



Recebido: 04/08/2024 | Revisado: 01/10/2024 | Aceito: 12/01/2025 | Publicado: 12/04/2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v13i2.1127

Habilidades de matemática do SAEPE: um estudo à luz da Análise de Similaridade e da ASI

SAEPE mathematics skills: a study in light of Similarity Analysis and ISA

ELOI, Quércia Carvalho. Mestra em Ensino das Ciências

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320. 6590 / E-mail: quercia.eloi@ufrpe.br / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2596-7870>

PEREIRA, Mickaelle Maria de Almeida. Doutora em Biometria e Estatística Aplicada

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320. 6590 / E-mail: mickaelle.almeida@ufrpe.br / Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4891-6184>

ELOI, Sara Larissa Carvalho. Especialista em Língua Portuguesa, Língua Inglesa e suas Literaturas

Universidade de Pernambuco - campus Garanhuns. Rua Cap. Pedro Rodrigues - São José, Garanhuns - PE, - Cidade - Estado - Brasil. CEP: 55.294-902 / Telefone: (87) 3761-8210/ E-mail: sara.larissa.ce@gmail.com / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3110-0085>

ASSUNÇÃO, Thiago Vicente. Mestre em Ensino das Ciências

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320. 6590 / E-mail: tvaassuncao@gmail.com / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1833-8144>

SANTANA, Leika Irabele Tenório de. Doutora em Biometria e Estatística Aplicada

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão - Recife - Pernambuco - Brasil. CEP: 52.171-900 / Telefone: (81) 3320. 6590 / E-mail: leikatenorio10@gmail.com / Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5516-5887>

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar possíveis relações entre o desempenho dos estudantes em itens relacionados às habilidades de matemática do 3º ano do ensino médio contempladas no Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE), considerando os resultados de 139 estudantes de uma escola, situada no Agreste Meridional do Estado, na edição de 2022 dessa avaliação. Adotou-se como aporte metodológico o quadro da Análise de Similaridade e Análise Estatística Implicativa (ASI), por meio da árvore de similaridade e grafo implicativo gerados pelo software Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva (CHIC). As variáveis analisadas correspondem às habilidades consideradas na avaliação citada, contemplando os eixos de Geometria, Grandezas e Medidas, Números e operações/Álgebra e funções e Estatística, Probabilidade e Combinatória. Os resultados apresentados na árvore de similaridade indicam, considerando os valores mínimos adotados para o índice de similaridade, que as subclasses são formadas, sobretudo pela presença de variáveis relacionadas a habilidades do eixo Números e operações/Álgebra e funções, associando-se com variáveis relacionadas tanto com esse eixo, como com os demais. Ao explorarmos



as relações de implicação do grafo implicativo, das variáveis que apresentam na árvore de similaridade nós significativos, constatamos que as variáveis pertencentes ao eixo Números e operações/Álgebra e funções parecem ter um papel central nas mesmas, tendo em vista que demonstram ser consequência de variáveis, bem como implicam em outras pertencentes a outros eixos considerados.

Palavras-chave: Habilidades, SAEPE, Análise de Similaridade, ASI.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze possible relationships between student performance in items related to mathematics skills in the 3rd year of high school included in the Pernambuco Educational Assessment System (SAEPE), considering the results of 139 students from a school located in Southern Agreste of the State in the 2022 edition of this evaluation. The Similarity Analysis and Implicit Statistical Analysis (ISA) framework was adopted as a methodological contribution, through the similarity tree and implicit graphs generated by the Hierarchical, Implicit and Cohesive Classification (CHIC) software. The variables analyzed correspond to the skills considered in the assessment, covering the axes of Geometry, Quantities and Measures, Numbers and operations/Algebra and functions and Statistics, Probability and Combinatorics. The results demonstrated in the similarity tree indicate that, considering the minimum values adopted for the similarity index, that classes are formed, mainly due to the presence of variables related to skills in the Numbers and operations/Algebra and functions axis, associating with variables related both to this axis and to the others. When exploring the implication relationships of the implicit graphs, of the variables that present significant nodes in the similarity tree, we found that the variables related to the Numbers and operations/Algebra and functions axis seem to have a central role in them, considering that they demonstrate to be a consequence of variables, as well as implying others belonging to all the axes considered.

keywords: Skills, SAEPE, Similarity Analysis, ISA.

Introdução

A avaliação educacional externa é uma prática global que o Brasil começou a adotar de forma gradual a partir da década de 1980. Desde então, diversos programas foram estabelecidos para avaliar tanto o ensino básico quanto o superior, com a expectativa de melhorar a qualidade educacional (Rothen; Da Cunha Malheiros Santana, 2015). Essas avaliações têm como objetivo averiguar uma análise dos sistemas educacionais do país baseada nos resultados obtidos pelos estudantes em avaliações de Língua Portuguesa e Matemática. Com os dados gerados, pode-se monitorar e fornecer suporte para a elaboração ou revisão das políticas públicas educacionais em níveis municipal, estadual e federal (Blasis; Guedes, 2013; Santos et al., 2013).

De acordo com Bonamino e Sousa (2012), existem três gerações de avaliação educacional externa no Brasil. A primeira geração de avaliação é o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), que tem como objetivo acompanhar a evolução da qualidade da educação de maneira geral no país. A segunda geração é representada pela Prova Brasil, que tem como finalidade gerar dados sobre o ensino oferecido pelos municípios. Esses dados são destinados a ajudar os governantes na tomada de decisões sobre o direcionamento de recursos financeiros, no estabelecimento de metas e na implementação de ações pedagógicas e administrativas, com o intuito de melhorar a qualidade do ensino. E a terceira geração são aquelas obtidas por meio dos sistemas estaduais e municipais, com o



objetivo de aplicar sanções ou conceder recompensas baseadas nos resultados dos alunos e das escolas. Em relação ao estado de Pernambuco, um exemplo da terceira geração é o Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE).

O SAEPE surgiu no ano de 2000 em resposta ao baixo desempenho dos estudantes pernambucanos em avaliações a nível nacional, a exemplo, o SAEB. Nesse contexto, os resultados obtidos na primeira avaliação citada serviriam para subsidiar o planejamento escolar e fundamentar políticas de incentivo e a oferta de capacitação e assessorias às escolas visando uma qualificação permanente do ensino. Nesse ínterim, o SAEPE tem como objetivo fazer um diagnóstico da rede de ensino evidenciando as lacunas e propondo melhorias das mesmas (Oliveira, 2021).

Ao analisar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), no segmento do Ensino Médio, do estado de Pernambuco, entre os anos de 2007 e 2021, sinaliza-se um progressivo aumento, indicando uma evolução de 2,7 para 4,4. Ressalta-se que o IDEB tem o intuito de fornecer um parâmetro para avaliação da educação básica a nível nacional, articulando duas métricas importantes: censo escolar e médias no SAEB. Nesse contexto, corroboramos com os pensamentos de Oliveira (2021) ao refletir que esse aumento pode estar relacionado ao cumprimento dos objetivos propostos pelo SAEPE, isto é, de analisar os resultados estaduais/locais e fomentar ações de melhoria da educação básica.

Embora a educação básica do estado de Pernambuco, sobretudo no que concerne ao ensino médio, tenha protagonizado consideráveis avanços ao longo dos últimos anos, a proficiência na disciplina de matemática encontra-se em um nível insatisfatório. Ao analisar a edição mais recente do SAEPE (2022), observa-se que um total de 60% dos estudantes do ensino médio de escolas públicas possui a proficiência em matemática situada entre os níveis elementar I e II, isso indica que tais estudantes demonstram carências na aprendizagem do componente curricular citado e não apresentam o desenvolvimento adequado das competências e habilidades da etapa da escolaridade em que estão situados.

A análise e reflexão desses resultados configuram-se como uma importante ferramenta para a comunidade escolar, indicando as deficiências e lacunas a serem superadas. Essa análise torna-se mais relevante quando consideramos estudos como Silva (2018) e Oliveira (2021) que refletem sobre as possíveis influências que o SAEPE e, conseqüentemente, os seus resultados, exercem no ambiente escolar, condicionado as ações desde as organizações curriculares até a prática dos professores em sala de aula.

No tocante à análise do desempenho dos estudantes em habilidades de matemática avaliadas no SAEPE, encontra-se, na literatura, estudos que a realizam, considerando as habilidades centradas em conceitos específicos como, por exemplo, Braz Santana (2022) que, na contextualização da sua tese, apresenta uma breve análise a respeito do desempenho dos estudantes em itens referentes às habilidades da Função Afim; Oliveira e Rosa dos Santos (2023), que sinalizam dificuldades relacionadas às razões trigonométricas, e Rosa dos Santos (2015), que discute o baixo atendimento das habilidades do conceito de figuras geométricas planas.

Partindo das discussões tecidas, até o presente momento, pensa-se sobre as possíveis relações que existem entre o desempenho dos estudantes nas diferentes habilidades de matemática que são contempladas pelo SAEPE, isto é, o acerto em itens de uma habilidade em específica condiciona o acerto em itens relacionados a outras habilidades? Nesse contexto, tem-se como objetivo analisar possíveis relações entre o desempenho dos estudantes em itens relacionados às habilidades de matemática do 3º ano do ensino médio contempladas no SAEPE.



Isto posto, analisar-se os resultados da disciplina de matemática da prova do SAEPE de estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola da Rede Estadual situada no Agreste Meridional de Pernambuco. Para atingir o objetivo, utiliza-se como quadro metodológico a análise de similaridade e na análise estatística implicativa (ASI). De acordo com Régnier e Andrade (2020), a análise de similaridade pode ser entendida como a formação de classes entre variáveis, considerando o índice de similaridade (Lerman, 1981), pautadas tanto nas características comuns, como também na ausência de características comuns. Em contrapartida, a ASI constitui-se como um modelo teórico respaldado no conceito de implicação estatística, e, de modo mais específico, no conceito quase-implicação, traduzindo relações de causa e efeito (Gras; Regnier, 2013).

Foca-se, neste estudo, a análise e exploração das relações de similaridade e quase-implicação estabelecida entre o desempenho dos estudantes nas habilidades avaliadas pelo SAEPE; para isso, os dados serão analisados por meio do software de Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva (CHIC), mais especificamente, por meio da árvore de similaridade e do grafo implicativo.

No tópico a seguir faremos uma breve discussão a respeito do SAEPE.

Sistema de avaliação educacional de Pernambuco (SAEPE)

As primeiras edições do SAEPE foram realizadas nos anos de 2000, 2002 e 2005, em parceria com a Universidade de Pernambuco (UPE) e com a colaboração técnica do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), avaliando estudantes da 2º, 5º e 8ª série do ensino fundamental e do 3º ano do ensino médio das redes municipais e estaduais de ensino nas disciplinas de língua portuguesa e matemática (Gremaud, 2009; Dos Santos e Silva, 2019).

Diante do rendimento educacional insatisfatório da época, o governo estadual criou, no ano de 2008, o Programa de Modernização da Gestão Pública: Metas para a Educação (PMGP-ME), com o principal objetivo de estabelecer, nas instituições de ensino, a prática da democracia e da colaboração popular, embasada em diagnóstico, planejamento e gestão (Silva, 2013). Conforme publicação no site da Secretaria de Educação (SEE/PE), o PMGP-ME é direcionado à melhoria dos indicadores educacionais de Pernambuco, implementando uma gestão orientada por resultados (De Almeida e Espíndola, 2022).

Com a criação do PMGP-ME, isto é, no ano de 2008, o SAEPE passou a ser realizado anualmente, utilizando a mesma metodologia do SAEB, baseada na Teoria de Resposta ao Item (TRI) e nas escalas de proficiência, permitindo assim a comparabilidade entre municípios e entre as próprias escolas. Desde então, foi estabelecido um convênio com a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) por meio do Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação (CAEd). Esse convênio manteve a cooperação técnica com o INEP, para preservar a comparabilidade, e contou com a parceria da União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (UNDIME/PE), possibilitando a aplicação do exame em todos os municípios (Silva, 2013; SILVA, 2018). Atualmente, o SAEPE avalia estudantes de escolas municipais e estaduais que estejam cursando o 2º, 5º e 9º anos do ensino fundamental e 3º ano do ensino médio nas disciplinas de português e matemática (CAED, 2024a).

No tópico a seguir, apresenta-se a matriz de referência da disciplina de matemática para o 3º ano do Ensino Médio adotada em 2022 pelo SAEPE.



Matriz de referência

Uma matriz de referência indica os elementos necessários para a criação de uma avaliação externa, sendo composta por descritores organizados por eixos temáticos que refletem as habilidades necessárias aos alunos em diferentes fases do ensino básico. Ela é elaborada com base em propostas curriculares, englobando diversos tópicos e temas que representam uma subdivisão conforme o conteúdo, competências de área e habilidades (Santana, 2023). O quadro 1 apresenta a matriz de referência de matemática para o 3º ano do ensino médio adotada no SAEPE (2022).

Quadro 1 - Matriz de referência de matemática para o 3º ano do ensino médio adotada pelo SAEPE (2022).

Eixo	Descritores	Habilidades
GEOMETRIA	D01	Identificar figuras semelhantes mediante o reconhecimento de relações de proporcionalidade.
	D02	Reconhecer aplicações das relações métricas do triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais.
	D03	Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com suas planificações ou vistas.
	D04	Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema.
	D05	Resolver problema que envolva razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente).
	D06	Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.
	D07	Interpretar geometricamente os coeficientes da equação de uma reta.
	D08	Identificar a equação de uma reta apresentada a partir de dois pontos dados ou de um ponto e sua inclinação.
	D09	Relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas.
	D10	Reconhecer, dentre as equações do 2º grau com duas incógnitas, as que representam circunferências.
GRANDEZAS E MEDIDAS	D11	Resolver problema envolvendo perímetro de figuras planas.
	D12	Resolver problema envolvendo área de figuras planas.
	D13	Resolver problema envolvendo a área total e/ou volume de um sólido (prisma, pirâmide, cilindro, cone, esfera).
NÚMEROS E OPERAÇÕES / ÁLGEBRA E FUNÇÕES	D14	Identificar a localização de números reais na reta numérica.
	D15	Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.
	D16	Resolver problema que envolva porcentagem.
	D17	Resolver problema envolvendo equação do 2º grau.
	D18	Reconhecer expressão algébrica que representa uma função a partir de uma tabela.
	D19	Resolver problema envolvendo uma função do 1º grau.
	D20	Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos.
	D21	Resolver problema envolvendo P.A./P.G. dada a fórmula do termo geral.
	D22	Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1º grau por meio de seus coeficientes.
	D23	Reconhecer a representação algébrica de uma função do 1º grau dado o seu gráfico ou vice-versa.



	D24	Resolver problemas que envolvam os pontos de máximo ou de mínimo de uma função polinomial do 2o grau.
	D25	Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1o grau.
	D26	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial.
	D27	Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função logarítmica, reconhecendo-a como inversa da função exponencial.
	D28	Resolver problema que envolva função exponencial.
	D29	Identificar gráficos de funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente) reconhecendo suas propriedades.
	D30	Determinar a solução de um sistema linear.
ESTATÍSTICA, PROBABILIDADE E COMBINATÓRIA	D31	Resolver problema de contagem utilizando o princípio multiplicativo ou noções de permutação simples, arranjo simples e/ou combinação simples.
	D32	Resolver problema que envolva probabilidade de um evento.
	D33	Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.
	D34	Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa
	D35	Identificar o gráfico que representa uma situação descrita em um texto.

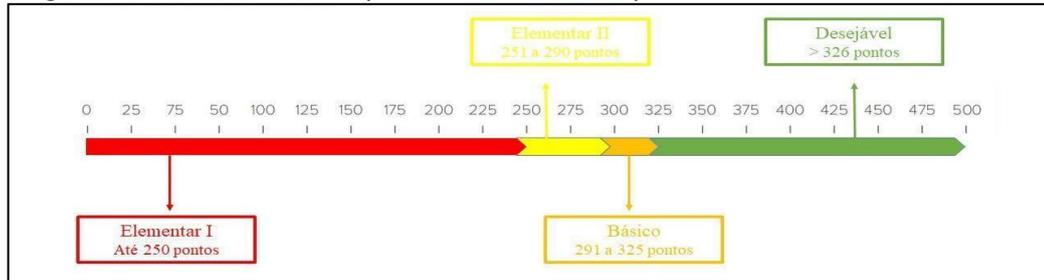
Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados disponibilizados pelo CAED (2022).

Conforme é possível observar no quadro acima, a matriz de referência em questão contém 35 descritores, o quais dividem-se nos eixos de Geometria (10 descritores), Grandezas e Medidas (3 descritores), Números e operações/Álgebra e funções (17 descritores) e Estatística, Combinatória e Probabilidade (5 descritores).

No tópico a seguir, discorreremos a respeito dos padrões de desempenho adotados pelo SAEPE.

Padrões de desempenho

De modo geral, os padrões de desempenho dizem respeito a um conjunto de determinadas tarefas que os estudantes são aptos de fazer, em conformidade com as habilidades que manifestaram. o SAEPE determina esses padrões de acordo com sua proficiência dos estudantes, sendo estabelecidos entre intervalos de valores, para cada etapa de escolaridade. A figura a seguir ilustra os padrões de desempenho adotados para avaliar os estudantes na disciplina de matemática do 3º ano do ensino médio, de acordo com os limiares de proficiência.

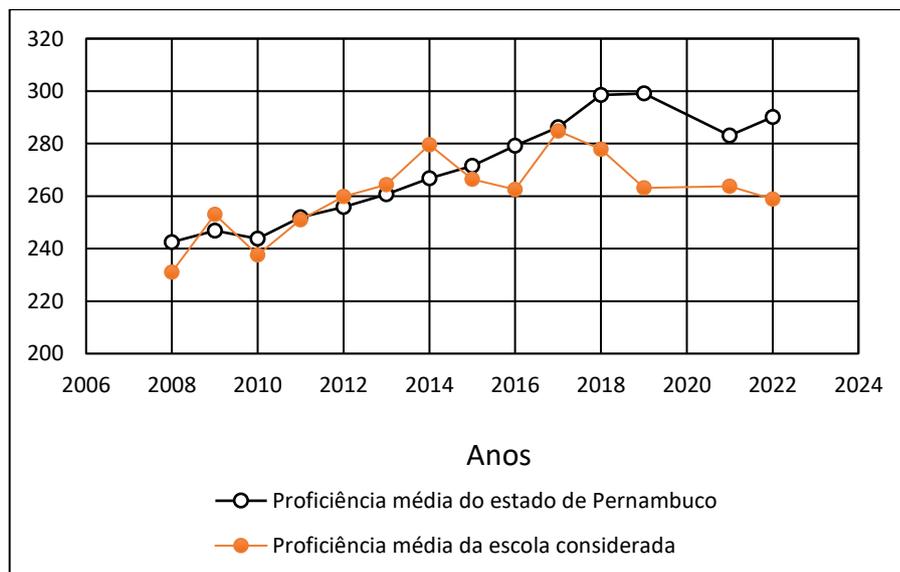
Figura 1 - Padrões de desempenho de Matemática para o 3º ano do ensino médio.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados disponibilizados pelo CAED (2024).

No primeiro padrão de desempenho, o Elementar I, os estudantes demonstram carência de aprendizagem para o desenvolvimento das habilidades e competências mínimas requeridas para a conclusão de sua etapa de escolaridade. No padrão Elementar II, os discentes ainda não demonstram ter desenvolvido adequadamente as habilidades e competências essenciais para a sua etapa de escolaridade. No terceiro padrão de desempenho, o Básico, os educandos consolidaram o desenvolvimento das habilidades e competências previstas para a etapa de escolaridade. E, no último padrão, o Desejável, os discentes apresentam um desenvolvimento além do esperado para a sua etapa de escolaridade (CAED, 2024).

Série histórica do SAEPE: Proeficiência em matemática para o 3º ano do Ensino Médio

Neste tópico, uma discussão a respeito dos resultados do SAEPE (2008 - 2022) referentes à proficiência média em matemática dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio, tanto a nível estadual, quanto em nível da escola sobre a qual desenvolve-se o estudo. Os resultados citados encontram-se expressos no gráfico, onde a linha azul representa os resultados referentes ao estado de Pernambuco e a linha laranja ilustra os resultados da escola considerada.

Gráfico 1 - Evolução histórica da proficiência média em Matemática do 3º ano do Ensino Médio do SAEPE.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados disponibilizados pelo CAED (2022).



Analisando especificamente a proficiência média em matemática a nível estadual, observa-se um progressivo crescimento entre os anos de 2008 e 2019; constata-se também um breve decaimento no ano de 2021 (não houve avaliação em 2020), seguido de uma evolução no ano de 2022. De outro modo, nota-se que a proficiência da escola, apresentada no gráfico, não se alinha com os resultados da rede estadual como um todo, pois, enquanto esta última apresenta uma tendência de crescimento (2008 - 2018), a primeira apresenta oscilações em seus resultados, isto é, períodos de crescimentos e decrescimentos. Destaca-se que desde o ano de 2015 a proficiência média em matemática desta escola não apresenta evolução.

Metodologia

Para atingir o objetivo proposto, considera-se os resultados do SAEPE (2022), mais especificamente, os acertos de um conjunto de estudantes a cada item (associado a habilidades específicas) que compõem essa avaliação. Essa seção será dividida em três tópicos: (i) amostra considerada; (ii) construção dos dados e modelização das variáveis e (iii) tratamento das variáveis por meio do CHIC.

Amostra considerada

Para construção da amostra, considera-se as respostas aos itens do SAEPE (2022) de 139 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Pernambuco, situada em um município do Agreste Meridional do estado. Destaca-se que essa escola oferta apenas turmas do Ensino Médio na modalidade Semi-integral e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escolha pelos dados dessa escola em específico justifica-se pelo fato de um dos autores compor o quadro de professores da mesma instituição.

Construção dos dados e modelização das variáveis

Os dados em questão foram obtidos por meio da Plataforma de Avaliação e Monitoramento da Educação de Pernambuco (CAED, 2024c), os quais encontram-se na área restrita, não estando disponíveis na área pública, pelo fato de conter dados nominais dos estudantes.

A prova do SAEPE (2022) foi composta por 52 itens, sendo 26 de língua portuguesa e 26 de matemática. Cada um dos itens de matemática contempla uma habilidade específica, as quais correspondem aos descritores da matriz de referência (Quadro 1). Os dados citados, no parágrafo anterior, compreendem a uma planilha que indica se o estudante acertou, ou não, o item associado à determinada habilidade.

Nesse contexto, considera-se, no quadro da ASI, cada habilidade como uma variável. No Quadro 2, apresenta-se a relação entre habilidades e descritores, bem como o código de cada variável. Ressalta-se que foi considerada a seguinte lógica para composição dos códigos das variáveis: a primeira parte, uma sigla que designa o eixo da matemática a qual a habilidade está associada (Geometria - Geo, Grandezas e Medidas - GrM, Números e operações/Álgebra e funções - NmAl e Estatística, probabilidade e combinatória - EsPC) e a segunda parte é o código referente à habilidade.

**Quadro 2** - Relação entre habilidades, descritores e códigos de variáveis

Habilidade	Descritor	Código da variável	Habilidade	Descritor	Código da variável
H01	D02	Geo_H01	H14	D19	NmAl_H14
H02	D05	Geo_H02	H15	D20	NmAl_H15
H03	D06	Geo_H03	H16	D22	NmAl_H16
H04	D08	Geo_H04	H17	D23	NmAl_H17
H05	D09	Geo_H05	H18	D25	NmAl_H18
H06	D10	Geo_H06	H19	D26	NmAl_H19
H07	D12	GrM_H07	H20	D28	NmAl_H20
H08	D13	GrM_H08	H21	D29	NmAl_H21
H09	D14	NmAl_H09	H22	D30	NmAl_H22
H10	D16	NmAl_H10	H23	D33	EsPC_H23
H11	D15	NmAl_H11	H24	D34	EsPC_H24
H12	D17	NmAl_H12	H25	D31	EsPC_H25
H13	D18	NmAl_H13	H26	D32	EsPC_H26

Fonte: Elaborado pelos autores.

Devido à natureza dos dados, as variáveis só podem assumir dois valores: acertou e não acertou; logo, consideramos-as como variáveis binárias, as quais, de acordo com Régnier e Andrade (2020), indicam a presença ou ausência de determinada característica por meio, respectivamente, dos algarismos 1 e 0. Ou seja, se o estudante tiver acertado o item referente à sua respectiva habilidade, preenchemos a planilha como o número 1, e, caso contrário, com o número 0.

Tratamento das variáveis por meio do CHIC

O tratamento das variáveis foi realizado por meio do software de Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva (CHIC) na sua versão 7.0 (2014), e, para explorar as relações de similaridade e implicação, serão gerados, respectivamente, uma árvore de similaridade e um grafo implicativo. Para efeitos de cálculos, considerou-se a implicação segundo a teoria clássica por meio da lei binomial.

A árvore de similaridade é a maneira que o CHIC representa as relações de similaridades encontradas. Os algoritmos do software em questão elaboram uma sucessão de cálculos que permitem obter o índice de similaridade entre as variáveis, na sequência, agrupa-se as variáveis mais semelhantes em classes, as quais são representadas por meio de uma árvore. A árvore de similaridade agrupa as classes com maior índice de similaridade em níveis mais altos e, analogamente, as classes com menores índices situam-se na parte inferior da árvore (Regnier; Andrade, 2020).

Em nossa análise, considera-se as classes com índices de similaridade iguais ou superiores a 0,70. Ressalta-se, também, que foram levados em consideração a presença dos nós significativos, os quais correspondem a traços vermelhos e grossos representados na árvore e que indicam as classes que estão com uma conformidade

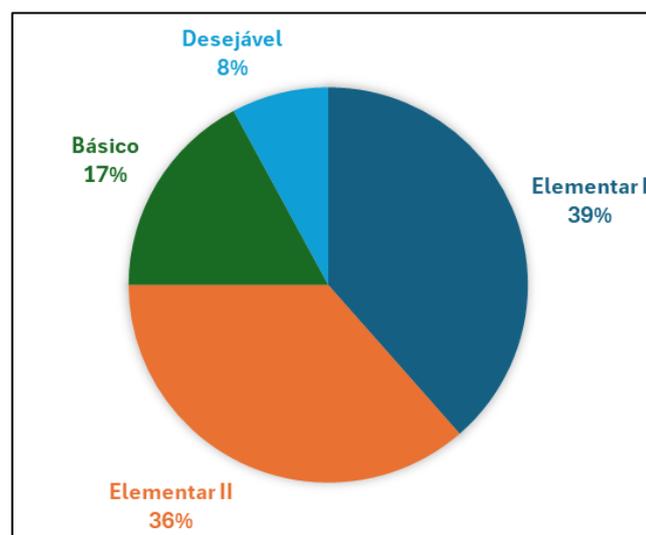
mais adequada com os indícios de similaridade iniciais, e, por esse motivo, o pesquisador deve ter especial atenção (Almouloud; Coutinho; Silva, 2021).

As relações de implicação serão exploradas por meio do grafo implicativo, o qual é construído a partir do índice de intensidade de implicação entre as variáveis e consideradas. Em nossa análise, consideramos os valores do índice de intensidade de implicação igual ou superior a 0,70. As cores dos vetores que compõem o grafo implicativo são determinadas conforme o índice de intensidade de implicação entre as variáveis. A legenda foi definida como: $70 \leq \text{Cinza} < 80$; $80 \leq \text{Azul} < 90$ e $\text{Vermelho} \geq 90$.

Resultados e discussões

Apresenta-se, neste momento, os resultados obtidos na nossa análise. Conforme citado nas seções anteriores, os dados analisados referem-se a uma escola da Rede Estadual do Agreste Meridional do estado, a qual, na edição do SAEPE (2022), atingiu um a nota de 259 como proficiência média em matemática (situando-se no padrão de desempenho Elementar II), ficando 20 pontos abaixo da proficiência média do estado para turmas do 3º ano do Ensino Médio (279). Conforme observa-se no gráfico abaixo, cerca de 75% dos estudantes situam-se entre os padrões de desempenho Elementar I e II, esses padrões referem-se aos estudantes que não possuem as habilidades mínimas compatíveis (ou não as desenvolveram adequadamente) com seu nível de escolaridade na disciplina de matemática; apenas uma pequena parcela, aproximadamente 25%, consegue alcançar os padrões básico ou desejável.

Gráfico 2 - Panorama dos resultados sobre padrões de desempenho dos 139 estudantes do SAEPE 2022 para o município em estudo.



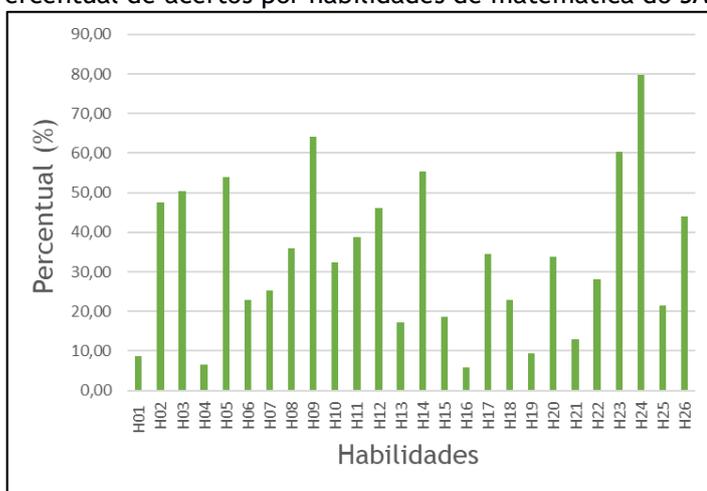
Fonte: Elaborado pelos autores.

O gráfico a seguir apresenta o percentual de acerto nos itens referentes a cada habilidade. Consta-se que a habilidade que apresenta o maior percentual (79,86%) de acerto é a H24, a qual pertence ao eixo Estatística, Probabilidade e Combinatória, e refere-se a associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa; em contrapartida, a

habilidade com o menor percentual de acerto (5,76%) é a habilidade do eixo Números e operações/Álgebra e funções H16, que refere-se a reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1º grau por meio de seus coeficientes.

Ressalta-se que, além da habilidade H16, discutida anteriormente, observamos também outras habilidades com percentuais de acerto críticos (abaixo de 10%): as habilidades H01 (Geometria), H04 (Geometria) e H19 (Números e operações/Álgebra e funções), as quais referem-se respectivamente a reconhecer aplicações das relações métricas do triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais; identificar a equação de uma reta apresentada a partir de dois pontos dados ou de um ponto e sua inclinação e identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial.

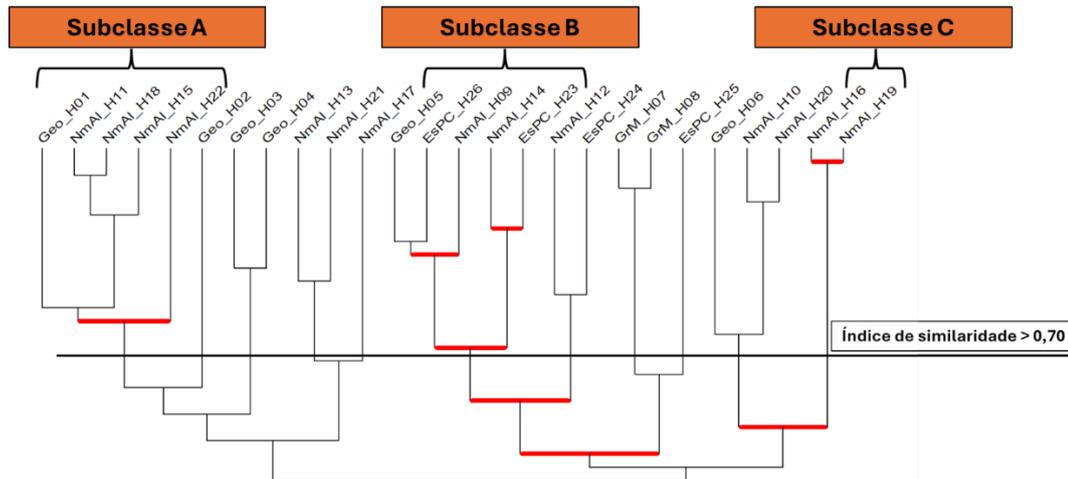
Gráfico 3 - Percentual de acertos por habilidades de matemática do SAEPE (2022).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise das relações de similaridades e implicação

Após o tratamento das relações de similaridade pelo software CHIC, foi gerada a árvore de similaridade, a qual é composta por duas grandes classes, conforme representado na Figura 2. Considerando-se o limiar para o índice de similaridade mencionado anteriormente ($\geq 0,70$), observa-se a formação de 15 subclasses distintas. Fazendo uma breve análise das classes observadas, contata-se uma forte presença das habilidades relacionadas ao eixo Números e operações/Álgebra e funções, compondo 12 entre as 15 subclasses analisadas.

Figura 2 - Árvore de similaridade - Habilidades de matemática do SAEPE (2022)


Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014)

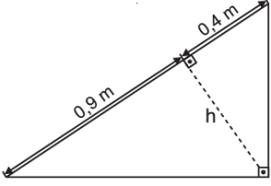
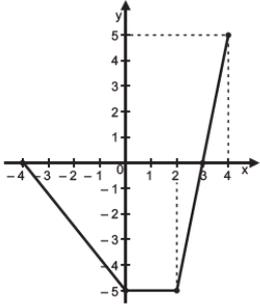
Dada a limitação do espaço do presente trabalho, focamos em analisar apenas as classes que são formadas por nós significativos, e, na sequência, analisamos o grafo implicativo das variáveis que compõem a classe, logo, analisaremos as subclasses A, B e C, indicadas na figura 2.

Subclasse A (índice de similaridade - 0.759486) - essa subclasse indica a associação entre as variáveis do eixo da Geometria Geo_H01 (Reconhecer aplicações das relações métricas do triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais) e do eixo Número e operações/Álgebra e funções NmAl_H11 (Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas), NmAl_H18 (Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1o grau), NmAl_H15 (Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos) e NmAl_H22 (Determinar a solução de um sistema linear). Em síntese, observa-se uma subclasse que é formada, sobretudo, por habilidades relacionadas ao eixo Números e operações/Álgebra e funções, possuindo relação com uma habilidade relacionada à Geometria.

No quadro 3 apresentamos os itens referentes às habilidades que compõem a subclasse A, bem como uma breve análise dos mesmos.

Quadro 3 - Descrição e análise dos itens referentes às variáveis Geo_H01, NmAl_H11, NmAl_H15, NmAl_H18 e NmAl_H22

Código da variável	Item	Análise
Geo_H01	Uma estrutura metálica em formato de triângulo retângulo será reforçada com a soldagem de uma nova barra de metal. Essa barra será fixada na posição do segmento que representa a altura h , relativa à hipotenusa desse triângulo, conforme ilustrado na figura abaixo.	A figura referente ao item discrimina os valores das projeções dos catetos do triângulo retângulo (m e n) na hipotenusa. Conforme sinalizado no comando do item o estudante deve indicar a medida da barra de metal, a qual corresponde à altura relativa à hipotenusa.

	 <p>Qual é a medida, em metros, dessa nova barra de metal que será soldada nessa estrutura?</p>	<p>Para resolução desse item o estudante deve aplicar a relação métrica:</p> $h^2 = m \cdot n$ <p>Destacamos que o fato de as medidas serem expressas em números decimais pode aumentar o grau de dificuldade para a resolução do item.</p>
NmAl_H11	<p>Mariana trabalha de casa por meio da internet. No início do expediente, ela baixa um arquivo que contém o que ela precisa para trabalhar durante o dia. Com seu provedor de internet, ela consegue baixar esse arquivo, utilizando uma velocidade de transferência de 6 Mbps, em 20 minutos. Mariana irá trocar o provedor de sua internet por outro, que oferece uma velocidade de transferência de 24 Mbps.</p> <p>Em quantos minutos Mariana passará a baixar esse arquivo, depois da troca do provedor de sua internet?</p>	<p>O item aborda grandezas que são inversamente proporcionais. Destacamos que para sua resolução é necessário que o estudante aplique uma regra de três simples e atente-se ao fato de ser uma proporção inversa.</p>
NmAl_H18	<p>Considere o polinômio $p(x)$, apresentado em sua forma fatorada no quadro abaixo.</p> $p(x) = (x + 1) \cdot (x - 4) \cdot (x + 6)$ <p>Quais são as raízes desse polinômio?</p>	<p>O item apresenta um polinômio do 3º grau decomposto em três polinômios do 1º grau e solicita que sejam determinadas suas raízes.</p> <p>Para sua resolução é necessário que o estudante extraia as raízes de cada um dos polinômios do 1º grau (igualando-o a zero e resolvendo a equação), e cada uma dessas raízes corresponde às do polinômio do 3º grau.</p>
NmAl_H15	<p>Considere a função $f: [-4, 4] \rightarrow \mathbb{R}$, cujo gráfico está representado abaixo.</p>  <p>Essa função f é estritamente crescente no intervalo.</p>	<p>Nesse item apresenta-se o gráfico de uma função, e solicita-se que se indique em qual intervalo a mesma é crescente.</p> <p>É necessário inicialmente que o estudante identifique visualmente em quais momentos a função é crescente (reta ascendente), em seguida identifique no eixo das abscissas qual o intervalo correspondente.</p>
NmAl_H22	<p>Observe o sistema de equações lineares apresentado abaixo.</p> $\begin{cases} 2x + y - z = -1 \\ -2x + 2y + z = -5 \\ x + z = 2 \end{cases}$ <p>O terno (x, y, z), que é solução desse sistema linear, é</p>	<p>O item apresenta um sistema linear 3×3 e solicita que seja obtida sua solução.</p> <p>Para responder este item pode-se optar pela resolução por meio da Regra de Cramer, na qual é necessário que o estudante mobilize conceitos referente às matrizes e determinantes, ou por meio do escalonamento, onde o estudante irá fazer uma série de manipulações nas</p>

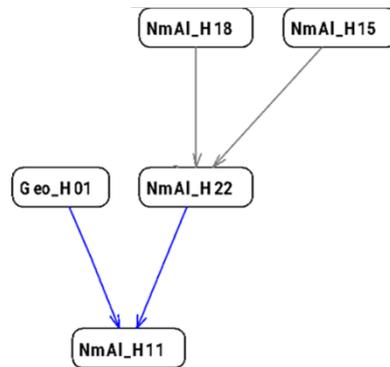


		equações afim obter equações equivalentes e posteriormente resolvê-las.
--	--	---

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme observa-se no quadro anterior cada um dos itens analisados possui objetivos distintos, dessa forma não conseguimos, por meio dessa análise, apontar elementos, no que se refere especificamente à estrutura do item e possíveis estratégias de resolução, que possam explicar as similaridades encontradas. Na figura a seguir apresentamos as relações de implicação envolvendo as variáveis em questão.

Figura 3 - Grafo implicativo entre as variáveis Geo_H01, NmAl_H11, NmAl_H15, NmAl_H18 e NmAl_H22



Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014).

Conforme expresso no grafo implicativo, existem duas variáveis, isto é, NmAl_H15 e NmAl_H18, que implicam na variável NmAl_H22, e esta última variável, bem como a variável Geo_H01 implicam na variável NmAl_H11. Esses caminhos serão mais bem descritos a seguir:

$NmAl_H15 \rightarrow NmAl_H22$ - Analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos (Nm_H15) implica em determinar a solução de um sistema linear (NmAl_H22).

$NmAl_H18 \rightarrow NmAl_H22$ - Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1º grau (NmAl_H18) implica em determinar a solução de um sistema linear (NmAl_H22).

Sintetizando as análises realizadas, reflete-se que um estudante que acertar itens relacionados às habilidades analisar crescimento/decrescimento, zeros de funções reais apresentadas em gráficos e relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1º grau, tende, também, a acertar um item relacionado a determinar a solução de um sistema linear.

$NmAl_H22 \rightarrow NmAl_H11$ - Determinar a solução de um sistema linear (NmAl_H22) implica em resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas (NmAl_H11).

$Geo_H01 \rightarrow NmAl_H11$ - Reconhecer aplicações das relações métricas do triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais (Geo_H01) implica em resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas (NmAl_H11).

Logo, o estudante que acertar itens referentes a determinar a solução de um sistema linear ou a reconhecer aplicações das relações métricas do triângulo

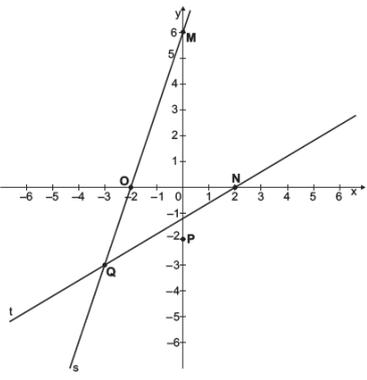


retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais, tende a acertar um item que explore a habilidade de resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas

Observamos que, nas relações de implicação consideradas as variáveis NmAl_H11 e NmAl_H22, parecem centralizar os caminhos de implicação, destacamos que essas variáveis possuem um percentual de acerto de, respectivamente, 38,85% e 28,06%. De acordo com as análises realizadas, uma das implicações envolve a variável Geo_H01 ($Geo_H01 \rightarrow NmAl_H11$), a qual possui um dos menores percentuais de acerto (8,63%) e estabelece uma relação direta com NmAl_H11.

Subclasse B (Índice de similaridade - 0,705924) - Essa subclasse traduz a similaridade entre variáveis do campo da geometria, Geo_H05 (Relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas.), Números e operações/Álgebra e funções, NumAl_H09 (Identificar a localização de números reais na reta numérica) e Estatística, probabilidade e combinatória, EsPC_H23 (Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos) e EsPC_H26 (Resolver problema que envolva probabilidade de um evento). Nessa subclasse, observamos, mais uma vez, a presença das variáveis relacionadas ao eixo Números e operações/Álgebra e funções e ao eixo da Geométrica; em relação à análise da subclasse anterior, observamos também a presença de variáveis relacionadas ao eixo Estatística, Probabilidade e Combinatória. O quadro abaixo apresenta a descrição e análise dos itens referentes às variáveis que compõe a subclasse B.

Quadro 4 - Descrição e análise dos itens referentes às variáveis Geo_H05, NumAl_H09, NumAl_H14, EsPC_H23 e EsPC_H26.

Código da variável	Item	Análise
Geo_H05	<p>Observe, no plano cartesiano abaixo, a representação geométrica de um sistema formado pelas equações das retas s e t, e alguns pontos destacados.</p>  <p>Qual desses pontos é solução desse sistema?</p>	<p>Nesse item apresenta-se um gráfico com duas retas, e solicita-se que seja indicado ponto que representa a solução de um sistema linear.</p> <p>Para a resolução do item é necessário que se compreenda a representação geométrica de um sistema linear 2×2 e que, a intersecção entre as duas retas representa o ponto que determina a solução do mesmo sistema.</p>
NumAl_H09	<p>Observe os pontos P, Q, R, S e T na reta numérica abaixo, que está dividida em segmentos de mesma medida.</p>  <p>Qual é o ponto que representa o número $-\frac{4}{5}$ nessa reta?</p>	<p>Nesse item apresenta-se uma reta real, a qual divide-se em partições de $\frac{1}{5}$, e solicita-se que seja indicado o ponto</p>

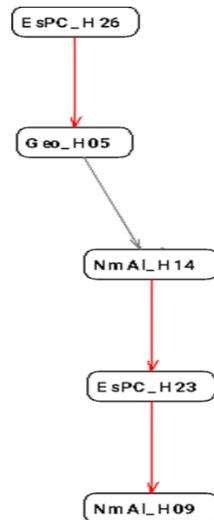


		correspondente ao valor $-\frac{4}{5}$. Para resolução desse item o estudante deve compreender que a reta está dividida em partições correspondentes a $\frac{1}{5}$ e assim projetar o ponto indicado a partir dos pontos já indicados na reta.																																																	
NumAl_H14	Uma escola de natação cobra de seus clientes uma mensalidade de R\$ 80,00. Além desse valor, o cliente paga, no ato da matrícula, uma taxa de R\$ 90,00 para a avaliação médica. Um cliente frequentou essa escola de natação por 11 meses e pagou em dia todas as suas mensalidades. O valor total pago por esse cliente para frequentar a academia nesse período foi:	O item aborda uma situação que pode ser modelizada por uma função afim ($f(x) = ax + b$). Para sua resolução é necessário que o estudante compreenda que há um valor fixo, referente à taxa de avaliação médica, e um valor que é somado a cada mês, referente à mensalidade.																																																	
EsPC_H23	Observe, na tabela abaixo, o número de unidades vendidas dos 5 modelos de automóveis mais comercializados no Brasil nos primeiros seis meses do ano de 2015. <table border="1" data-bbox="470 1153 1061 1400"> <thead> <tr> <th colspan="7">Modelos mais vendidos no 1º semestre de 2015</th> </tr> <tr> <th>MODELO</th> <th>JAN</th> <th>FEV</th> <th>MAR</th> <th>ABR</th> <th>MAI</th> <th>JUN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13 462</td> <td>6 885</td> <td>9 548</td> <td>8 783</td> <td>8 212</td> <td>8 871</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>14 432</td> <td>9 181</td> <td>9 232</td> <td>8 841</td> <td>10 469</td> <td>10 582</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8 962</td> <td>6 492</td> <td>9 100</td> <td>8 753</td> <td>8 848</td> <td>9 165</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>11 202</td> <td>8 715</td> <td>9 946</td> <td>8 598</td> <td>7 354</td> <td>8 679</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>8 229</td> <td>6 419</td> <td>8 151</td> <td>7 845</td> <td>8 348</td> <td>6 977</td> </tr> </tbody> </table> De acordo com essa tabela, quantos automóveis desses 5 modelos foram vendidos no mês de maio de 2015?	Modelos mais vendidos no 1º semestre de 2015							MODELO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	1	13 462	6 885	9 548	8 783	8 212	8 871	2	14 432	9 181	9 232	8 841	10 469	10 582	3	8 962	6 492	9 100	8 753	8 848	9 165	4	11 202	8 715	9 946	8 598	7 354	8 679	5	8 229	6 419	8 151	7 845	8 348	6 977	O item apresenta uma tabela e solicita que se identifique informações que são expressas nos mesmos. A informação solicitada não é obtida de maneira direta, o estudante terá que somar todos os valores da coluna referente ao mês de maio.
Modelos mais vendidos no 1º semestre de 2015																																																			
MODELO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN																																													
1	13 462	6 885	9 548	8 783	8 212	8 871																																													
2	14 432	9 181	9 232	8 841	10 469	10 582																																													
3	8 962	6 492	9 100	8 753	8 848	9 165																																													
4	11 202	8 715	9 946	8 598	7 354	8 679																																													
5	8 229	6 419	8 151	7 845	8 348	6 977																																													
EsPC_H26	Uma empresa irá presentear seus funcionários no final do ano. Para presentear esses funcionários, compraram 20 livros, 30 canecas, 18 garrafas térmicas e 35 estojos de canetas. Para serem imparciais na distribuição dos presentes, a empresa preparou uma urna contendo uma quantidade de cartões igual à quantidade de presentes a serem distribuídos, cada um deles indicando um prêmio. Cada funcionário irá retirar, aleatoriamente, um cartão dessa urna, e esse cartão irá indicar qual é o presente que esse funcionário irá receber. Luciana será a primeira a retirar um cartão dessa urna e deseja ganhar uma garrafa térmica. Qual é a probabilidade de Luciana ganhar a garrafa térmica?	O item apresenta uma situação em que irá retirar-se um cartão aleatoriamente de uma urna e deseja-se calcular a probabilidade de sair um cartão específico (referente à garrafa térmica). Para o cálculo da probabilidade deve-se aplicar a fórmula: $P(A) = \frac{N(A)}{N(\Omega)}$																																																	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por meio da análise dos itens não conseguimos, assim como na subclasse anterior, tecer justificativas que expliquem as relações de similaridade observadas, uma vez que esses itens possuem objetivos distintos. Na figura abaixo apresentamos as relações de implicação das respectivas variáveis.

Figura 4 - Grafo implicativo das variáveis Geo_H05, NumAl_H09, NumAl_H14, EsPC_H23 e EsPC_H26.



Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014).

Analisando o grafo implicativo observávamos um único caminho de implicação contendo as variáveis consideradas, esse caminho será melhor descrito a seguir.

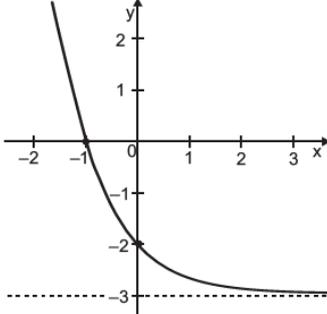
$EsPC_H26 \rightarrow Geo_H05 \rightarrow NmAl_H14$ - Acertar um item referente a resolver problema que envolva probabilidade de um evento (EsPC_H26), implica em acertar um item sobre relacionar a determinação do ponto de interseção de duas ou mais retas com a resolução de um sistema de equações com duas incógnitas (Geo_H05), e o atendimento desta habilidade implica, por sua vez em resolver problema envolvendo uma função do 1º grau (NmAl_H14).

$NmAl_H14 \rightarrow EsPC_H23 \rightarrow NmAl_H09$ - Resolver um problema envolvendo uma função do 1º grau (NmAl_H14), implica em resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos (EsPC_H23), que, conseqüentemente, implica em identificar a localização de números reais na reta numérica (NmAl_H09).

Assim como na subclasse A, observa-se que uma variável referente a habilidade do eixo Números e Operações/ Álgebra e Funções (NmAl_H14) ocupa um papel central nas relações de implicação propostas no gráfico. A habilidade relacionada a essa variável possui um percentual de acerto de 55,4%.

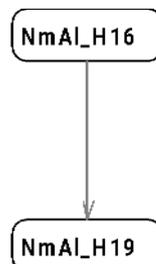
Subclasse C (índice de similaridade - 0,995383) - Traduz a associação entre as variáveis do eixo Números e Operações/Álgebra e funções NmAl_H16 (Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1o grau por meio de seus coeficientes) e NmAl_19 (Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial). O quadro 5 apresenta a análise dos itens referentes a essas habilidades.

Quadro 5 - Descrição e análise dos itens referentes às variáveis NmAL_H16 e NmAL_H19.

Código da variável	Item	Análise
NmAL_H16	Considere uma função polinomial do 1 ^o grau $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ cujo coeficiente linear é - 4 e o coeficiente angular é 5. O gráfico dessa função f está representado em:	Esse item fornece os coeficientes referentes à lei de formação de uma função afim ($f(x) = ax + b$) e solicita-se que o estudante identifique dentre as alternativas aquela que corresponde ao seu gráfico Para resolução é necessário que o estudante compreenda quais são as implicações dos coeficientes no gráfico da função afim.
NmAL_19	Considere a função exponencial $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ definida por $f(x) = a^x + b$, em que a e b são constantes reais, $a > 0$ e $a \neq 1$, cujo gráfico está representado abaixo.  A lei de formação dessa função f é:	Esse item fornece a representação gráfica de uma função exponencial ($f(x) = a^x + b$) e é solicitado que se determine a lei de formação da mesma. Para resolução é necessário que o estudante compreenda quais são as implicações dos coeficientes no gráfico da função exponencial.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observamos que os itens apresentados anteriormente abordam problemáticas referentes à articulação entre o registro algébrico e gráfico de funções matemáticas (afim e exponencial). Ressaltamos o alto índice de similaridade da subclasse formada pelas respectivas variáveis. As relações de implicação entre às variáveis NmAL_H16 e NmAL_H19 encontram-se expressas na figura a seguir.

Figura 5 - Grafo implicativo das variáveis NmAL_H16 e NmAL_H19.


Fonte: Tratamento dos dados pelos autores com o uso do software CHIC v. 7.0 (2014).

O grafo implicativo (Figura 5) traduz a seguinte relação de implicação:



$NmAl_H16 \rightarrow NmAl_H19$ - Reconhecer o gráfico de uma função polinomial de 1o grau por meio de seus coeficientes (NmAl_H16) implica em Identificar a representação algébrica e/ou gráfica de uma função exponencial (NmAl_H19). Conforme citado anteriormente, as habilidades consideradas referem-se à articulação entre o registro algébrico e gráfico de funções matemática. Outro fato que nos chama atenção é que ambas as habilidades possuem um percentual de acerto baixíssimo 5,76 (NmAl_H16) e 9,35% (NmAl_H19).

Considerações finais

O presente trabalho teve por objetivo analisar possíveis relações entre o desempenho dos estudantes em itens relacionados às habilidades de matemática do 3º ano do ensino médio contempladas no SAEPE, e, para isso, foi considerado os resultados de 139 estudantes de uma escola situada em um município do Agreste Meridional do estado, obtidos na edição desta avaliação no ano de 2022. O tratamento dos dados foi efetuado por meio do software CHIC, considerando os parâmetros da Análise de Similaridade e da Análise Estatística Implicativa e gerando, respectivamente, a árvore de similaridade e o grafo implicativo.

Os resultados sinalizam que a maioria dos estudantes pertencentes a amostra considerada demonstram não terem desenvolvido as habilidades mínimas compatíveis com o seu nível de escolaridade, ou não as desenvolveram de maneira adequada. As análises demonstram que há habilidades que apresentam desempenho críticos, os quais traduzem-se em baixos percentuais de acerto, tais habilidades pertencem aos eixos Números e Operações/Álgebra e Funções e Geometria.

Observamos na árvore de similaridade, considerando os limiares do índice de similaridade, a formação de 15 subclasses. Constatamos nessas subclasses a forte presença de variáveis relacionadas a habilidades referentes ao eixo Números e Operações/Álgebra e Funções, dentre as 15 subclasses indicadas, 12 tem a presença de ao menos uma habilidade desse eixo. Ao voltarmos para as subclasses que possuem nós significativos, evidenciamos que elas são formadas, sobretudo, por variáveis associadas às habilidades relacionadas ao eixo citado, tendo também a presença de variáveis relacionadas ao eixo da Geometria e Estatística, Combinatória e Probabilidade.

Ao analisarmos as relações de implicação que envolvem as variáveis presentes nas subclasses formadas por nós significativos, observamos que as variáveis pertencentes ao eixo Números e Operações/Álgebra e funções parecem ter um papel central nas mesmas, tendo em vista que tanto são consequências de variáveis, como também implicam em outras. Chamamos atenção para uma das subclasses analisadas, a qual é formada por duas habilidades do mesmo eixo, um fato interessante é que as habilidades associadas a essas variáveis possuem um baixo percentual de acerto, e referem-se especificamente à articulação entre o registro algébrico e gráfico de funções matemáticas.

Isto posto, inferimos que o desempenho relacionado a itens que envolvam habilidades do eixo Números e operações/Álgebra e funções parece relacionar-se tanto com a aqueles referentes ao mesmo eixo, como aqueles pertencentes aos outros eixos da matemática. Com esse trabalho, evidenciamos a necessidade de expandir o estudo aqui realizado, considerando outras escolas, assim como analisar os resultados da rede como um todo, a fim de identificarmos habilidades centrais que estão diretamente relacionadas com o desempenho de outras habilidades.



Destacamos o potencial deste trabalho para possíveis contribuições para o trabalho em sala de aula dos professores, tendo em vista que, ao explorar as relações entre os desempenhos de diferentes habilidades, sinaliza pontos que podem ser mais bem explorados com o trabalho pedagógico, como, por exemplo, um trabalho mais cuidadoso com conceitos que esteja relacionado ao desenvolvimento de habilidades relacionadas ao eixo Álgebra e funções/Número e operações.

Referências

ALMOULOU, S. A.; COUTINHO, C. Q. S.; SILVA, M. J. F. Mapeamento De Conhecimentos De Professores Sobre Tecnologias De Informação E Comunicação E Seus Usos Didático-Pedagógicos. **VIII Colloque International** -VIII International Conference - A.S.I. Analyse Statistique Implicative --Statistical Implicative Analysis Radès (Tunisie) - Novembre 2015. Disponível em: <http://sites.univ-lyon2.fr/ASI8/>.

BLASIS, E.; Guedes, P. M. **Avaliação e Aprendizagem: Avaliações externas: perspectivas para a ação pedagógica e a gestão do ensino**. São Paulo: CENPEC: Fundação Itaú Social, 2013.

BONAMINO, A.; SOUSA, S. Z. Three generations of assessments of basic education in Brazil: Interfaces with the curriculum in/of the school. **Educação e pesquisa**, v. 38, p. 373-388, 2012.

BRAZ SANTANA, J. E. **Contrato didático e registros de representação semiótica: inter-relações no ensino da Função Afim no 1º ano do Ensino Médio**. Tese (Doutorado em educação matemática e tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

CENTRO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO (CAEd) (2024a). **Plataforma de Avaliação e Monitoramento da Educação de Pernambuco**. Disponível em: <https://avaliacaoemontoramentopernambuco.caeddigital.net/#!/pagina-inicial>. Acessado em: 03/07/2024.

CENTRO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO (CAEd) (2024b). **Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco**. Disponível em: <https://avaliacaoemontoramentopernambuco.caeddigital.net/#!/sistema>. Acesso em: 11 jul. 2024.

CENTRO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO (CAEd) (2024c). **Resultados**. Disponível em: <https://avaliacaoemontoramentopernambuco.caeddigital.net/#!/resultados>. Acesso em: 17 jul. 2024.

DE ALMEIDA, D. P. A.; ESPÍNDOLA, E. B. de M. O SAEPE e as representações sociais de formação continuada de professores de matemática do ensino médio. In: **Anais VIII Encontro de Pesquisas Educacional em Pernambuco (EPEPE)**, 2022, Campina Grande. Realize Editora, p. 1251-1276. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/83832>. Acesso em: 03/07/2024.



DOS SANTOS, M. L. S.; SILVA, K. N. P. O Sistema de Avaliação da Educação Básica de Pernambuco (SAEPE) e Qualidade da Educação Básica. **Currículo sem Fronteiras**, v. 19, n. 1, p. 309-334, 2019.

GRAS, R.; REGNIER, J.-C. Origine et développement de l'ASI. In : Gras, R.; Régnier, J.-C.; Marinica, C.; Guillet, F. (Eds.). **L'analyse statistique implicative**. Toulouse: Cépaduès - Éditions, 2013.

GREMAUD, A. **Avaliação Continuada: apropriação e utilização dos resultados em Pernambuco**. Juiz de Fora: FADEPE, 2009.

LERMAN, I. C. La classification: concepts et caractéristiques d'une méthodologie d'analyse des données. **Journal de la Société de statistique de Paris**, v. 122, n. 2, p. 70-90, 1981.

OLIVEIRA, C. D. da S.; SANTOS, M. R. dos Razões Trigonométricas no Ensino Médio: Uma Análise das Técnicas Aplicadas por Estudantes na Resolução de Itens do SAEPE. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 16, n. 44, p. 20-20, 2023.

OLIVEIRA, I. J. de. **Sistema de avaliação educacional de Pernambuco - SAEPE como estratégia de avaliação e responsabilização: evidências em escolas estaduais de ensino médio**. 2021. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

REGNIER, J.-C; Andrade, V. L. V. X. de. **Análise Estatística Implicativa e Análise de Similaridade no Quadro Teórico e Metodológico das Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemática com a utilização do software CHIC**. Editora Universitária da UFRPE, pp.323, 2020.

ROTHEN, J. C.; Da Cunha Malheiros Santana, A. External evaluation of education and teacher work: The Brazilian case. **Policy futures in education**, v. 13, n. 7, p. 870-886, 2015.

SANTANA, P. Analysis of questions from the descriptors d16, d17, d18, d20, d27 of mathematics of the 9th grade of elementary school of the Pernambuco basic education evaluation system (SAEPE) from the 2015 to 2019 editions. **Revista Gênero e Interdisciplinaridade**, v. 4, v. 02, p. 359-378, 2023.

SANTOS, A. O.; GIMENES, O. M.; MARIANO, S. M. F. Avaliações Externas e seus impactos nas Práticas Pedagógicas: percepções e visões preliminares. In: **Anais do Encontro de Pesquisa em Educação e Congresso Internacional de Trabalho Docente e Processos Educativos**, v. 1, n. 1, p. 38-50, 2013.

SANTOS, M. R. A. Rosa dos. **Transposição Didática do conceito de área de figuras geométricas planas no 6º ano do Ensino Fundamental: Um olhar sob a ótica da Teoria Antropológica do Didático**. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO. **Resultados do Saepe 2022**. Disponível em: <http://www.educacao.pe.gov.br/resultados-saepe-2022>. Acesso em: 03 jul. 2024.

SILVA, Í. A. de O. **O Programa de Modernização da Gestão Pública: uma análise da política de responsabilização educacional em Pernambuco no governo Campos (2007-2011)**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

SILVA, V. E. de O. **Sistema de Avaliação Educacional de Pernambuco (SAEPE): suas possíveis implicações no currículo escolar**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Pedagogia) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.