

Validação de Campos Cognitivos para Avaliações Diagnósticas em Matemática Básica

Maria Emily da Silva¹, Marcílio Ferreira dos Santos¹, Cleiton de Lima Ricardo²

¹ Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico do Agreste (CAA), Núcleo de Formação de Docentes (NFD), Caruaru, Pernambuco, Brasil.

E-mail: marcelio.santos@ufpe.br

² Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico do Agreste (CAA), Núcleo Interdisciplinar de Ciências Exatas e da Natureza (NICEN), Caruaru, Pernambuco, Brasil.

Resumo: Este trabalho apresenta uma etapa de validação metodológica de um projeto de pesquisa que visa desenvolver um framework para identificação de dificuldades cognitivas em avaliações diagnósticas de Matemática. Como etapa inicial, foram definidos cinco campos cognitivos considerados relevantes para a resolução de questões de Matemática Básica: domínio conceitual, manipulação simbólica, mudança de representação, interpretação textual e generalização conceitual. Com o objetivo de avaliar a clareza e a capacidade de discriminação dessas categorias, foi elaborado um instrumento aplicado a professores e licenciados em Matemática, que classificaram um conjunto de questões segundo os campos cognitivos envolvidos em sua resolução. Os resultados foram analisados por meio de índices de validade de conteúdo e de um Índice de Sobreposição Cognitiva, proposto neste trabalho para identificar relações de sobreposição entre as categorias. A análise evidenciou elevada concordância para parte das habilidades e revelou sobreposições sistemáticas envolvendo o campo de domínio conceitual, indicando oportunidades de refinamento das definições propostas. Os resultados demonstram a importância da validação por especialistas como etapa preliminar para o desenvolvimento de instrumentos diagnósticos voltados à identificação de lacunas de aprendizagem.

Palavras-chave: avaliação diagnóstica; Matemática Básica; habilidades cognitivas; validade de conteúdo; sobreposição cognitiva

INTRODUÇÃO

As dificuldades de aprendizagem em Matemática Básica constituem um dos principais desafios enfrentados por estudantes ingressantes em cursos das áreas de Ciências Exatas, Engenharias e formação de professores. Deficiências em conteúdos introdutórios como álgebra, conjuntos numéricos, funções e resolução de problemas comprometem o desempenho em disciplinas subsequentes, como Cálculo, Álgebra Linear, Geometria Analítica e Estatística, contribuindo para elevados índices de retenção e evasão no ensino superior (Tall, 1992; Harel; Dubinsky, 1992; Selden; Selden, 2001).

Embora avaliações tradicionais permitam identificar quais questões foram respondidas corretamente ou incorretamente, elas fornecem poucas evidências sobre a natureza das dificuldades apresentadas pelos estudantes. Um mesmo erro pode resultar de diferentes limitações cognitivas, como fragilidade conceitual, dificuldades de manipulação algébrica, problemas de interpretação do enunciado ou limitações na conversão entre diferentes representações matemáticas. Consequentemente,

análises baseadas apenas em percentuais de acerto tornam-se insuficientes para subsidiar intervenções pedagógicas mais direcionadas e para apoiar processos de avaliação formativa (Black; Wiliam, 1998; Duval, 2006; Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001).

Este trabalho integra um projeto de pesquisa PIBITI desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), cujo objetivo é desenvolver um framework para identificação de perfis de dificuldades cognitivas apresentados por estudantes em avaliações diagnósticas. A proposta busca complementar a análise tradicional baseada apenas nos conteúdos matemáticos, produzindo indicadores que permitam caracterizar quais habilidades cognitivas apresentam maiores fragilidades em diferentes turmas e oferecendo subsídios para intervenções pedagógicas mais específicas.

Como etapa inicial desse projeto, optou-se por utilizar questões de Matemática Básica, por constituírem um domínio amplamente consolidado, presente na formação de praticamente todos os cursos



da área e suficientemente acessível para a construção e validação inicial da metodologia proposta. Para isso, foi definido um conjunto preliminar de cinco campos cognitivos considerados relevantes para a resolução das questões: Domínio Conceitual, Manipulação Simbólica, Mudança de Representação, Interpretação Textual e Generalização Conceitual. Essas categorias foram definidas com finalidade operacional, inspirando-se em contribuições da literatura sobre compreensão conceitual, representações matemáticas e raciocínio matemático, sem a pretensão de reproduzir integralmente modelos teóricos já consolidados (Duval, 2006; Harel, 2008; Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001).

Entretanto, antes que essas categorias possam ser empregadas na identificação de dificuldades de aprendizagem, torna-se necessário verificar se suas definições são suficientemente claras para que diferentes especialistas consigam identificar, de maneira consistente, quais habilidades cognitivas são mobilizadas durante a resolução de uma mesma questão. A validação dessas categorias constitui uma etapa essencial para o desenvolvimento do framework, permitindo identificar ambiguidades e orientar o refinamento de suas definições antes de sua aplicação em avaliações envolvendo estudantes.

Além de subsidiar a construção do framework, espera-se que os indicadores produzidos a partir dessas categorias possam, futuramente, ser integrados a ambientes de Learning Analytics, ampliando as possibilidades de acompanhamento da aprendizagem e apoiando processos de tomada de decisão pedagógica baseados em evidências. Nessa perspectiva, a validação das categorias cognitivas representa um passo inicial para a construção de ferramentas capazes de produzir informações mais detalhadas sobre os perfis de aprendizagem dos estudantes (Long; Siemens, 2011; Siemens, 2013; Romero; Ventura, 2020).

Assim, este artigo apresenta a etapa inicial de validação dos campos cognitivos propostos para compor o framework em desenvolvimento. Para isso, especialistas em Matemática avaliaram um conjunto de questões de Matemática Básica, permitindo investigar o grau de identificabilidade das categorias, sua validade de conteúdo e as relações de sobreposição entre elas. Os resultados obtidos fornecem evidências para o refinamento das definições propostas e estabelecem uma base metodológica para as etapas posteriores do projeto.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é validar preliminarmente um conjunto de campos cognitivos destinados à classificação de questões de Matemática Básica, investigando seu grau de identificabilidade por especialistas e produzindo evidências que subsidiem o aperfeiçoamento do framework em desenvolvimento.

PROPOSTA METODOLÓGICA

Este trabalho integra um projeto de pesquisa PIBITI desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), cujo objetivo final é desenvolver um ambiente de avaliação diagnóstica capaz de identificar perfis de dificuldades cognitivas apresentados por estudantes em Matemática. A proposta consiste em complementar a análise tradicional baseada apenas no percentual de acertos, produzindo indicadores que permitam identificar quais habilidades cognitivas apresentam maiores fragilidades em uma turma.

Como primeira etapa desse projeto, tornou-se necessário definir um conjunto inicial de habilidades cognitivas que pudesse ser utilizado para classificar questões de Matemática Básica. Nesta pesquisa foram adotados cinco campos cognitivos:

- Domínio Conceitual (DC): capacidade de reconhecer, compreender ou aplicar conceitos, definições e propriedades matemáticas.
- Manipulação Simbólica (MS): capacidade de realizar operações algébricas e manipular corretamente expressões e símbolos matemáticos.
- Mudança de Representação (MR): capacidade de converter ou relacionar diferentes formas de representação de um mesmo objeto matemático, como registros algébricos, gráficos, geométricos, tabulares ou textuais.
- Interpretação Textual (IT): capacidade de compreender um enunciado em linguagem natural e traduzi-lo para uma representação matemática adequada.
- Generalização Conceitual (GC): capacidade de identificar padrões, estabelecer regularidades e extrapolar resultados para situações mais gerais.

A escolha da Matemática Básica ocorreu por se tratar de um domínio introdutório, amplamente presente na formação matemática e adequado para uma validação inicial da proposta.

Entretanto, antes que essas categorias possam ser empregadas em avaliações diagnósticas de estudantes, é necessário verificar se suas definições são suficientemente claras para que diferentes avaliadores consigam identificar, de maneira consistente, quais habilidades cognitivas são mobilizadas na resolução de uma mesma questão.

Participaram desta etapa da pesquisa 11 avaliadores, compostos por estudantes concluintes e egressos do curso de Licenciatura em Matemática. A escolha desse público fundamentou-se no fato de os participantes possuírem formação suficiente para analisar as habilidades cognitivas mobilizadas

durante a resolução de questões de Matemática Básica.

Para essa finalidade, foi elaborado um questionário eletrônico utilizando a plataforma Google Forms, composto por dez questões de Matemática Básica. Para cada questão, os participantes deveriam indicar quais dos cinco campos cognitivos consideravam necessários para sua resolução, sendo permitida a seleção simultânea de múltiplas categorias quando julgassem pertinente. Ao final do formulário, foi incluída uma questão em escala Likert de cinco pontos para avaliar a percepção dos participantes quanto à clareza das definições propostas e ao potencial da abordagem para identificar habilidades cognitivas em avaliações diagnósticas.

A possibilidade de múltiplas marcações foi adotada deliberadamente para investigar o grau de sobreposição entre os campos cognitivos propostos. Assim, além de avaliar a concordância entre os avaliadores, esta etapa da pesquisa buscou identificar quais categorias apresentam menor capacidade de discriminação, fornecendo evidências para o refinamento de suas definições antes da aplicação do framework em avaliações envolvendo estudantes.

A presente pesquisa corresponde à etapa de validação das categorias cognitivas propostas. Em trabalhos futuros, após o refinamento dessas definições, o instrumento será aplicado a estudantes para investigar sua capacidade de identificar perfis de dificuldades de aprendizagem e produzir indicadores diagnósticos que apoiem intervenções pedagógicas mais direcionadas.

ÍNDICE DE SOBREPOSIÇÃO COGNITIVA

Além dos índices tradicionais de validade de conteúdo, foi realizada uma análise da coocorrência entre os campos cognitivos selecionados pelos especialistas. O objetivo dessa análise não foi avaliar a concordância entre avaliadores, mas investigar o grau em que diferentes categorias tendem a ser percebidas conjuntamente durante a classificação das questões.

Para essa finalidade, foi utilizada a probabilidade condicional de ocorrência conjunta entre dois campos cognitivos, denominada neste trabalho Índice de Sobreposição Cognitiva (ISC). O índice é definido por

$$ISC(A, B) = P(B|A) = \frac{n(A \cap B)}{n(A)}$$

em que $n(A)$ representa o número de classificações em que o campo cognitivo A foi selecionado, enquanto $n(A \cap B)$ corresponde ao número de classificações nas quais os campos A e B foram selecionados simultaneamente.

O ISC pode ser interpretado como a probabilidade de um campo cognitivo B também ser identificado pelos especialistas quando o campo A já foi selecionado. Valores próximos de 1 indicam elevada ocorrência conjunta entre as categorias, enquanto valores próximos de 0 sugerem maior independência entre elas.

Optou-se pela utilização da probabilidade condicional por sua interpretação direta e por responder ao objetivo específico desta pesquisa. Durante a elaboração do instrumento foram consideradas medidas clássicas de concordância entre avaliadores e índices de similaridade entre conjuntos. Entretanto, verificou-se que tais medidas não respondiam diretamente à questão investigada neste estudo, que consiste em avaliar em que medida a identificação de um determinado campo cognitivo tende a ser acompanhada pela identificação de outro. Dessa forma, utilizou-se a probabilidade condicional como um indicador descritivo de coocorrência, denominada neste trabalho Índice de Sobreposição Cognitiva (ISC). Ressalta-se que o ISC não é proposto como uma nova medida estatística de validade, mas como um indicador complementar aos índices tradicionais de validade de conteúdo, destinado a investigar a separabilidade operacional entre os campos cognitivos e fornecer evidências para o refinamento de suas definições.

RESULTADOS

Frequência das habilidades cognitivas

A Figura 1 apresenta a frequência de marcação das cinco habilidades cognitivas pelos especialistas durante o processo de classificação das dez questões analisadas. Observou-se que Domínio Conceitual (DC) foi a categoria mais frequentemente atribuída, totalizando 77 marcações. Em seguida, destacaram-se Manipulação Simbólica (MS), com 60 ocorrências, Interpretação Textual (IT), com 47, Mudança de Representação (MR), com 36, e Generalização Conceitual (GC), com 31 marcações. Esses resultados evidenciam uma predominância da categoria Domínio Conceitual ao longo das avaliações realizadas pelos especialistas.

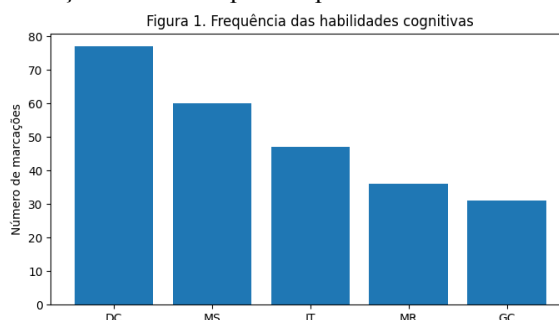


Figura 1 – Frequência absoluta das habilidades cognitivas classificadas pelos especialistas.

Índice de Sobreposição Cognitiva

Com o objetivo de investigar o grau de separabilidade entre as categorias cognitivas propostas, foi calculado o Índice de Sobreposição Cognitiva (ISC), definido como a probabilidade condicional de uma habilidade ser selecionada dado que outra habilidade já tenha sido identificada. Valores elevados do índice indicam maior ocorrência conjunta entre duas categorias durante o processo de classificação.

A Tabela 1 apresenta a matriz completa do ISC para todas as combinações entre as cinco habilidades cognitivas. Observa-se que os maiores índices concentram-se nas associações envolvendo Domínio Conceitual, indicando elevada ocorrência conjunta dessa categoria com as demais habilidades avaliadas.

Origem	Habilidade associada	ISC
Manipulação Simbólica (MS)	Domínio Conceitual (DC)	0,783
Generalização Conceitual (GC)	Domínio Conceitual (DC)	0,742
Mudança de Representação (MR)	Domínio Conceitual (DC)	0,722
Generalização Conceitual (GC)	Manipulação Simbólica (MS)	0,710
Interpretação Textual (IT)	Domínio Conceitual (DC)	0,681
Interpretação Textual (IT)	Manipulação Simbólica (MS)	0,617
Domínio Conceitual (DC)	Manipulação Simbólica (MS)	0,610
Mudança de Representação (MR)	Manipulação Simbólica (MS)	0,583

Generalização Conceitual (GC)	Interpretação Textual (IT)	0,548
Mudança de Representação (MR)	Interpretação Textual (IT)	0,500

Tabela 1 – Matriz do Índice de Sobreposição Cognitiva ($ISC = P(B|A)$).

Principais relações de sobreposição

Para facilitar a interpretação da matriz completa, a Tabela 2 apresenta apenas os maiores valores observados para o Índice de Sobreposição Cognitiva. O maior índice foi registrado entre Manipulação Simbólica e Domínio Conceitual ($ISC = 0,783$), indicando que, quando Manipulação Simbólica foi identificada pelos especialistas, Domínio Conceitual também foi selecionado em aproximadamente 78% das classificações.

Também foram observados elevados índices envolvendo Generalização Conceitual e Domínio Conceitual ($ISC = 0,742$), Mudança de Representação e Domínio Conceitual ($ISC = 0,722$), além de Generalização Conceitual e Manipulação Simbólica ($ISC = 0,710$). Esses resultados demonstram que determinadas categorias apresentaram elevada frequência de marcação simultânea durante o processo de avaliação.

Origem	Habilidade associada	ISC
Manipulação Simbólica (MS)	Domínio Conceitual (DC)	0,783
Generalização Conceitual (GC)	Domínio Conceitual (DC)	0,742
Mudança de Representação (MR)	Domínio Conceitual (DC)	0,722
Generalização Conceitual (GC)	Manipulação Simbólica (MS)	0,710
Interpretação Textual (IT)	Domínio Conceitual (DC)	0,681
Interpretação Textual (IT)	Manipulação Simbólica (MS)	0,617

Domínio Conceitual (DC)	Manipulação Simbólica (MS)	0,610
Mudança de Representação (MR)	Manipulação Simbólica (MS)	0,583
Generalização Conceitual (GC)	Interpretação Textual (IT)	0,548
Mudança de Representação (MR)	Interpretação Textual (IT)	0,500

Tabela 2 – Ranking das maiores sobreposições entre habilidades cognitivas.

Representação gráfica da sobreposição

A Figura 2 apresenta um mapa de calor construído a partir da matriz do Índice de Sobreposição Cognitiva. Visualmente, observa-se uma concentração dos maiores valores na coluna correspondente à habilidade Domínio Conceitual, evidenciando seu elevado grau de ocorrência conjunta com as demais categorias avaliadas.

Figura 2. Heatmap do Índice de Sobreposição Cognitiva

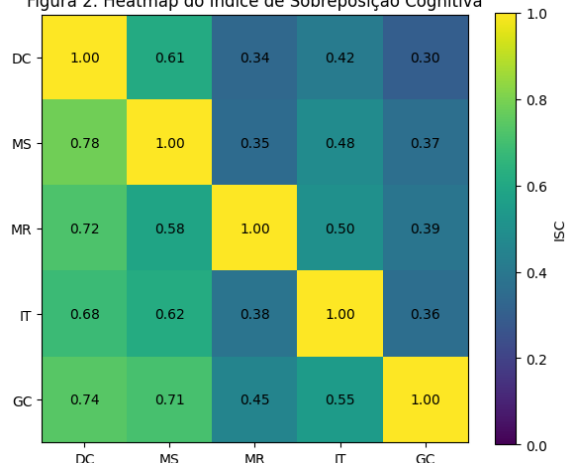


Figura 2 – Heatmap do Índice de Sobreposição Cognitiva.

A Figura 3 representa a rede de sobreposição entre as habilidades cognitivas, em que os vértices correspondem às categorias propostas e as arestas representam os valores do Índice de Sobreposição Cognitiva. A espessura das conexões é proporcional ao grau de sobreposição observado entre cada par de habilidades, permitindo uma visualização integrada das relações identificadas pelos especialistas.

Figura 3. Rede de sobreposição entre habilidades

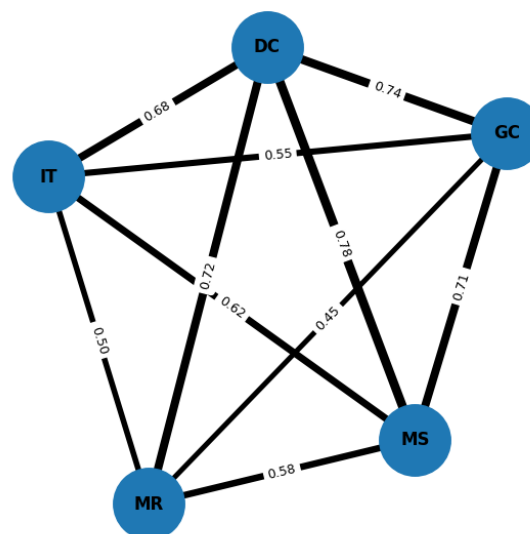


Figura 3 – Rede de sobreposição entre habilidades cognitivas.

Percepção dos participantes sobre as definições propostas

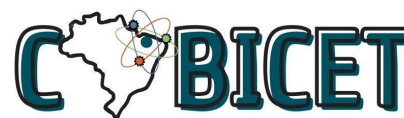
Ao final do questionário, os participantes avaliaram, em uma escala de 1 a 5, a clareza e a adequação das definições dos cinco campos cognitivos utilizados na classificação das questões. Foram obtidas 10 respostas válidas, com média 4,5, mediana 5 e predominância da nota máxima, indicando uma percepção amplamente favorável quanto às definições adotadas.

Embora essa avaliação subjetiva sugira que os campos cognitivos foram considerados compreensíveis pelos participantes, os resultados da análise de sobreposição evidenciaram que algumas categorias ainda apresentam elevada ocorrência conjunta. Assim, a percepção positiva quanto à clareza das definições não elimina a necessidade de seu refinamento, reforçando a importância da utilização de indicadores quantitativos como complemento ao julgamento dos especialistas durante o processo de validação do instrumento.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos indicam que os cinco campos cognitivos propostos apresentaram diferentes níveis de identificabilidade pelos especialistas. Enquanto algumas categorias mostraram maior capacidade de distinção, outras apresentaram elevada frequência de marcação conjunta, evidenciando que seus limites conceituais ainda não são percebidos de forma suficientemente independente.

A principal evidência desse comportamento foi observada para Domínio Conceitual, que



concentrou os maiores valores do Índice de Sobreposição Cognitiva (ISC) em praticamente todas as combinações analisadas. Esse resultado sugere que os especialistas tendem a interpretar o domínio dos conceitos matemáticos como um requisito transversal à resolução das questões, frequentemente associado à manipulação simbólica, à mudança de representação, à interpretação textual e à generalização. Em outras palavras, a definição atualmente adotada para esse campo cognitivo parece abranger competências que também são entendidas como inerentes às demais categorias.

Do ponto de vista metodológico, esse resultado não deve ser interpretado como uma limitação do instrumento, mas como uma evidência produzida justamente pelo processo de validação. A elevada sobreposição observada indica que determinadas definições operacionais ainda podem ser refinadas para aumentar sua capacidade discriminativa. Dessa forma, o Índice de Sobreposição Cognitiva mostrou-se útil não apenas para quantificar associações entre categorias, mas também como um indicador objetivo da necessidade de revisão conceitual dos campos cognitivos propostos.

Essa perspectiva amplia o papel tradicional da validação por especialistas. Em vez de restringir-se à verificação da concordância quanto à classificação das questões, o procedimento adotado permite identificar quais categorias apresentam maior ambiguidade operacional e, conseqüentemente, demandam redefinições antes de sua utilização em instrumentos diagnósticos aplicados a estudantes.

Por fim, os resultados obtidos sugerem que o processo de construção de frameworks baseados em habilidades cognitivas pode beneficiar-se de ciclos iterativos de validação, nos quais indicadores de sobreposição auxiliem no refinamento progressivo das definições dos campos cognitivos. Assim, a validação deixa de representar apenas uma etapa de confirmação e passa a constituir um mecanismo sistemático de aperfeiçoamento da estrutura conceitual que sustentará futuras avaliações diagnósticas.

CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma etapa de validação metodológica de um projeto de pesquisa que busca desenvolver um framework para identificação de dificuldades cognitivas em avaliações diagnósticas de Matemática. Como etapa inicial, foi proposto um conjunto de cinco campos cognitivos destinados à classificação de questões de Matemática Básica e investigada sua identificabilidade por especialistas da área.

Os resultados obtidos indicaram que as categorias propostas apresentam diferentes níveis de

separabilidade operacional. Enquanto algumas habilidades foram identificadas de forma relativamente consistente, outras apresentaram elevada frequência de coocorrência, destacando-se especialmente as associações envolvendo o campo **Domínio Conceitual**. Esse comportamento sugere que determinadas definições ainda podem ser interpretadas como competências transversais, reduzindo sua capacidade de discriminação durante o processo de classificação.

Além dos índices tradicionais de validade de conteúdo, a utilização da probabilidade condicional de coocorrência entre categorias mostrou-se útil como um indicador complementar para investigar relações de sobreposição entre os campos cognitivos. Embora esse indicador não constitua uma medida formal de validade, sua interpretação permitiu identificar objetivamente quais categorias apresentam maior necessidade de refinamento conceitual, contribuindo para o aperfeiçoamento iterativo da proposta.

Os resultados obtidos não devem ser interpretados como uma validação definitiva do framework, mas como evidências iniciais sobre a adequação dos campos cognitivos atualmente propostos. Nesse sentido, a principal contribuição deste trabalho consiste em demonstrar que o processo de validação por especialistas pode ser utilizado não apenas para verificar a consistência de uma classificação, mas também como mecanismo de revisão e aprimoramento das próprias categorias cognitivas que servirão de base para futuras avaliações diagnósticas.

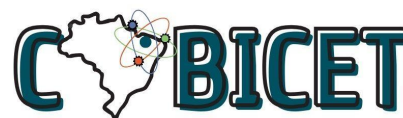
Como continuidade da pesquisa, pretende-se revisar as definições dos campos cognitivos a partir das evidências obtidas neste estudo, ampliar a participação de especialistas e, posteriormente, aplicar o instrumento a estudantes de Matemática, investigando sua capacidade de identificar perfis de dificuldades de aprendizagem e subsidiar intervenções pedagógicas mais direcionadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pelo apoio institucional ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- TALL, David. The psychology of advanced mathematical thinking. In: **Advanced mathematical thinking**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1991. p. 3-21.
- BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. Assessment and classroom learning. **Assessment in Education:**



principles, policy & practice, v. 5, n. 1, p. 7-74, 1998.

DUVAL, Raymond. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics.

Educational studies in mathematics, v. 61, n. 1, p. 103-131, 2006.

HAREL, Guershon. What is Mathematics? A Pedagogical Answer to. **Proof and other dilemmas: Mathematics and philosophy**, v. 59, p. 265, 2008.

DUBINSKY, Ed; HAREL, G. The concept of function. **Aspects of Epistemology and Pedagogy. Mathematical. Ass. of America**, 1992.

FINDELL, Bradford; SWAFFORD, Jane; KILPATRICK, Jeremy (Ed.). **Adding it up: Helping children learn mathematics**. National Academies Press, 2001.

SELDEN, Annie; SELDEN, John. Tertiary mathematics education research and its future. In: **The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2001. p. 237-254.

TALL, David. The Transition to Advanced Mathematical Thinking: Functions. Limits, Infinity, and Proof. 2006.

PASQUALI, Luiz. **Instrumentação psicológica: fundamentos e práticas**. Artmed Editora, 2009.

BERLAND, Matthew; BAKER, Ryan S.; BLIKSTEIN, Paulo. Educational data mining and learning analytics: Applications to constructionist research. **Technology, Knowledge and Learning**, v. 19, n. 1, p. 205-220, 2014.

LONG, Phil; SIEMENS, George. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. **EDUCAUSE Review (Online)**, 2011.

ROMERO, Cristobal; VENTURA, Sebastian. Educational data mining and learning analytics: An updated survey. **Wiley interdisciplinary reviews: Data mining and knowledge discovery**, v. 10, n. 3, p. e1355, 2020.

SIEMENS, George. Learning analytics: The emergence of a discipline. **American behavioral scientist**, v. 57, n. 10, p. 1380-1400, 2013.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO PILOTO DE AVALIAÇÃO

As questões apresentadas neste apêndice constituem um instrumento piloto elaborado para exemplificar a aplicação da Matriz de Habilidades Cognitivas (MHC). Cada item foi construído de modo a mobilizar predominantemente uma ou mais das habilidades cognitivas descritas na Seção 2.

Questão 1

Considere a definição de potência de expoente natural:

$$a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot \dots \cdot a}_{n \text{ fatores}}, \quad n \in \mathbb{N}.$$

Com base apenas nessa definição, assinale a alternativa correta.

- a) $a^m + a^n = a^{n+m}$
- b) $a^m \cdot a^n = a^{n+m}$
- c) $(a + b)^2 = a^2 + b^2$
- d) $a^m - a^n = a^{m-n}$

Questão 2

Considere a definição

$$\log_b a = c \Leftrightarrow b^c = a$$

Sem utilizar propriedades previamente conhecidas dos logaritmos, determine o valor de

$$\log_3 81 = 4$$

- a) 3
- b) 4
- c) 9
- d) 27

Questão 3

Simplifique completamente a expressão

$$\frac{x^2-9}{x^2-6x+9}$$

- a) 1
- b) $\frac{x+3}{x-3}$
- c) $\frac{x-3}{x+3}$
- d) $\frac{1}{x-3}$

Questão 4

Considere a função

$$f(x) = x^2 - 4x + 3.$$

Assinale a alternativa que descreve corretamente o gráfico dessa função.

- a) Parábola com concavidade para baixo e vértice em (2,-1).
- b) Parábola com concavidade para cima e vértice em (2,-1).
- c) Parábola com concavidade para cima e vértice em (-2,-1).
- d) Parábola com concavidade para baixo e vértice em (-2,1).

Questão 5

Uma empresa cobra uma taxa fixa de R\$ 45,00 mais R\$ 0,80 por quilômetro percorrido.

Sabendo que uma corrida custou R\$ 89,80, determine a distância percorrida.

- a) 45 km
- b) 55 km
- c) 56 km
- d) 58 km

Questão 6

Observe a sequência numérica

$$1, -1/2, 1/4, -1/8, \dots$$

Assinale a expressão que representa corretamente o termo geral da sequência.

- d) $a_n = \frac{(-1)^n}{2^n}$
- b) $a_n = -n^2$
- c) $a_n = n(n+1)$
- d) $a_n = \frac{(-1)^{n+1}}{2^n}$

Questão 7

Considere a definição de função crescente.

A função

$$f(x) = 3x - 5$$

é crescente porque

- a) possui coeficiente linear negativo.
- b) possui coeficiente angular positivo.
- c) intercepta o eixo y.
- d) admite valores negativos.

Questão 8

Um investimento rende juros simples de 2% ao mês.

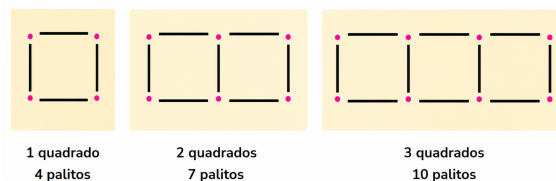
Após 15 meses, o montante foi de R\$ 2.600,00.

Determine o capital inicialmente aplicado.

- a) R\$ 1.800,00
- b) R\$ 2.000,00
- c) R\$ 2.100,00
- d) R\$ 2.200,00

Questão 9

A Figura A.1 apresenta uma sequência formada por quadrados construídos com palitos de fósforo.



- Figura 1: 4 palitos
- Figura 2: 7 palitos
- Figura 3: 10 palitos

Assinale a expressão que representa o número de palitos necessários para construir a figura de ordem n .

- a) $3n + 1$
- b) $4n$
- c) $2n + 2$
- d) $n^2 + 3$

Questão 10

Considere a definição: uma equação do segundo grau é toda equação que pode ser escrita na forma

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Análise a equação

$$x(x - 3) = 10$$

Assinale a alternativa correta.

- a) Não é uma equação do segundo grau.
- b) É uma equação do segundo grau porque pode ser escrita de forma geral.
- c) É uma equação do primeiro grau.
- d) Não admite solução real.