

MODELO DE AVALIAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA



Material elaborado com base no relatório *Desenho e implementação de um modelo de avaliação para a aprendizagem em Matemática*

SOBRE O RESUMO

Realização

Instituto Unibanco, Centro de Excelência em Políticas Educacionais (CEnPE) da Universidade Federal do Ceará, Secretaria da Educação do Estado do Ceará, Secretaria da Educação de Sobral, Secretaria de Educação de Caucaia e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap).

Propósito

Contribuir com o debate público sobre políticas educacionais no Brasil a partir do oferecimento de proposições para a qualificação das avaliações formativas em Matemática no ensino básico. Tais contribuições respondem à urgência de aproximar a avaliação nesta área de conhecimento da necessidade de superar os gargalos históricos no aprendizado de Matemática Básica, bem como à demanda de implementação e acompanhamento pedagógico de currículos relevantes, significativos e exigentes.

Motivação

O projeto surgiu do entendimento de que a metodologia de avaliação da aprendizagem discente em Matemática Básica no Brasil precisa ser aprimorada, o que pode ser efetuado com contribuições de referências internacionais em avaliações. As avaliações em Matemática precisam ser assentadas em bases conceituais e metodológicas sólidas e explícitas, incorporando, em particular, os desenvolvimentos recentes da Psicologia Cognitiva. Ao mesmo tempo, devem estar alinhadas às expectativas de aprendizagem formuladas em um currículo exigente e significativo. É preciso ainda que estejam próximas do ensino, com validações e interpretações pedagógicas norteando o acompanhamento processual da aprendizagem e garantindo a equidade. Em suma, é premente que as avaliações na área mapeiem a aquisição e mobilização do repertório matemático indispensável ao acesso à plena cidadania e ao futuro acadêmico e profissional de nossos estudantes em um contexto global de forte dependência da linguagem matemática.

Data de publicação

Maio de 2023

Para saber mais, acesse o [relatório na íntegra](#) no Observatório de Educação Ensino Médio e Gestão do Instituto Unibanco.

Referência bibliográfica: LIRA, J. H. S.; CAVALCANTE NETO, J. B. C.; GOMES, G. A. M.; LIMA NETO, E. T. (coord.). *Desenho e implementação de um modelo de avaliação para a aprendizagem em Matemática*. Instituto Unibanco e CEnPE, maio 2023.

1. INFORMAÇÕES INICIAIS

A garantia do ensino adequado da Matemática Básica requer um desenho de avaliação que monitore a aprendizagem efetiva nesta disciplina, em termos de aquisição e mobilização do repertório. No entanto, persiste uma falta de alinhamento entre instrução e avaliação no contexto brasileiro, o que acarreta efeitos deletérios em termos tanto de aprendizagem quanto de equidade. Além disso, existe, no Brasil, uma lacuna importante no debate científico e na prática formativa de professores e equipes técnicas das redes de ensino no que se refere à avaliação educacional. Com o intuito de reavivar o interesse dos especialistas em suprir essa lacuna, o presente relatório retoma referências internacionalmente difundidas e aplicadas na constituição de sistemas de avaliação robustos, como o PISA e o TIMSS, para citar dois exemplos. A partir desta literatura, em particular do uso das diretrizes do triângulo avaliativo de James Pellegrino (cognição - observação - interpretação) e do “*Evidence-centered design*” de R. Mislevy e colaboradores, bem como de experiências que vêm sendo desenvolvidas na prática na rede estadual e em algumas redes municipais do Ceará, os autores propõem um novo modelo de avaliação formativa para a Matemática Básica no Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

2. RELEVÂNCIA DO TEMA PARA O DEBATE DE POLÍTICAS NACIONAIS

A compreensão e o domínio da linguagem e dos métodos matemáticos são importantes para garantir o acesso à cidadania e ao mundo do trabalho, pois perpassam muitos aspectos da vida contemporânea, do orçamento familiar à economia das nações, passando pelo uso das novas tecnologias de informação e de comunicação. Facetas diversas da atividade matemática, como o domínio de categorias do pensamento abstrato, relacional e a leitura profunda de dados e informações próprios da área, são fundamentais para o desenvolvimento das chamadas competências do século 21, como o pensamento crítico e criativo, a comunicabilidade e o pensamento estratégico na resolução de problemas. No entanto, no contexto brasileiro, a promoção desses aprendizados no âmbito escolar mostra-se insuficiente diante de um quadro de reduzido alinhamento entre currículo, instrução e avaliação, da ênfase em instrumentos e métodos de avaliações somativas e de falhas no uso de evidências para orientar as avaliações.

As bases curriculares devem ser o ponto de partida, alinhadas com a instrução e a avaliação do aprendizado em matemática. Elas precisam corresponder, efetivamente, a aspectos centrais

do pensamento matemático, evitando abordagens que enfatizam tópicos ou procedimentos isolados, separados do contexto de problemas reais. A promoção de conhecimentos e habilidades a partir de uma visão compartimentalizada da Matemática, com currículos reduzidos a listas de tópicos isolados ou considerados prioritários, prejudica o entendimento das conexões entre os conhecimentos matemáticos e seus diferentes significados e aplicações, além de dificultar ações efetivas de instrução e induzir testes que não produzem evidências válidas sobre aprendizagens de fato significativas.

Já o foco em avaliações com finalidade somativa, que buscam realizar um diagnóstico pontual da aprendizagem obtida (ou não) pelos alunos no término de um processo pedagógico, acaba por restringir o currículo seguido nas escolas ao recorte de tópicos listados nas matrizes de referências dessas avaliações. Para alavancar, de fato, o aprendizado discente, é recomendável o uso da avaliação formativa, que visa ir além do mapeamento do que foi aprendido, proporcionando a identificação e a recomposição dos aprendizados não consolidados.

A avaliação formativa deve ser entendida como um sistema integrado de intervenções em redes de ensino, com suporte em um modelo conceitual explícito e baseado em evidências pedagogicamente válidas e visíveis. Esse sistema depende da elaboração de tecnologias educacionais que permitam capacitar docentes quanto ao uso pedagógico de avaliação formativa; possibilitar o uso rotineiro destas avaliações nas escolas; armazenar e categorizar respostas de estudantes, tornando possível a análise de erros; e, como culminância, trazer o uso de devolutivas pedagógicas para o centro da avaliação. Dessa forma, a avaliação deve especificar e prover significados concretos para objetivos de aprendizagem valorizados no currículo, apoiando a instrução na verificação de que os diversos aspectos da competência matemática estão sendo plenamente desenvolvidos entre os estudantes.

Por fim, o modelo de evidências a partir do qual são estabelecidas inferências sobre o desenvolvimento cognitivo e aprendizagem do estudante deve derivar de um processo rigoroso e cuidadosamente estruturado, com pressupostos e conceitos precisos e explícitos, cientificamente lastreados em uma teoria da cognição que incorpore e valide o conhecimento acumulado por matemáticos sobre os processos cognitivos próprios da descoberta e da linguagem em sua área.

Além disso, no debate das políticas nacionais, é impreterível analisar, como um elemento central, as **diretrizes curriculares da BNCC** na área de Matemática, que objetivam o desenvolvimento de competências complexas a partir dos conhecimentos e habilidades descritos tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio, dentre elas: raciocinar, representar, comunicar e argumentar.

3. PARA ENTENDER A PESQUISA, QUE TAL CONHECER ALGUNS DEBATES-CHAVE?

Esta seção apresenta, de forma resumida, alguns dos conceitos-chaves encontrados na literatura internacional e mobilizados pelos autores para propor o modelo revisado de avaliação formativa em Matemática.

Tríade currículo-instrução-avaliação

Muito frequentemente, a prática curricular nas redes e escolas é organizada em torno de descritores em matrizes de referência de avaliações somativas. Isso subverte a lógica da interdependência entre currículo e avaliação: metas de aprendizagem explícitas no currículo, com mapas de progressão ao longo das etapas de aprendizagem, devem ser ilustradas por tarefas relevantes e reveladoras da consecução dessas metas. Logo, a avaliação deve produzir modelos observáveis dessas tarefas, que espelham objetivos de aprendizagem bem delimitados. As evidências geradas pela validação, uma vez interpretadas pedagógica e curricularmente, devem, por sua vez, nortear o planejamento curricular e o acompanhamento das aprendizagens. Em resumo, as avaliações devem não apenas embasar diretrizes sobre a instrução como também estar imbricadas na própria atividade docente na forma de tarefas, rubricas e devolutivas em avaliações formativas processuais.

Triângulo avaliativo

Um dos pilares conceituais e metodológicos do modelo de avaliação formativa apresentado no relatório é o triângulo avaliativo proposto por James Pellegrino e seus colaboradores (2001, 2010), o qual incorpora profundas reflexões sobre aspectos cognitivos e psicométricos na base de um sistema de avaliação. No triângulo, o vértice da cognição abrange os modelos cognitivos (por exemplo, as relações entre memória de longo prazo e memória de trabalho) a respeito da aquisição e mobilização de conhecimentos em um

Figura 1 - Triângulo avaliativo



dados domínio, o que requer, antes de tudo, uma análise minuciosa do que são os conhecimentos, habilidades e atitudes que significam proficiência nesse campo de conhecimento. O vértice da observação diz respeito, essencialmente, a quais tarefas, respostas ou atitudes frente a essas tarefas podem gerar evidências válidas sobre a proficiência no domínio de conhecimento avaliado; em particular, as diretrizes na elaboração de tarefas e os modelos psicométricos são um dos componentes desse vértice. Por fim, o vértice da interpretação conecta as evidências geradas no polo da observação às afirmações ou inferências a respeito da cognição (em particular, da proficiência, segundo os critérios definidos); neste vértice, por exemplo, temos o trabalho com as devolutivas, as quais devem partir das evidências e estabelecer conclusões legíveis e válidas (do ponto de vista cognitivo e pedagógico), segundo um protocolo explícito de "argumentação baseada em evidências" (*evidentiary reasoning*).

Evidence-centered assessment design (ECD)

A implementação concreta do triângulo avaliativo requer uma especificação das camadas e componentes articulados de um sistema de avaliação. No modelo proposto, adotamos as premissas do *Evidence centered assessment design (ECD)*, arcabouço elaborado por Robert Mislevy e colaboradores (2003), que fundamenta sistemas de avaliação internacionais. As camadas são interdependentes e dependem de uma concatenação de várias etapas, dentre as quais enfatizamos, nos relatórios, as seguintes:

- 1. Análise e modelagem de domínio:** camada do ECD em que são especificados os conhecimentos, as habilidades e as atitudes que estruturam o domínio de conhecimento avaliado, além dos contextos e problemas em que se espera que esse repertório seja utilizado; a análise de domínio não se reduz a uma matriz de referência, mas à modelagem da estrutura e das relações entre os conhecimentos e as habilidades e à definição dos padrões de desempenho na resolução de problemas no domínio, os quais demandam e revelam proficiência.
- 2. Modelo de tarefas:** uma vez especificados os conhecimentos, as habilidades e as atitudes que, mobilizados em contextos e problemas relevantes, indicam proficiência no domínio do conhecimento matemático, trata-se de explicitar quais as tarefas que permitem elicitar essa proficiência; cabe ressaltar que o modelo de tarefas não se resume a considerar preceitos de "elaboração de itens", mas compreende uma construção rigorosa, com base tanto nas especificações precisas da análise do domínio quanto no modelo de processos cognitivos envolvidos na execução das tarefas; por fim, as tarefas devem resultar em dados observáveis e mensuráveis, ou seja, seu desenho deve também ser aderente ao modelo de evidências.
- 3. Modelo de estudante:** esta camada abrange as premissas sobre os processos cognitivos relacionados à mobilização dos conhecimentos e das habilidades especificados na análise de domínio no trabalho dos estudantes com as tarefas relevantes e significativas do domínio; em particular, o modelo cognitivo do trabalho dos estudantes com as tarefas descreve os aspectos latentes da proficiência a serem elicitados, com o uso de tarefas, e observados nas atitudes e respostas produzidas pelo estudante.
- 4. Modelo de evidências:** esta outra camada do ECD estabelece a conexão entre variáveis latentes indicadoras da proficiência (e, portanto, derivadas do modelo do estudante e da análise de domínio) e os dados observados resultantes do trabalho dos estudantes com as tarefas (logo, derivados do modelo de tarefas e da análise de domínio); em particular, o modelo de evidência apresenta as ferramentas psicométricas e as regras de inferência que permitem passar das observações a afirmações sobre a proficiência no domínio. Essas mesmas observações e suas interpretações, por sua vez, acarretam atualizações nos modelos psicométricos e em seus parâmetros.

4. ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO MODELO PROPOSTO

Os elementos do modelo de avaliação em Matemática que descrevemos, agora, consideram os referenciais do triângulo avaliativo e do ECD e a análise do arcabouço conceitual de sistemas de avaliação como o PISA e o TIMSS. Esses referenciais, no entanto, são levados em conta no contexto da base curricular nacional. Seguimos com uma descrição sucinta desses elementos.

Metas globais de aprendizagem: especificam o que entendemos como proficiência matemática no que diz respeito à aquisição e mobilização do repertório matemático, em termos de conceitos, fatos, procedimentos, métodos e atividades nos vários domínios da Matemática Básica (ex. números, álgebra e funções, geometria e medidas, probabilidade e dados). São, ao todo, 10 metas que englobam os grandes eixos estruturais do conjunto da Matemática trabalhado ao longo do Ensino Básico.

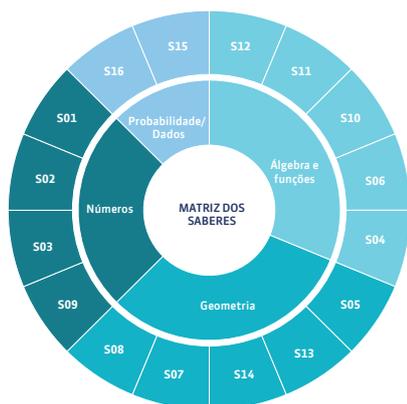
Competências matemáticas: se as metas especificam as expectativas de aprendizagem quanto a conteúdos e procedimentos, as competências descrevem os aspectos do pensamento matemático que definem a proficiência matemática em termos cognitivos. A especificação desses aspectos da proficiência parte do pressuposto de que a proficiência matemática é multidimensional, o que, por si só, indica que instrumentos e métricas avaliativas deveriam utilizar modelos multidimensionais. Alguns desses componentes da proficiência matemática em termos cognitivos são os seguintes:

- **Compreensão conceitual:** o estudante proficiente mobiliza conhecimentos e habilidades matemáticos dispostos de forma estruturada, conectada e dotada de significados em sua memória de longo prazo. Esse aspecto da proficiência matemática exige mais do que o acúmulo de fatos e procedimentos estanques; requer, de fato, que o estudante compreenda os significados de construtos matemáticos e a relevância de seus usos em contextos variados.
- **Fluência procedimental:** a fluência procedimental diz respeito ao conhecimento de procedimentos matemáticos e à sua utilização adequada (quando e como utilizar), correta e destra. São exemplos de procedimentos em alguns domínios da Matemática Básica o uso de algoritmos em operações aritméticas e algébricas, a construção de representações geométricas e gráficas, a execução de cálculos envolvendo equações e funções, a determinação de medidas associadas a diversas grandezas ou de medidas estatísticas relacionadas a conjuntos de dados. O estudante deve ser capaz de utilizar tais procedimentos de forma acurada, eficiente e flexível. De modo geral, a fluência procedimental é indissociável da compreensão conceitual: ou seja, a correção, a eficiência e a flexibilidade no uso de algoritmos pressupõem o claro entendimento dos conceitos e fatos envolvidos. Portanto, não apenas a utilização reflexiva de procedimentos depende da compreensão dos conceitos em sua base, mas, no sentido inverso, ajuda a aprofundar essa compreensão.
- **Competência estratégica (resolução de problemas):** essa dimensão da competência matemática diz respeito à capacidade de formular e representar problemas em termos matemáticos e de resolvê-los. Esse aspecto da proficiência matemática requer a formulação e representação matemáticas do problema. É preciso distinguir entre exercícios, problemas rotineiros e problemas não rotineiros: problemas podem ter maior grau de complexidade e exigir mais do que a aplicação direta de um dado conhecimento ou habilidade específica. De fato, podem demandar a combinação de diversos elementos de repertório, algumas vezes utilizados de formas não rotineiras.
- **Raciocínio matemático (adaptive reasoning):** o estudante proficiente neste aspecto da competência matemática articula e dá sentido e significado a conceitos, fatos, procedimentos, atividades e resultados do trabalho matemático. Necessariamente, os aspectos cognitivos de supervisão, autorregulação e metacognição estão presentes nessa dimensão da proficiência matemática. Da mesma forma, o domínio da argumentação lastreada no raciocínio lógico-dedutivo é um componente do raciocínio adaptativo. No entanto, o raciocínio matemático também envolve a intuição e a indução, com elementos relevantes baseados em analogia, generalização, formulação de hipóteses, reconhecimento e expressão matemática de padrões e regularidades, entre outras operações não necessariamente redutíveis ao raciocínio lógico-dedutivo. O raciocínio adaptativo é também essencial para uma comunicação matemática fluente, na apresentação de justificativas intuitivas, plausíveis e inteligíveis para diferentes interlocutores.

4.1. MATRIZ DOS SABERES: A ANÁLISE DE DOMÍNIO DA MATEMÁTICA BÁSICA

No modelo proposto, a análise de domínio de conhecimentos e habilidades na Matemática Básica é realizada via **Matriz dos Saberes**, que é uma organização dos conhecimentos e *skills* matemáticos que compõem o repertório fundamental para a consecução das metas de aprendizagem e o desenvolvimento das competências matemáticas que descrevemos anteriormente. A matriz apresenta possibilidades de mapeamento das relações lógicas e cognitivas entre os conhecimentos/habilidades, um dos aspectos fundamentais do modelo cognitivo subjacente ao modelo de avaliação, de acordo com as premissas do ECD (*Evidence-centered design*), e está organizada em 16 grandes setores, os saberes, dispostos da forma como aparecem na Figura 2. Para mais detalhes sobre esses saberes, veja também a Figura 3.

Figura 2 - Matriz dos Saberes



Texto Figura 3 - Figura 3 - Domínios de conhecimento e saberes na Matriz dos Saberes

Domínios de conhecimento	Saberes	
Números	S01	Utilizar, em diversos contextos e problemas, conceitos e propriedades do sistema de numeração posicional decimal.
	S02	Efetuar operações e resolver problemas envolvendo números naturais e inteiros.
	S03	Efetuar operações e resolver problemas envolvendo números racionais e suas representações fracionárias e decimais.
	S09	Efetuar operações aritméticas, expressar medidas e representar informações com números reais.
Geometria	S05	Aplicar, a problemas em diversos contextos, conhecimentos sobre formas geométricas no plano (elementos, propriedades, transformações e relações de congruência e semelhança).
	S07	Modelar e medir grandezas geométricas de figuras geométricas planas.
	S08	Aplicar, em problemas de diversos contextos, relações métricas e razões trigonométricas (em figuras geométricas planas).
	S13	Utilizar conceitos algébricos em contextos e problemas geométricos.
	S14	Compreender elementos, propriedades e medidas de objetos geométricos no espaço.
Álgebra e Funções	S04	Modelar relações de proporcionalidade entre grandezas numéricas.
	S06	Modelar e resolver problemas envolvendo relações lineares entre variáveis.
	S10	Modelar e resolver problemas envolvendo relações quadráticas e polinomiais entre variáveis.
	S11	Modelar e resolver problemas envolvendo relações exponenciais (e outras relações não polinomiais) entre variáveis reais.
	S12	Modelar e resolver problemas envolvendo matrizes e sistemas lineares.
Probabilidade e Dados	S15	Aplicar ferramentas estatísticas na análise de dados e informações.
	S16	Compreender e aplicar métodos probabilísticos na análise de dados e de aleatoriedade.

Como funciona?

As relações, uni ou bidirecionais, entre os saberes descritos na Matriz são modeladas em termos de árvores ou grafos, que são uma forma esquemática de representar a geometria de interações entre os conhecimentos, habilidades e as relações lógico-cognitivas entre eles, representando, portanto, possíveis percursos que conduzem de uma habilidade a outra. Essa progressão lógico-cognitiva não é necessariamente linear, visto que alguns conhecimentos e habilidades retomam, em um nível de maior complexidade, conhecimentos e habilidades prévios. Essa progressão na complexidade deve ficar clara nas especificações que são feitas em cada tópico da matriz, que, por sua vez, reflete a estrutura lógica do domínio da Matemática Básica e as relações de interdependência cognitiva entre diferentes etapas na aquisição, consolidação e mobilização de conceitos, fatos e procedimentos matemáticos, arranjados em seus diversos sub-domínios.

Para que serve?

A Matriz atende a finalidades predominantemente diagnósticas ou formativas de avaliação, uma vez que apresenta uma descrição mais pormenorizada de conhecimentos e habilidades; das relações de dependência lógico-cognitiva; e da especificação de padrões de desempenho, o que permite gerar, para as escolas, devolutivas rápidas, focalizadas e legíveis na forma de marcos em mapas de progressão. As devolutivas podem ser expressas em termos de objetivos de aprendizagem associados a diretrizes curriculares. As evidências, devidamente interpretadas em termos desses objetivos e dos padrões de desempenho, podem orientar o agrupamento de estudantes segundo o trabalho instrucional com conhecimentos e habilidades que requeiram atenção adicional nos grupos. O intuito, com essa organização das turmas em níveis bem definidos, seria a recomendação de percursos curriculares com ajuda da Matriz e adequados à superação das lacunas mais proeminentes em cada grupo, com o suporte de intervenções planejadas para esse fim e com base nos resultados de avaliações.

Quando foi adotada?

A formatação da Matriz de Saberes foi extensamente trabalhada em formações de professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio no âmbito do Programa Cientista-Chefe em Educação Básica, uma cooperação entre a Universidade Federal do Ceará e a Secretaria da Educação do Estado do Ceará. Os professores, sob supervisão dos formadores na universidade, contribuíram para a definição de conhecimentos e habilidades na Matriz dos Saberes e dos links entre esses elementos.

EXEMPLOS DE DOMÍNIOS DE CONHECIMENTOS E HABILIDADES

O relatório oferece o detalhamento da estrutura interna de dois dos domínios da matriz de conhecimentos e habilidades: "Números" e "Álgebra e Funções", enfatizando alguns marcos em mapas de progressão ao longo dos saberes que compõem cada um desses domínios. A descrição de ambos os domínios está alinhada tanto às unidades temáticas da BNCC quanto aos domínios de conteúdos especificados nos modelos conceituais do PISA, do TIMSS¹ e do MARS².

5. COMO SE DÃO OS PROCESSOS COGNITIVOS NA EXECUÇÃO DE TAREFAS?

A evidenciação do domínio, pelos estudantes, dos conhecimentos e habilidades descritas na Matriz dos Saberes é viabilizada por meio de tarefas. As tarefas mobilizam arranjos intencionais e precisamente definidos desses conhecimentos e habilidades. Logo, as tarefas são associadas às metas globais de aprendizagem e aos aspectos de competência matemática na aplicação dos conhecimentos e habilidades estruturadas na Matriz dos Saberes e mobilizam processos cognitivos de várias naturezas e níveis de complexidade. Etapas diferentes de uma tarefa podem passar, em uma progressão de complexidade, vários níveis, demandando processos cognitivos em cada um deles.

Compreender/Efetuar

Tarefas que exploram processos cognitivos neste domínio requerem que o estudante recupere conceitos, fatos e procedimentos que considera necessários para executá-las. Espera-se que ele possa buscar e selecionar fatos e procedimentos pertinentes ao problema, revelando compreensão profunda dos conceitos básicos e correção e eficiência no emprego dos procedimentos selecionados.

¹ Dirigido pela Associação Internacional para a Avaliação do Desempenho Educacional (IEA), o TIMSS avalia o desempenho, os contextos e a evolução dos alunos na trajetória do 4º ao 8º ano do Ensino Fundamental, a partir de evidências comparáveis entre os países-participantes. O Brasil aderiu oficialmente ao Estudo Internacional de Tendências em Matemática e Ciência (TIMSS) em meados de 2022. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) será responsável pela aplicação no país.

² O Mathematics Assessment Resource Service (MARS) é uma colaboração entre a Universidade da Califórnia em Berkeley e a equipe do Shell Center na Universidade de Nottingham, com o apoio da Fundação Bill e Melinda Gates. A equipe é conhecida em todo o mundo por seu trabalho inovador na educação matemática.

Modelar/Aplicar

Processos cognitivos acionados em tarefas que enfatizam os aspectos da proficiência matemática relacionados à competência estratégica, particularmente à resolução de problemas, demandando a compreensão conceitual e a fluência procedimental. Os problemas apresentados nas tarefas que envolvem esse domínio cognitivo devem ter elementos que não sejam completamente rotineiros. O estudante deve demonstrar flexibilidade no uso criativo e reflexivo de conceitos, estruturas, relações e procedimentos matemáticos.

Analisar/Integrar

Processos cognitivos neste domínio são requeridos em tarefas que abarcam as demandas cognitivas associadas à competência estratégica e ao raciocínio adaptativo e, em particular, exigem aspectos da proficiência relativos à representação, expressão e comunicação do raciocínio matemático (abstração, intuição, indução, dedução, analogias, formulação de hipóteses etc.). Espera-se, quanto a esses processos cognitivos, que o estudante possa avaliar o trabalho realizado na formulação matemática ou na resolução de problemas. Neste sentido, os problemas associados a este domínio requerem tanto *deep knowledge* quanto *transfer knowledge*³.

6. RECOMENDAÇÕES PARA GESTORES E PROFESSORES EM RELAÇÃO A AVALIAÇÕES EM MATEMÁTICA

a) Avaliações em Matemática devem ser embasadas em um currículo que reflita o repertório e as competências relevantes da área, com especificações precisas de metas de aprendizagem e de mapas de progressão, etapa a etapa.

b) Tarefas e testes devem ser elaborados com base na análise do domínio da Matemática Básica, explicando os conhecimentos, habilidades e processos cognitivos que são mobilizados e em que nível de complexidade o são.

c) As medidas e evidências devem ser válidas, não apenas do ponto de vista estatístico, mas, sobretudo, quanto à sua aderência aos padrões de desempenho que refletem real proficiência em matemática.

d) Evidências e devolutivas devem ser transparentes quanto às premissas conceituais e metodológicas dos testes, indo além da mera apresentação de resultados agregados, segundo interpretações de faixas de proficiência estáticas.

e) Evidências e devolutivas devem, ainda, ser estruturadas e comunicadas de modo que sejam pedagogicamente legíveis e norteiem tomadas de decisão no cotidiano da instrução e do planejamento curricular.

f) O sistema de avaliação em Matemática deve integrar os aspectos diagnóstico, formativo e somativo, enfatizando uns e outros, conforme o público e as circunstâncias.

g) As avaliações em Matemática devem vir acompanhadas de formações profissionais com ênfase nas habilidades docentes, no conhecimento pedagógico do conteúdo relativas ao uso pedagógico das evidências avaliativas.

h) Os resultados e as interpretações devem ser seguidos de intervenções precisas, definidas com professores em formação, com o uso de materiais didáticos alinhados às expectativas curriculares e às evidências sobre seu *status* atual.

³HATTIE, J. et al. **Visible Learning for Mathematics, Grades K-12:** What Works Best to Optimize Student Learning. Corwin, 2016.

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA EM SOBRAL (CE)

A pesquisa apresenta os resultados de uma avaliação diagnóstica realizada na rede pública municipal de Sobral, entre os alunos do 9º ano, em maio de 2022, por meio de cooperação entre a Secretaria da Educação do Município de Sobral, a Casa da Avaliação Externa de Sobral, a Coordenadoria Estadual de Formação Docente e Educação à Distância (CODED/CED) da Secretaria da Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE) e o CEnPE. Os testes contaram com a participação de 2.244 alunos, ou seja, 91,63% das turmas. O propósito da avaliação foi identificar as lacunas de aprendizagem observadas ao fim do Ensino Fundamental, com base nos objetivos de aprendizagem estabelecidos pelo currículo de Sobral.

Além do propósito de trazer evidências diagnósticas, a avaliação permitiu estabelecer comparabilidade dos resultados do município com a série histórica do Saeb, possibilitando suprir informações que retratam a dinâmica dos indicadores de aprendizagem, quando comparados a 2019 e às demais avaliações de larga escala anteriores. Esses dados contribuíram para o planejamento pedagógico e curricular das escolas no segundo semestre de 2022, dada a premência de estruturar-se políticas públicas de recomposição de aprendizagens – impactadas durante as fases críticas da pandemia de covid-19 – somadas às iniciativas já existentes no Ensino Fundamental de Sobral.

Nessa aplicação, e em outras que se sucederam, foi utilizada a **plataforma do Centro de Excelência em Políticas Educacionais (CEnPE)** da Universidade Federal do Ceará, que consiste em um conjunto articulado de ferramentas pedagógicas e computacionais que possibilitam a execução, nas escolas, das diversas etapas de avaliações formativas processuais ao longo do Ensino Básico. Em sua arquitetura, há uma base computacional comum a essas etapas, sobre a qual são construídos sistemas específicos para as diversas fases do processo avaliativo, da produção colaborativa de tarefas à divulgação de devolutivas, passando pelos ambientes de aplicação de testes e de categorização de respostas e geração de parâmetros estatísticos.

A plataforma organiza um compêndio de tarefas ilustrativas de objetivos de aprendizagem juntamente com padrões de desempenho especificados por rubricas e exemplificados por respostas representativas desses padrões. As rubricas, que permitem categorizar respostas em padrões de desempenho quanto ao domínio e uso de conhecimentos e habilidades nas tarefas, permitem compor devolutivas. Essas devolutivas, por sua vez, sistematizam e apresentam pedagogicamente as evidências para professores e aprendizes.

ELABORAÇÃO DESTE MATERIAL

Autoras do Resumo: Carla Aragão e Fernanda Lima-Silva

Revisão de texto: Clarissa Kowalski e Cecília Castro

Projeto gráfico e diagramação: Tati Valiengo e Tiago Solha

