2 Análise de um item

A seguir, temos um exemplo de item que pode ser trabalhado em sala de aula e que o professor pode utilizar a fim de compreender melhor as demandas dos estudantes em relação ao descritor D074_M.

Observe abaixo o gráfico de uma função do tipo $f(x) = a^x + b$, sendo a e b números reais, com $a > 0$ e $a \neq 1$.

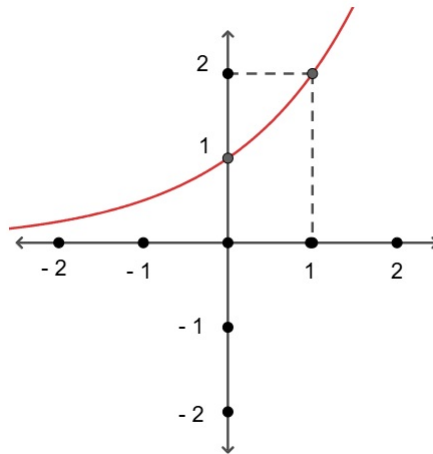


Figura 8 –

Qual é a lei de formação dessa função?

- A) $f(x) = 2^x$
- B) $f(x) = 3^x$
- C) $f(x) = 2^x + 1$
- D) $f(x) = 3^x - 1$
- E) $f(x) = \sqrt{2^x} - 1$

Para resolver esse item, o estudante deve observar os elementos-chave do gráfico fornecido: o comportamento da curva, os pontos pelos quais ela passa, sua concavidade e sua interseção com o eixo y .

O gráfico apresentado mostra uma função exponencial crescente, o que indica que a base a é maior que 1. Além disso, nota-se que o gráfico intercepta o eixo y no ponto $(0, 1)$, o que significa que:

$$f(0) = a^0 + b = 1 + b.$$

Se $f(0) = 1$, então $b = 0$, e a função é do tipo:

$$f(x) = a^x.$$

Analisando também o ponto $(1, 2)$ — que parece estar sobre a curva — podemos verificar:

$$f(1) = a^1 = a = 2.$$

Logo, a função que satisfaz essas duas condições é:

$$f(x) = 2^x.$$

Portanto, a alternativa correta é a letra A: $f(x) = 2^x$.

Percurso cognitivo esperado do estudante

O percurso cognitivo ideal que o estudante deve seguir envolve:

- Reconhecimento do tipo da função (exponencial crescente);
- Leitura precisa dos pontos marcados no gráfico (por exemplo, $(0, 1)$ e $(1, 2)$);
- Substituição dos valores nas expressões algébricas fornecidas nas alternativas;
- Verificação da coerência com o gráfico, considerando o ponto de interseção com o eixo y e o padrão de crescimento exponencial.

Esse percurso exige que o estudante compreenda não apenas a definição formal de função exponencial, mas também desenvolva a capacidade de ler e interpretar graficamente os parâmetros envolvidos, como a base a e o deslocamento vertical b .

Olhando para os distratores

Cada uma das alternativas incorretas está associada a erros conceituais frequentes, que merecem atenção pedagógica. Vejamos:

- **Alternativa B:** $f(x) = 3^x$

Essa opção representa uma função exponencial crescente com base maior que a correta. Se o estudante reconhece que a curva é exponencial e crescente, mas não analisa os pontos específicos do gráfico, pode inferir equivocadamente que a base seria 3, pois isso implica um crescimento mais rápido. Trata-se de um erro de superestimação da taxa de crescimento, associado a uma leitura visual superficial.

- **Alternativa C:** $f(x) = 2^x + 1$

Essa função representa uma translação vertical da função correta: ela também é exponencial crescente, com base 2, mas deslocada uma unidade acima. Isso implica que $f(0) = 2$, o que não é compatível com o gráfico apresentado, que intercepta o eixo y em 1. O estudante que escolhe essa alternativa provavelmente reconheceu a base correta, mas não compreendeu o efeito do termo constante b na translação do gráfico.

- **Alternativa D:** $f(x) = 3^x - 1$

Aqui, temos uma base incorreta (3 em vez de 2) e um deslocamento vertical negativo. A função resultante seria uma curva que intercepta o eixo y no ponto $f(0) = 3^0 - 1 = 1 - 1 = 0$, o que também não condiz com o gráfico. O estudante que escolhe essa alternativa pode estar tentando ajustar visualmente o gráfico, mas falha em avaliar corretamente os pontos de interseção. Esse erro revela confusão tanto no valor da base quanto no entendimento do parâmetro b .

- **Alternativa E:** $f(x) = \sqrt{2^x} - 1$

Essa função apresenta uma estrutura ainda mais complexa: envolve uma raiz quadrada de uma função exponencial, com um deslocamento vertical negativo. Embora cresça, o crescimento é mais lento do que o de 2^x , e o ponto de interseção com o eixo y é $f(0) = \sqrt{1} - 1 = 0$, novamente divergente do ponto $(0, 1)$ do gráfico. Esse tipo de escolha pode estar ligado à tentativa de corrigir visualmente o gráfico com uma manipulação algébrica inadequada, ou à confusão com o formato da função. Essa opção é tecnicamente válida como função exponencial (já que $\sqrt{2} > 1$), mas implica uma taxa de crescimento menor que a de 2^x e apresenta um deslocamento negativo. A função interceptaria o eixo y em 0 (já que $\sqrt{2^0} - 1 = 0$), o que não condiz com o gráfico dado. A escolha desta alternativa pode ocorrer entre estudantes que reconhecem a estrutura da função exponencial, mas não têm domínio suficiente para comparar crescimentos relativos ou interpretar corretamente o deslocamento vertical.

O item é bem estruturado e está plenamente alinhado ao descritor D074_M, pois exige do estudante a articulação entre a representação gráfica e a simbólica de uma função exponencial.

A resolução requer que o estudante mobilize conhecimentos sobre:

- o comportamento típico de curvas exponenciais;
- os efeitos dos parâmetros a (base) e b (deslocamento vertical);
- a leitura de pontos específicos do gráfico, como o valor de $f(0)$;
- e a análise do padrão de crescimento da função $f(x)$.

A clareza do enunciado, aliada a alternativas bem construídas (inclusive os distratores), favorece tanto a avaliação diagnóstica quanto a intervenção pedagógica voltada à consolidação do letramento funcional em Matemática, especialmente no campo das funções.

Os distratores foram cuidadosamente construídos para diagnosticar diferentes níveis de compreensão e possíveis equívocos: desde erros conceituais mais profundos, como a confusão entre base e coeficiente, até enganos sutis relacionados a translações verticais. Esses erros fornecem ao professor insumos valiosos para planejar intervenções pedagógicas focadas na construção do conceito de função exponencial e suas representações múltiplas. Assim, o item contribui significativamente para avaliar o grau de consolidação do raciocínio funcional dos estudantes e pode ser utilizado tanto em contextos avaliativos quanto formativos. Atividades que envolvam a manipulação gráfica, a comparação entre funções com diferentes bases e deslocamentos, e o uso de tecnologias como o GeoGebra podem reforçar essas habilidades de forma mais visual e intuitiva.

4.5 Descritor D064_M

Dando continuidade à análise dos resultados do Paebes/Paebes Alfa 2024, observa-se que o descritor D064_M - Utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas, pertencente ao eixo de *Probabilidade e Estatística*, alcançou um percentual de acerto de 49%. Embora esse resultado seja o melhor em comparação a outros descritores, ele ainda revela dificuldades consideráveis por parte dos estudantes do Ensino Médio no que se refere ao uso de representações visuais na resolução de problemas.

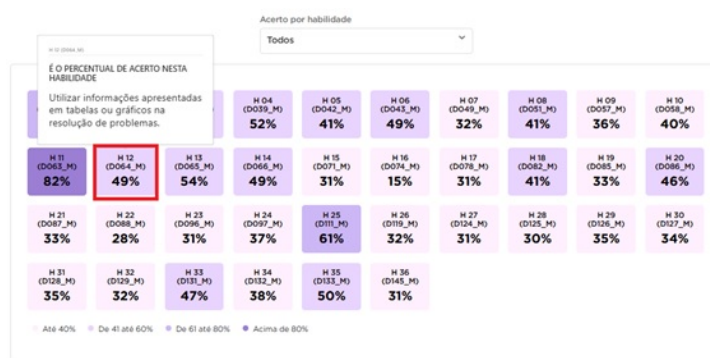


Figura 9 – Percentual de acerto do descritor

A habilidade avaliada por esse descritor não se limita à identificação superficial de dados apresentados em gráficos ou tabelas. Ao contrário, trata-se de uma competência que exige a mobilização de diversas capacidades cognitivas, como interpretação crítica, raciocínio lógico e articulação com conhecimentos matemáticos e extramatemáticos. O foco da avaliação é verificar se o estudante é capaz de compreender e utilizar as informações contidas em diferentes tipos de representações — como gráficos de colunas, barras, linhas, setores, pictogramas ou tabelas diversas — para resolver situações-problema de maneira contextualizada e fundamentada.

O descritor D064_M demanda do estudante uma leitura compreensiva e funcional das representações gráficas e tabulares. A expectativa é que ele seja capaz de:

- Identificar variáveis e categorias envolvidas;
- Compreender escalas, intervalos e unidades de medida;
- Reconhecer padrões, tendências ou variações nos dados apresentados;
- Relacionar os dados com o problema proposto;
- Realizar inferências e tomar decisões a partir das informações coletadas.

Essa habilidade é fortemente interdisciplinar e tem valor formativo para além da Matemática, pois permite ao aluno ler criticamente informações veiculadas em relatórios, notícias, campanhas de saúde pública e outros contextos sociais. Em uma sociedade cada vez mais orientada por dados, o domínio dessa competência é essencial para o exercício da cidadania e para o enfrentamento de desafios do cotidiano, como interpretar pesquisas de opinião, analisar indicadores econômicos ou compreender estatísticas de trânsito.

Para que os estudantes desenvolvam essa habilidade de forma sólida, é necessário que eles tenham construído, ao longo de sua trajetória escolar, uma base consistente nas seguintes áreas:

- Alfabetização matemática voltada à leitura de gráficos e tabelas;
- Noções de proporcionalidade, percentuais e médias;
- Compreensão de representações visuais e simbólicas de dados;
- Habilidades de análise e síntese de informações;
- Domínio de operações básicas e interpretação de problemas verbais.

Apesar de o percentual de acerto ser superior ao de outros descritores, os resultados revelam lacunas importantes. Entre as dificuldades recorrentes, destacam-se a leitura mecânica ou apressada das representações, sem uma análise crítica do conteúdo; a desatenção aos elementos estruturais dos gráficos, como legendas, escalas ou categorias; e a confusão entre dados absolutos e relativos. Muitos estudantes também apresentam dificuldade para selecionar as informações relevantes ao problema proposto, ou para interpretar corretamente o que está sendo solicitado.

Outro ponto preocupante é a tendência de se apoiar apenas na aparência visual do gráfico — por exemplo, no tamanho das colunas ou setores — sem considerar suas

proporções reais, o que pode levar a respostas equivocadas. Essa superficialidade na leitura revela a necessidade de desenvolver uma abordagem mais crítica e investigativa nas práticas pedagógicas.

Portanto, o baixo desempenho no descritor D064_M reforça a importância de práticas de ensino que estimulem a leitura ativa e significativa de dados. A exploração de gráficos e tabelas deve ser feita de forma contextualizada, com a proposição de situações-problema reais e relevantes para os estudantes, que os desafiem a interpretar, argumentar, tomar decisões e justificar suas conclusões com base em evidências. É essencial que o ensino de Matemática vá além da técnica e promova o letramento estatístico como ferramenta de compreensão do mundo e de atuação consciente na sociedade.

4.5.1 Progressão da Habilidade no Currículo do Espírito Santo

A habilidade avaliada pelo descritor D064_M possui uma progressão que se inicia já nos primeiros anos do Ensino Fundamental e se consolida ao longo do Ensino Médio, conforme delineado no Currículo do Espírito Santo. A seguir, são apresentadas as habilidades que compõem essa trajetória.

No **1º ano do Ensino Fundamental**, a introdução à organização e leitura de dados simples é trabalhada por meio da habilidade:

- **EF01MA18** – Organizar informações simples em listas e tabelas.

Essa etapa inicial estimula o estudante a compreender a estrutura básica de dados, preparando-o para representações mais complexas.

No **2º e 3º anos do Ensino Fundamental**, a variedade de representações visuais é ampliada, com as habilidades:

- **EF02MA20** – Ler e interpretar gráficos de colunas simples.
- **EF03MA20** – Ler e interpretar gráficos de barras.

Esse período é marcado pela familiarização com diferentes tipos de gráficos, o que favorece a ampliação do repertório visual e a compreensão das informações que cada formato pode expressar.

Nos anos finais do Ensino Fundamental, especialmente no **5º e 9º anos**, o foco passa a ser a análise e a construção de representações mais complexas:

- **EF05MA26** – Interpretar e construir tabelas e gráficos para representar e analisar dados estatísticos.

- **EF09MA26** – Analisar criticamente dados apresentados em diferentes formatos e comparar representações.

Essas habilidades exigem do estudante não apenas a leitura mecânica, mas também a capacidade de estabelecer relações entre os dados, avaliar sua coerência e interpretar seu significado no contexto.

Ao ingressar no Ensino Médio, espera-se que o estudante vá além da simples leitura de gráficos, utilizando-os como ferramentas para sustentar argumentos, resolver problemas e comunicar conclusões. Isso está em consonância com as competências gerais da BNCC e com as habilidades específicas da área de Matemática. Contudo, os resultados do Paebes/Paebes Alfa 2024 indicam que essa consolidação apresenta fragilidades significativas.

Entre as principais dificuldades apontadas, destacam-se a confusão na interpretação dos elementos estruturais dos gráficos — como escalas, eixos, unidades de medida e categorias — e a dificuldade em relacionar os dados apresentados ao enunciado do problema. Essas lacunas evidenciam a fragilidade na integração entre a leitura da linguagem natural e a linguagem matemática, prejudicando a resolução adequada de itens e questões

Além disso, observa-se uma tendência preocupante à leitura superficial dos gráficos, em que muitos estudantes baseiam suas respostas apenas na aparência visual, sem uma análise crítica do conteúdo, da fonte dos dados ou das possíveis implicações das informações apresentadas. Esse cenário reforça a necessidade de práticas pedagógicas que promovam uma leitura ativa, crítica e integrada das representações gráficas e tabulares, articulando habilidades matemáticas e de compreensão textual, como recomendam autores especializados em letramento estatístico e didática da Matemática.

Dessa forma, o fortalecimento da competência relacionada ao descritor D064_M requer intervenções pedagógicas que estimulem a análise contextualizada dos dados, o uso de recursos tecnológicos e a resolução de problemas reais, para que os estudantes desenvolvam não apenas habilidades técnicas, mas também uma postura investigativa e crítica diante da informação numérica.

4.5.2 Análise de um item

Mônica procurou uma empresa especializada em limpeza de estofados para contratar alguns serviços. Ao entrar em contato com a empresa, ela recebeu uma tabela com a especificação de todos os tipos de estofados que a empresa higieniza e os respectivos preços, unitários, cobrados. Observe abaixo a tabela que Mônica recebeu.

Tipo de estofado	Preço (em reais)
Colchão de casal (padrão e queen)	R\$ 200,00
Colchão de solteiro	R\$ 160,00
Estofado de carro	R\$ 200,00
Teto de carro	R\$ 100,00
Tapete	R\$ 60,00
Sofá de 2 lugares	R\$ 200,00
Sofá de 3 lugares	R\$ 250,00
Sofá de 4 lugares	R\$ 300,00
Sofá de 2 lugares retrátil	R\$ 250,00
Sofá de 3 lugares retrátil	R\$ 300,00
Cadeira com encosto	R\$ 60,00
Poltrona	R\$ 80,00
Almofada	R\$ 15,00

Figura 10 –

Disponível em: <<https://www.montarumnegocio.com/tabela-de-preco-de-higienizacao-de-estofados/>>. Acesso em: 27 mar. 2023. Adaptado para fins didáticos.

Mônica contratou o serviço de higienização dessa empresa para limpar 2 tapetes, 1 colchão de solteiro, 1 sofá de 3 lugares retrátil e 4 almofadas.

De acordo com essa tabela, qual será o valor total, em reais, do serviço contratado por Mônica?

- A) R\$ 535,00
- B) R\$ 590,00
- C) R\$ 595,00
- D) R\$ 640,00
- E) R\$ 680,00

O item apresentado requer que o estudante interprete uma tabela de preços e realize cálculos básicos de adição e multiplicação para determinar o custo total de um serviço de higienização. Trata-se de uma situação-problema cotidiana que exige atenção aos detalhes e organização das informações.

Resolução:

Para resolver a questão, Mônica contratou os seguintes serviços:

- 2 tapetes

- 1 colchão de solteiro
- 1 sofá de 3 lugares retrátil
- 4 almofadas

Com base na tabela de preços:

- Preço do tapete: R\$ 60,00
- Preço do colchão de solteiro: R\$ 160,00
- Preço do sofá de 3 lugares retrátil: R\$ 300,00
- Preço da almofada: R\$ 15,00

Cálculo do custo total:

$$\begin{aligned} 2 \text{ tapetes: } & 2 \times \text{R\$ } 60,00 = \text{R\$ } 120,00 \\ 1 \text{ colchão de solteiro: } & 1 \times \text{R\$ } 160,00 = \text{R\$ } 160,00 \\ 1 \text{ sofá de 3 lugares retrátil: } & 1 \times \text{R\$ } 300,00 = \text{R\$ } 300,00 \\ 4 \text{ almofadas: } & 4 \times \text{R\$ } 15,00 = \text{R\$ } 60,00 \end{aligned}$$

$$\textbf{Total: } \text{R\$ } 120,00 + \text{R\$ } 160,00 + \text{R\$ } 300,00 + \text{R\$ } 60,00 = \textbf{R\$ } 640,00$$

Portanto, o valor total do serviço contratado por Mônica será de **R\$ 640,00**. A alternativa correta é a **D**.

Percurso cognitivo esperado do estudante

O percurso cognitivo esperado para o estudante envolve as seguintes etapas:

Leitura e compreensão do problema: O estudante deve identificar o objetivo da questão, que é calcular o valor total do serviço de higienização.

Identificação dos itens contratados: O estudante precisa listar corretamente os itens que Mônica contratou e suas respectivas quantidades.

Localização dos preços na tabela: O estudante deve consultar a tabela e encontrar o preço unitário de cada item contratado.

Cálculo dos subtotais: Para cada tipo de estofado, o estudante deve multiplicar a quantidade contratada pelo preço unitário.

Cálculo do valor total: Por fim, o estudante deve somar todos os subtotais para chegar ao valor final do serviço.

Comparação com as alternativas: O estudante deve comparar o resultado obtido com as opções apresentadas e selecionar a alternativa correta.

Olhando para os distratores

- **Alternativa A: R\$ 535,00**

Este distrator pode ser marcado se o estudante cometer erros de cálculo na multiplicação ou adição, ou se confundir com os preços de estofados similares. Por exemplo, se somar o preço do sofá de 3 lugares (R\$ 250) em vez do retrátil (R\$ 300), ou se não multiplicar corretamente as almofadas ou os tapetes.

- **Alternativa B: R\$ 590,00**

Pode ser o resultado de um erro específico, como, por exemplo, não contabilizar os tapetes ou as almofadas corretamente, ou se confundir com o preço do sofá de 2 lugares retrátil (R\$ 250) ao invés do de 3 lugares (R\$ 300).

- **Alternativa C: R\$ 595,00**

Similar aos distratores anteriores, este valor pode surgir de erros na identificação dos itens corretos na tabela (por exemplo, confundir sofá de 3 lugares R\$ 250,00 com o sofá de 3 lugares retrátil R\$ 300,00) ou de falhas na multiplicação ou adição.

- **Alternativa E: R\$ 680,00**

Este distrator pode ser resultado de um erro de leitura na tabela ou de um engano na quantidade de itens. Por exemplo, se o estudante somar o preço de um colchão de casal (R\$ 200,00) em vez do colchão de solteiro (R\$ 160,00), ou se duplicar algum item contratado.

Esses erros demonstram desafios recorrentes na compreensão e utilização de representações tabulares, bem como na aplicação de operações aritméticas básicas dentro de contextos reais (Ponte, 2011). Essa constatação reforça a necessidade de práticas pedagógicas que promovam a leitura crítica e atenta de tabelas e gráficos, alinhadas ao desenvolvimento do letramento estatístico e da competência matemática funcional (Brasil, 2018).

Considerações Pedagógicas

O exercício é um exemplo claro de como o descritor D064_M demanda mais do que a mera identificação de dados. Ele exige a interpretação integrada das informações e a realização correta de cálculos, habilidades que se articulam com competências fundamentais para o exercício da cidadania em uma sociedade orientada por dados.

Nesse sentido, os professores devem adotar estratégias que promovam a análise detalhada de tabelas, incentivando a verificação de consistência dos dados e a reflexão sobre os resultados obtidos. Atividades contextualizadas, uso de tecnologias e trabalhos colaborativos podem facilitar a apropriação dessas habilidades, tornando o ensino mais significativo e alinhado às demandas reais dos estudantes.

5 Propostas de Sequências Didáticas

5.1 Explorando Poliedros e a Relação de Euler

Objetivo Geral:

Promover a consolidação dos conhecimentos geométricos espaciais relacionados aos elementos dos poliedros e à aplicação da Relação de Euler, a partir de uma abordagem ativa, integradora e contextualizada.

Habilidades Focadas (Currículo do Espírito Santo):

EF06MA15: Identificar, nomear e classificar figuras espaciais (poliedros e corpos redondos), com base em suas características (faces planas ou curvas, vértices, arestas).

EF06MA16: Relacionar figuras espaciais às suas planificações e representações bidimensionais.

EF07MA15: Identificar e representar vistas (superior, frontal e lateral) e planificações de sólidos geométricos.

EF08MA14: Utilizar a Relação de Euler para identificar ou calcular o número de vértices, arestas ou faces em poliedros convexos.

EF08MA15: Resolver e elaborar problemas envolvendo poliedros, suas planificações e propriedades.

EF09MA13: Resolver e elaborar problemas que envolvam sólidos geométricos, utilizando suas propriedades e relações entre suas medidas.

Plano de Aulas

Aula 1 – Explorando Formas Sólidas: Conceitos Iniciais

Objetivo: Revisar e consolidar os conceitos de poliedros e seus elementos (faces, vértices e arestas).

Materiais/Equipamentos:

Sólidos geométricos reais (cubos, pirâmides, prismas), lousa e caderno, projetor/TV, acesso à internet, computadores/smartphones com GeoGebra instalado ou acesso online.

Atividades:

1. Iniciar com a apresentação de diferentes sólidos geométricos reais, permitindo que os alunos observem e façam anotações sobre suas características (pontas, lados, redondo, etc.).
2. Classificação dos sólidos em grupos (**poliedros** x **não poliedros**) e discussão coletiva sobre as observações.
3. Introduzir a nomenclatura formal para cada elemento observado, como **vértices**, **faces** e **arestas**, no caso dos poliedros.
4. Apresentar o vídeo "*POLIEDROS: CONCEITOS INICIAIS E RELAÇÃO DE EULER (AULA 1/16)*" do canal **Equaciona Matemática**, disponível em:
[Link do vídeo.](#)

O professor deve pausar o vídeo e intervir para esclarecer dúvidas ou fazer observações relevantes.

5. Explorar sólidos geométricos no software **GeoGebra**, utilizando a **janela 3D**, para que os alunos possam visualizar e girar os poliedros, identificando visualmente vértices, faces e arestas.

Habilidades:

EF06MA15, EF06MA16

Aula 2 – Planificações e Visualização Espacial**Objetivo:**

Desenvolver a capacidade de relacionar sólidos com suas planificações e vistas.

Materiais/Equipamentos:

Papel, tesoura, cola, impressos de planificações, computadores/smartphones com GeoGebra.

Atividades:

1. Montagem de poliedros com papel dobrado ou recortes.
2. Análise de planificações: investigar quais planificações geram quais sólidos. Realizar jogo de correspondência entre vistas (frontal, lateral, superior) e os modelos tridimensionais.
3. Utilizar o software **GeoGebra** para construir e animar as planificações dos poliedros de Platão (*tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro*). Os alunos devem seguir o passo a passo de construção e animação conforme as orientações fornecidas.
4. Explorar diferentes manipulações no GeoGebra, como ocultar o poliedro e exibir apenas a planificação animada, ou girar o sólido para estudar seus elementos a partir de diferentes ângulos.
 - Assistir ao vídeo "*POLIEDROS DE PLATÃO (AULA 3/16)*" do canal **Equaciona Matemática**(EQUACIONA MATEMÁTICA, 2021), disponível em: [Link do vídeo](#).
O professor deve pausar o vídeo para promover discussões e esclarecimentos durante a exibição.
 - Assistir ao vídeo "*POLIEDROS REGULARES (AULA 4/16)*", disponível em: [Link do vídeo](#).
O professor deve pausar o vídeo em momentos estratégicos para que os alunos tentem resolver os exercícios propostos.

Habilidades:

EF06MA16, EF07MA15

Aula 3 – Reconhecendo Relações em Poliedros**Objetivo:**

Contar e organizar os elementos dos poliedros em tabelas para posterior análise.

Materiais/Equipamentos:

Sólidos físicos ou modelos construídos (papel, GeoGebra), caderno.

Atividades:

1. Contagem de vértices, faces e arestas em diversos sólidos geométricos, como cubos, prismas e pirâmides.
2. Registro dos dados em uma tabela e observação de possíveis padrões numéricos. Como apoio, pode-se consultar a *Tabela de cálculos de arestas e vértices para Poliedros de Platão*.
3. Discussão coletiva sobre a existência de uma possível relação entre os elementos dos poliedros.
4. Utilizar os modelos construídos no GeoGebra para verificar a contagem dos elementos, girando e inspecionando cada poliedro com o auxílio da visualização em 3D.

Habilidade:

EF08MA14

Aula 4 – A Relação de Euler: Teoria e Aplicação

Objetivo:

Apresentar e aplicar a Relação de Euler ($V - A + F = 2$) em poliedros convexos.

Materiais/Equipamentos:

Lousa, caderno, exemplos de poliedros (físicos ou em GeoGebra).

Atividades:

1. Revisitar o vídeo "*POLIEDROS: CONCEITOS INICIAIS E RELAÇÃO DE EULER (AULA 1/16)*" do canal *Equaciona Matemática*, (EQUACIONA MATEMÁTICA, 2021), com o objetivo de formalizar a definição de **poliedro**, sua classificação em **convexo** e **não convexo**, e os elementos que o compõem (**faces**, **vértices** e **arestas**), com ênfase na **Relação de Euler: $V + F = A + 2$** .
2. Explicação e demonstração da relação de Euler com exemplos concretos. O professor pode utilizar mnemônicos para auxiliar na memorização da fórmula, como: "*Vamos Fazer Aula em Duplas*" ou "*Vida Feliz A Dois*".
3. Atividades práticas: aplicação da fórmula para verificar ou descobrir elementos faltantes, inclusive nos sólidos construídos pelos alunos nas aulas anteriores.

4. Resolução de problemas orais e escritos que envolvam a aplicação da relação de Euler.
5. Caso necessário, realizar uma breve retomada dos conceitos básicos de álgebra, como a resolução de equações simples, uma vez que a fórmula de Euler envolve variáveis.

Habilidades:

EF08MA14, EF08MA15

Aula 5 – Resolução de Problemas Contextualizados

Objetivo:

Aplicar os conhecimentos sobre poliedros na resolução de problemas contextualizados.

Materiais/Equipamentos:

Exemplos de problemas, lousa, GeoGebra.

Atividades:

1. Apresentar situações-problema envolvendo **maquetes, caixas e estruturas geométricas reais**, estimulando a modelagem matemática e a aplicação de conhecimentos sobre sólidos geométricos.
2. Discutir coletivamente as estratégias de resolução e validar os resultados obtidos pelos alunos. Introduzir gradualmente problemas mais desafiadores, que exijam múltiplas etapas de raciocínio.
3. Utilizar o **GeoGebra** para visualizar os sólidos presentes nos problemas propostos, favorecendo a compreensão de suas **dimensões e características geométricas**.

Habilidades:

EF08MA15, EF09MA13

Aula 6 – Avaliação e Sistematização: A Relação Final

Objetivo:

Sistematizar os conhecimentos e avaliar o desenvolvimento dos estudantes.

Materiais/Equipamentos:

Avaliação diagnóstica, formulário de autoavaliação.

Atividades:

1. Realização de **avaliação diagnóstica** composta por itens análogos aos utilizados nas provas do Paebes/Paebes Alfa, com foco no descritor D125_M, visando avaliar a capacidade dos estudantes de compreender e aplicar a relação entre vértices, faces e/ou arestas de poliedros em situações-problema.
2. **Autoavaliação** dos estudantes, respondendo às questões: "*O que aprendi?*" e "*Onde tive mais dificuldade?*".
3. **Reflexão final**, a partir do questionamento: "*Como esses conhecimentos se manifestam no cotidiano?*".

Habilidades:

EF08MA15, EF09MA13

Essa sequência didática busca ir além da mera transmissão de fórmulas ou procedimentos matemáticos. Ao promover uma aprendizagem que respeita a progressão curricular e as especificidades cognitivas dos estudantes, ela possibilita a construção de conhecimentos duradouros e contextualizados. O uso de materiais concretos, atividades colaborativas e problemas reais assegura maior engajamento e favorece o desenvolvimento do raciocínio geométrico.

Ao integrar as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal, essa proposta alinha-se aos princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao Currículo do Estado do Espírito Santo e aos fundamentos da Educação de Jovens e Adultos, valorizando a autonomia intelectual, a resolução de problemas e o protagonismo dos sujeitos.

Dessa forma, espera-se contribuir para a superação das dificuldades observadas na avaliação diagnóstica do *Paebes/Paebes Alfa*, fortalecendo não apenas a habilidade descrita no D125_M, mas o próprio processo de formação matemática crítica e emancipadora dos estudantes capixabas.

5.2 Explorando Área Total e Volume de Sólidos Geométricos

Objetivo Geral:

Desenvolver a compreensão e a aplicação das fórmulas de área total e volume de sólidos geométricos, por meio de atividades investigativas, práticas e contextualizadas, visando melhorar o desempenho dos estudantes no descritor D129_M.

Habilidades Focadas (Currículo do Espírito Santo):

As habilidades listadas a seguir estão correlacionadas à habilidade do descritor D129_M:

- **EF06MA15:** Identificar, nomear e classificar figuras espaciais (poliedros e corpos redondos), com base em suas características (faces planas ou curvas, vértices, arestas).
- **EF06MA16:** Relacionar figuras espaciais às suas planificações e representações bidimensionais.
- **EF07MA15:** Identificar e representar vistas (superior, frontal e lateral) e planificações de sólidos geométricos.
- **EF08MA15:** Resolver e elaborar problemas envolvendo poliedros, suas planificações e propriedades.
- **EF08MA20:** Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo de volume de prismas e cilindros.
- **EF09MA13:** Resolver e elaborar problemas que envolvam sólidos geométricos, utilizando suas propriedades e relações entre suas medidas.
- **EF09MA14:** Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo de volume de cones, pirâmides e esferas.
- **EF09MA15:** Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo de área de superfície de figuras geométricas espaciais (poliedros e corpos redondos), utilizando suas planificações.

Recursos Utilizados:

Sólidos geométricos reais (cubos, pirâmides, prismas, cilindros, cones e esferas), papel para planificações, calculadoras, lousa, projetor/TV, acesso à internet, computadores/smartphones com GeoGebra instalado ou acesso online.

Duração:

5 aulas

Plano de Aulas:

Aula 1 – Reconhecimento de Sólidos e Áreas de Bases

Objetivo: Revisar e consolidar os conceitos de poliedros e corpos redondos, identificar seus elementos (faces, vértices, arestas) e a capacidade de calcular a área de figuras planas que compõem suas bases ou faces.

Materiais/Equipamentos: Sólidos geométricos reais, papel, lousa, GeoGebra.

Atividades:

1. Apresentação e manuseio de diferentes sólidos geométricos, permitindo observações e anotações sobre suas características.
2. Classificação dos sólidos em poliedros e corpos redondos, discutindo distinções e elementos.
3. Revisão e prática de cálculo de áreas de figuras planas (quadrado, retângulo, triângulo, círculo).

Habilidades: EF06MA15, EF06MA16, EF07MA15.

Aula 2 – Área Total de Poliedros e Corpos Redondos (Superfícies)

Objetivo: Compreender e aplicar as fórmulas de área total de prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas.

Materiais/Equipamentos: Sólidos geométricos, papel para planificações, GeoGebra.

Atividades:

1. Montagem de poliedros com papel a partir de planificações.
2. Cálculo da área total aplicando áreas de figuras planas às superfícies dos sólidos.
3. Uso do GeoGebra para visualização e compreensão da composição da área total.

Habilidades: EF09MA15 (área total), EF08MA15.

Aula 3 – Introdução e Cálculo de Volume (Prismas e Cilindros)

Objetivo: Introduzir o conceito de volume e aplicar fórmulas para prismas e cilindros.

Materiais/Equipamentos: Recipientes (caixas, latas), água/areia, GeoGebra.

Atividades:

1. Introdução ao conceito de volume com cubos unitários.
2. Atividades práticas para comparar capacidades.
3. Aplicação das fórmulas de volume.

Habilidades: EF08MA20.

Aula 4 – Cálculo de Volume (Pirâmides, Cones e Esferas)

Objetivo: Ampliar a compreensão das fórmulas de volume para pirâmides, cones e esferas.

Materiais/Equipamentos: Modelos comparativos, GeoGebra.

Atividades:

1. Comparação entre volumes de sólidos com mesma base e altura.
2. Aplicação das fórmulas específicas.
3. Simulações no GeoGebra.

Habilidades: EF09MA14, EF09MA13.

Aula 5 – Resolução de Problemas Contextualizados e Avaliação Final

Objetivo: Consolidar conhecimentos e aplicar conceitos em problemas complexos.

Materiais/Equipamentos: Problemas contextualizados, GeoGebra.

Atividades:

1. Resolução de problemas aplicados.
2. Discussão de estratégias e validação de resultados.
3. Avaliação diagnóstica com itens semelhantes ao PAEBES.

4. Correção comentada e reflexão sobre a aprendizagem.

Habilidades: EF08MA15, EF09MA13, clareza na exposição e análise crítica de dados.

A proposta "*Explorando Área Total e Volume de Sólidos Geométricos*" é fruto de um refinamento da pesquisa anterior "*Geometria Espacial: a aprendizagem através de diferentes recursos didáticos*". Está alinhada ao descritor D129_M: "*Resolver problema envolvendo a área total e/ou volume de um sólido*".

Os resultados do Paebes/Paebes Alfa 2024 mostraram baixo desempenho neste descritor (32% de acertos), evidenciando dificuldades na compreensão da geometria espacial. A resolução de problemas vai além da memorização de fórmulas: exige interpretação de enunciados, organização de dados e aplicação de conceitos em contextos práticos. Além disso, a integração entre Álgebra e Geometria é crucial, pois erros algébricos comprometem o resultado.

Para enfrentar essas dificuldades, a sequência didática integra atividades práticas (construção e manipulação de sólidos) e uso do GeoGebra para visualização e interação, fortalecendo a compreensão conceitual. Situações-problema exigirão identificar sólidos, reconhecer dimensões, converter unidades, operar com precisão e avaliar a coerência dos resultados.

Essa abordagem, unindo teoria, prática e tecnologia, busca melhorar o desempenho no descritor D129_M e promover uma aprendizagem matemática sólida e aplicada.

5.3 O Uso da Tecnologia como Ferramenta Facilitadora no Ensino de Funções Exponenciais

Objetivo Geral:

Abordar e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos de Funções Exponenciais e Progressões Geométricas, utilizando tecnologias educacionais, com ênfase no software GeoGebra, tornando o aprendizado mais interativo e visual.

Habilidades Focadas (Currículo do Espírito Santo):

- **EM13MAT508:** Identificar e associar sequências numéricas (Progressão Geométrica - PG) a funções exponenciais para análise de propriedades, incluindo dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas.
- **Competência 5 da BNCC:** Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias

como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

Recursos Utilizados:

Software GeoGebra (aplicativo para celular, caso não haja laboratório de informática), aparelhos de data show, rede Wi-Fi, materiais para atividades em grupo e individuais. A escola possui rede Wi-Fi e data show, permitindo o uso do GeoGebra em smartphones dos alunos.

Duração:

5 aulas

Plano de Aulas:

Aula 1: Introdução e Primeiras Análises de Funções Exponenciais

Objetivo: Avaliar e ativar o conhecimento prévio dos estudantes sobre conceitos fundamentais, introduzir as funções exponenciais e iniciar a exploração visual com o GeoGebra.

Materiais/Equipamentos: Lousa, caderno, projetor/TV, smartphones com GeoGebra.

Atividades:

- Realizar uma sondagem inicial para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre potenciação e sequências.
- Apresentar as funções exponenciais com exemplos do cotidiano (ex.: crescimento populacional, juros compostos) e iniciar a exploração de seus gráficos e tabelas com o GeoGebra.
- Promover a discussão coletiva sobre os padrões identificados e como os conceitos são aplicados em diferentes contextos.

Habilidades: EM13MAT508 além da Compreensão conceitual.

Aula 2: Análise e Resolução de Problemas com Funções Exponenciais

Objetivo: Aprofundar a compreensão das funções exponenciais através da resolução de problemas e da análise de gráficos, usando o GeoGebra para análise gráfica e tabelas.

Materiais/Equipamentos: Problemas impressos/projetados, GeoGebra.

Atividades:

- Propor a resolução de problemas desafiadores que envolvam funções exponenciais, incentivando o uso do GeoGebra para visualizar e analisar o comportamento dos gráficos e tabelas.
- Abrir espaço para troca de informações e comparação de respostas, com foco nas dificuldades em interpretar resultados para valores muito grandes de x .
- Realizar uma análise coletiva e discussão de estratégias de resolução, promovendo a autonomia dos alunos.

Habilidades: EM13MAT508, Capacidade de resolver problemas com eficácia, Competência 5 da BNCC.

Aula 3: Conexão entre Funções Exponenciais e Progressões Geométricas

Objetivo: Entender a relação entre funções exponenciais e progressões geométricas, utilizando o GeoGebra para explorar essa conexão.

Materiais/Equipamentos: Lousa, caderno, GeoGebra.

Atividades:

- Discutir como funções exponenciais e progressões geométricas possuem comportamentos semelhantes, apesar de definições distintas, e como podem ser relacionadas por meio de representações algébricas e gráficas.
- Utilizar o GeoGebra para analisar sequências de pontos que mostram a relação entre x e $f(x)$ em funções exponenciais, vinculando-as a progressões geométricas.
- Propor problemas que envolvam juros compostos, relacionando os três temas de modo simultâneo (juros compostos, função exponencial e progressão geométrica).

Habilidades: EM13MAT508 e o estabelecimento de conjecturas.

Aula 4: Consolidação dos Conceitos e Revisão

Objetivo: Consolidar os conceitos estudados e revisar conteúdos para a avaliação, utilizando exemplos e o GeoGebra.

Materiais/Equipamentos: Exercícios de fixação, GeoGebra.

Atividades:

- Revisar os conceitos de funções exponenciais e suas propriedades (crescimento/decrécimo, base, expoente, interseção com eixos) com exemplos práticos e uso do GeoGebra para visualização.
- Promover a discussão de dificuldades recorrentes, como a compreensão do comportamento do gráfico que se aproxima, mas não intercepta o eixo x .
- Realizar exercícios de fixação com foco em gráficos, tabelas e relações conceituais.

Habilidades: Compreensão conceitual, Explicação de processos de pensamento, Estabelecimento de conjecturas.

Aula 5: Avaliação Final

Objetivo: Avaliar a compreensão formal e prática dos conteúdos e habilidades dos alunos, bem como a precisão e clareza na exposição de suas ideias.

Materiais/Equipamentos: Prova escrita (objetiva e discursiva), formulário de avaliação qualitativa.

Atividades:

- Prova escrita (objetiva e discursiva).Aplicar uma prova escrita (objetiva e discursiva) para verificar a compreensão formal e a aplicação dos conceitos.
- Conversas individuais ou em grupo para avaliação qualitativa.Realizar conversas individuais ou em grupo para uma avaliação qualitativa do entendimento e do raciocínio dos alunos.
- Oferecer feedback e promover uma reflexão final com os alunos sobre o processo de aprendizagem e os resultados.

Habilidades: EM13MAT508, Precisão e correção nas respostas, Clareza na comunicação das ideias, Reconhecimento de padrões.

Desenvolvida a partir de uma pesquisa sobre "*Abordagem Relacional com o Auxílio do GeoGebra*", esta sequência didática também está diretamente alinhada ao descritor D074_M: "*Corresponder as representações algébrica e gráfica de uma função exponencial*".

No Paebs/Paebs Alfa 2024, este descritor apresentou o menor percentual de acertos (apenas 15%) na área de Números, Operações e Álgebra, evidenciando uma lacuna significativa na capacidade dos estudantes de associar corretamente a expressão algébrica ao seu gráfico.

A proposta aqui detalhada utiliza recursos como o GeoGebra para:

- Inserir funções e manipular controles deslizantes, explorando o efeito de parâmetros como base e deslocamento vertical;
- Analisar tabelas de valores que evidenciem a correspondência com progressões geométricas;
- Trabalhar a leitura e interpretação de pontos específicos, como $f(0)$, e analisar o padrão de crescimento ou decaimento;
- Introduzir o conceito de meia-vida, conectando o decaimento exponencial a progressões geométricas.

Essas estratégias favorecem a compreensão integrada das representações algébrica e gráfica, fortalecendo o letramento matemático e desenvolvendo habilidades essenciais para superar as fragilidades diagnosticadas no descritor D074_M.

5.4 Leitura Crítica e Resolução de Problemas com Gráficos e Tabelas

Objetivo Geral:

Capacitar os estudantes a utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas, desenvolvendo a leitura crítica, o raciocínio lógico e a capacidade de aplicar dados em diferentes contextos. Este processo visa não apenas a leitura mecânica, mas a mobilização dessas informações para resolver problemas contextualizados, o que implica a articulação entre leitura crítica, raciocínio lógico e domínio de operações matemáticas básicas.

Habilidades Focadas (Currículo do Espírito Santo):

- D064_M: Utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas.
- Leitura de dados em diferentes formatos: Habilidade de extrair informações diretas de gráficos e tabelas.
- Organização e transposição de dados: Capacidade de converter informações entre tabelas e diferentes tipos de gráficos (colunas, setores).
- Interpretação de informações implícitas: Habilidade de ir além dos dados explícitos, identificando padrões, tendências e relações.

- Análise crítica de dados: Capacidade de avaliar a coerência dos dados e a forma como são apresentados, identificando possíveis vieses ou inconsistências.
- Resolução de problemas contextualizados: Utilizar dados de tabelas e gráficos para resolver problemas práticos.
- Formulação de argumentos baseados em evidências: Desenvolver a capacidade de justificar argumentos com dados concretos.
- Raciocínio lógico e domínio de operações matemáticas básicas: Aplicar o raciocínio para inferir informações e realizar cálculos necessários.

Recursos Utilizados:

Folhas com gráficos impressos, calculadoras, folhas de papel quadriculado, lousa, projetor/TV, exemplos de problemas.

Duração:

4 aulas

Plano de Aulas

Aula 1: Introdução à Leitura e Organização de Gráficos e Tabelas

Objetivo: Introduzir os principais tipos de gráficos e tabelas, e desenvolver a habilidade inicial de extrair informações diretas e organizar dados entre diferentes representações.

Materiais/Equipamentos: Gráficos e tabelas impressos (ex: dados do IBGE), lousa.

Atividades:

- Apresentar e discutir diferentes tipos de gráficos (colunas, setores, linhas) e tabelas, com exemplos do cotidiano.
- Realizar atividades de leitura e interpretação de dados explícitos, como identificar valores máximos e mínimos, ou a frequência de uma categoria.
- Propor exercícios de transposição de dados entre tabelas e gráficos de colunas e/ou setores, compondo um repertório de apresentações distintas.

Habilidades: Leitura de dados em diferentes formatos, Organização e transposição de dados.

Aula 2: Interpretação e Análise de Padrões em Dados

Objetivo: Desenvolver a capacidade de interpretar dados implícitos, identificar tendências e padrões, e comparar informações apresentadas em gráficos e tabelas.

Materiais/Equipamentos: Gráficos e tabelas mais complexos, calculadoras (se necessário).

Atividades:

- Propor a análise de gráficos e tabelas complexos, desafiando os alunos a identificar padrões, tendências (crescimento, decréscimo) e relações entre as variáveis.
- Discutir temas relevantes (ex: trabalho infantil) e sua relação com as informações apresentadas, incentivando a análise e comparação dos dados.
- Realizar discussões em grupo para que os alunos justifiquem seus argumentos com dados concretos, avaliando sua capacidade de interpretar as informações.

Habilidades: Interpretação de informações implícitas, Análise de padrões e tendências, Comparação de dados.

Aula 3: Resolução de Problemas Contextualizados com Gráficos e Tabelas

Objetivo: Aplicar o raciocínio lógico e as operações matemáticas básicas na resolução de problemas que utilizam dados de gráficos e tabelas.

Materiais/Equipamentos: Lista de problemas contextualizados com dados em gráficos ou tabelas, folhas de papel quadriculado para criação/análise de gráficos.

Atividades:

- Lista de problemas com dados apresentados em gráficos ou tabelas. Apresentar uma lista de problemas que exijam a utilização dos dados apresentados em gráficos ou tabelas para sua resolução.
- Promover a discussão coletiva das estratégias de resolução, permitindo que os alunos compartilhem seus pensamentos e tirem conclusões.
- Realizar a aplicação prática dos conceitos em diferentes contextos, garantindo que os alunos mobilizem as informações de forma eficaz.

Habilidades: Utilização de dados para resolver problemas contextualizados, Demonstração de raciocínio lógico e domínio de operações matemáticas básicas.

Aula 4: Análise Crítica e Formulação de Argumentos Baseados em Dados

Objetivo: Desenvolver a análise crítica, identificar padrões e formular argumentos com base em evidências.

Materiais/Equipamentos: Exemplos de gráficos com diferentes representações para a mesma informação, situações-problema que estimulem a crítica.

Atividades:

- Discussão crítica de gráficos e tabelas retirados da mídia. Propor a análise crítica de situações-problema que apresentem dados visuais (gráficos) ou tabelados, discutindo como a representação pode influenciar a compreensão e a resolução.
- Comparação de diferentes tipos de representações do mesmo dado. Estimular a identificação de padrões e a formulação de argumentos com base nas evidências apresentadas, promovendo o debate e a defesa de pontos de vista.
- Discutir quando um gráfico apresenta os dados de modo coerente ou não.

Esta sequência didática está diretamente alinhada ao descritor D064_M: “Utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas”. Apesar de ter obtido um percentual de acerto de 49% no Paebes/Paebes Alfa 2024 — superior a outros descritores —, os resultados revelam fragilidades importantes, como dificuldades na interpretação de dados, na realização de cálculos e, sobretudo, uma tendência à leitura superficial dos gráficos, sem análise crítica aprofundada.

Para superar essas fragilidades, propõem-se atividades que extrapolam a simples leitura, como:

- Produção de gráficos e tabelas a partir de dados coletados ou fornecidos (ex.: informações sobre abastecimento de água).
- Apresentações orais em que os alunos justifiquem suas escolhas de representação.
- Exercícios de fixação focados na análise crítica de gráficos e tabelas e nas relações conceituais.

Tais estratégias promovem a mobilização de informações para resolver problemas contextualizados, articulando leitura crítica, raciocínio lógico e domínio de operações matemáticas básicas. Ao incentivar a comunicação matemática clara e a aplicação integrada de habilidades, a proposta fortalece a capacidade de identificar padrões, formular conjecturas e interpretar dados de forma mais crítica e eficiente, competências essenciais para o pleno domínio do descritor D064_M.

Habilidades: Análise crítica de dados, Formulação de argumentos embasados em evidências, Identificação de padrões.

6 Conclusão

Esta dissertação teve como objetivo central fornecer uma orientação prática para que os professores possam interpretar e se apropriar dos resultados do Paebes/Paebes Alfa 2024 de forma crítica e reflexiva, com foco no desempenho dos estudantes das 3^a e 4^a séries do Ensino Médio na área de Matemática. A partir da análise detalhada dos dados avaliativos, os docentes são incentivados a compreender as fragilidades apresentadas nas diferentes habilidades, possibilitando a proposição de intervenções pedagógicas direcionadas e eficazes para a consolidação dessas competências.

Foram analisados quatro descritores que apresentaram os menores índices de acerto, cada um representando uma das grandes áreas da Matriz de Referência do Paebes em Matemática:

1. **D125_M** – “Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema” (Espaço e Forma);
2. **D129_M** – “Resolver problema envolvendo a área total” (Grandezas e Medidas);
3. **D074_M** – “Corresponder as representações algébrica e gráfica de uma função exponencial” (Números, Operações e Álgebra);
4. **D064_M** – “Utilizar informações apresentadas em tabelas ou gráficos na resolução de problemas” (Leitura Crítica e Resolução de Problemas – Probabilidade e Estatística).

A análise desses descritores considerou a progressão curricular do Espírito Santo, a investigação dos itens avaliativos análogos em avaliações públicas e a identificação das principais causas das dificuldades dos estudantes. Por exemplo, no descritor D125_M, evidenciou-se que a dificuldade maior estava na manipulação algébrica dos dados, mais do que na memorização da Relação de Euler. Já para o descritor D074_M, observou-se que a compreensão das funções exponenciais demanda o domínio dos parâmetros que influenciam a curva e a interpretação gráfica, elementos essenciais para a resolução dos problemas avaliados.

Com base nesse diagnóstico, foram elaboradas propostas de sequências didáticas que buscam favorecer a compreensão dos conceitos por meio da utilização de recursos tecnológicos, como planilhas eletrônicas e softwares de geometria dinâmica (GeoGebra). Essas sequências têm o intuito de facilitar a visualização e a articulação entre as representações algébrica, gráfica e tabular, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Importante destacar que essas propostas de intervenção são sugestões que devem ser analisadas e adaptadas pelos professores, considerando as características específicas de suas turmas, o contexto escolar e os recursos disponíveis. Tal flexibilidade assegura que as ações pedagógicas sejam contextualizadas, relevantes e eficazes para os estudantes de cada realidade.

Dessa forma, espera-se contribuir para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem, estimulando avanços concretos nos resultados das próximas avaliações do Paebes. Os modelos de análise e as estratégias de apropriação dos resultados aqui apresentados possuem aplicabilidade ampla, podendo ser replicados para quaisquer outras habilidades fragilizadas e para diferentes séries e etapas escolares avaliadas pelo Paebes. Contudo, Perrenoud (1999) adverte que "nada se transforma de um dia para o outro no mundo escolar" e que a "inércia é por demais forte, nas estruturas, nos textos e, sobretudo, nas mentes", sugerindo que a mudança efetiva das práticas avaliativas é um processo lento e complexo que exige mais do que a mera proposição de novos métodos

Assim, este trabalho não apenas oferece um guia metodológico para a leitura e interpretação dos resultados do Paebes, mas também se configura como uma ferramenta de apoio para que os professores planejem e implementem intervenções pedagógicas com maior precisão, contribuindo para o fortalecimento da educação básica no Espírito Santo e para a formação matemática crítica, reflexiva e emancipadora dos estudantes.

Referências

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Citado na página 13.

DANTE, L. R. Matemática: contexto e aplicações. *São Paulo: Ática*, v. 2, 2013. Citado na página 29.

DANTE, L. R. *Matemática: Contexto & Aplicações*. Atualizada. [S.l.]: Ática, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 45.

EQUACIONA MATEMÁTICA. *Poliedros de Platão (Aula 3/16)*. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=oLbzYParKtc&list=PLEfwqyY2ox87GYpLcP1kv2Nt9xu0oBTy>>. Citado 2 vezes nas páginas 62 e 63.

ESPÍRITO SANTO. *Portaria nº 064-R, de 27 de abril de 2017*. Vitória: [s.n.], 2017. Diário Oficial do Estado do Espírito Santo. Institui o Sistema Capixaba de Avaliação da Educação Básica – SICAEB. Citado na página 14.

INEP. *Exame Nacional do Ensino Médio: documento básico*. Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. Citado na página 13.

MINISTERIO DE EDUCAÇÃO - BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: [s.n.], 2018. Citado na página 15.

PALACIOS, C.; OLIVEIRA, L. K. M. de. *Avaliação da educação básica e seus instrumentos*. [S.l.]: Carlos Palacios Carvalho da Cunha e Melo, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens*. Porto Alegre: Artmed, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 79.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES). *PAEBES 2023 – Revista Contextual*. [S. l.]: CAEd/UFJF, 2023. Citado na página 20.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES). *Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo – Paebes/Paebes Alfa: relatório anual 2024*. Vitória: [s.n.], 2024. Citado na página 15.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (ES). *Currículo base da rede estadual*. 2025. <<https://sedu.es.gov.br/curriculo-base-da-rede-estadual>>. [s.d.]. Acesso em: 15 ago. 2025. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 47.

SOUZA, A. de E. *Didática da resolução de problemas de Matemática*. [S.l.]: Editora Exemplo, 2022. Citado na página 41.