

AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS FORMATIVAS EM ARITMÉTICA PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Palavras-Chave: ENSINO DE MATEMÁTICA, AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA, ARITMÉTICA.

Autores:

JOÃO VITOR BAZETO DA SILVA, IMECC – UNICAMP

Dr. MARCELO FIRER (orientador), IMECC – UNICAMP

Dra. RITA SANTOS GUIMARÃES (coorientadora), IME – USP

RESUMO

Esta pesquisa de iniciação científica desenvolveu e testou um banco com 160 questões aplicadas em escolas da rede pública de Campinas. O material permite que professores elaborem avaliações diagnósticas adaptativas de maneira rápida e prática, abrangendo os principais conteúdos de aritmética dos anos iniciais do Ensino Fundamental. As questões mostraram-se eficazes na identificação de dificuldades específicas dos alunos, facilitando o planejamento de intervenções pedagógicas personalizadas e contribuindo para a formação de agrupamentos de aprendizagem mais eficientes. Além disso, outras iniciativas foram abraçadas, reagindo a necessidades e ideias que surgem em um projeto que trabalha regularmente em ambiente escolar. Dentre estas iniciativas, citamos um estudo comparativo Brasil-Alemanha de erros em aritmética nos anos iniciais, que está se desenvolvendo como um projeto de pesquisa à parte em colaboração com pesquisadores da Universidade de Regensburg e que gerou uma nova proposta de iniciação PIBIC [\[link\]](#) para 2025/26, que foi muito elogiada e recebeu nota máxima pelos pareceristas, mas a limitação de espaço deste texto determina que este aspecto não seja desenvolvido.

CONTEXTUALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DO PROJETO DIAGNÓSTICO

Este projeto de iniciação científica está inserido dentro de um projeto maior que é financiado pela Fapesp (Processo 2022/06882-4), intitulado “Formação continuada de professores que ensinam matemática e seu impacto na aprendizagem dos alunos” que visa desenvolver um programa de formação continuada em aritmética para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Durante o decorrer do projeto, surgiu a necessidade de formar Agrupamentos Produtivos semelhantes ao proposto pelo estado de São Paulo em língua portuguesa (SÃO PAULO, 2017), com as turmas dos anos iniciais das professoras vinculadas ao projeto da EMEF/EJA Edson Luis Lima Souto. O objetivo dessa organização era reunir, uma vez por semana, diferentes turmas da escola em grupos de alunos com níveis semelhantes de conhecimento em aritmética permitindo assim propor tarefas e problemas ajustados aos saberes dos alunos, às suas necessidades e potencialidades incentivando a construção coletiva do conhecimento. No entanto, como as professoras ainda não conheciam os alunos por estar no início do ano letivo, não tinham clareza sobre o nível de conhecimento dos estudantes em matemática.

Para definir a quantidade de grupos e a composição de cada agrupamento, os pesquisadores organizaram em parceria com o Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica da Universidade Estadual de Campinas, um acampamento de iniciação científica voltado para estudantes de licenciatura em matemática e pedagogia, com foco principal em desenvolver um instrumento adaptativo de avaliação diagnóstica para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Durante o acampamento, foram elaboradas cinco avaliações, cada uma contendo aproximadamente 30 questões dissertativas. Esse formato foi escolhido porque permite que os professores analisem não apenas as respostas dos alunos, mas também o raciocínio, as estratégias utilizadas para resolver os problemas e os erros cometidos.

As avaliações foram testadas experimentalmente em três turmas do 4º ano da EMEF/EJA Edson Luis Lima Souto, em quatro turmas do 1º e 3º ano da EMEF/EJA Maria Pavanatti Fávaro e duas turmas do 6º ano da PEI E.E. Professor Adalberto Prado e Silva. **Ao todo, a aplicação nas nove turmas resultou na coleta de mais de 2 mil respostas.** As aplicações evidenciaram a necessidade de aprimoramentos tanto em aspectos locais das questões quanto na estrutura geral das avaliações. No nível local, identificamos que alguns enunciados não estavam plenamente adequados à faixa etária dos alunos, exigindo ajustes para tornar a linguagem mais adequada às idades das crianças. Além disso, a diagramação e a qualidade das imagens poderiam ser aprimoradas para facilitar a compreensão e execução das tarefas, principalmente em questões com conteúdo do 1º ano.

De maneira mais ampla, foi observado que certas questões avaliavam mais de um conceito ao mesmo tempo, o que dificultava a identificação precisa das dificuldades dos alunos. Além disso, o número de questões na primeira aplicação ficou elevado, o que resultou em um prolongamento no tempo que prevemos para a realização do diagnóstico completo. Esse fator resultou em fadiga dos estudantes, afetando negativamente seu desempenho conforme discutido por Barichello *et al.* (2022) no estudo "A formatação da prova afeta o desempenho dos estudantes? Evidências do Enem 2016", que aponta queda de rendimento nas questões finais de provas extensas.

Parte desses problemas já era esperado, considerando que as avaliações foram desenvolvidas em um curto período durante o acampamento de verão do IMECC em 2024, mas a limitação de tempo impediu uma revisão mais detalhada antes da aplicação dos diagnósticos. Apesar dessas restrições, os diagnósticos mostraram-se altamente eficazes na organização dos Agrupamentos Produtivos na EMEF/EJA Edson Luis Lima Souto. Em uma amostra de 75 alunos, apenas três precisaram ser realocados para grupos diferentes, o que resultou em um **índice de 97% de adequação na alocação inicial dos Agrupamentos Produtivos.** Esse resultado valida a capacidade das questões e do diagnóstico em identificar corretamente os conteúdos de aritmética que os estudantes ainda não haviam aprendido nos anos iniciais.

APRIMORAMENTO E CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO DIAGNÓSTICO

Após as primeiras aplicações do diagnóstico, nos meses seguintes concentramos nossos esforços em aperfeiçoar o material promovendo uma série de melhorias nas questões e em sua apresentação visual. As principais ações realizadas foram:

- **Enunciados reformulados:** A linguagem foi adaptada para ser mais clara e adequada à faixa etária das crianças. Os comandos das questões foram reescritos para eliminar ambiguidades e melhorar a compreensão. As instruções destinadas aos professores para aplicar avaliações com conteúdo de 1º e 2º ano foram aprimoradas, considerando que muitos alunos que estão no nível de conhecimento desses anos apresentam dificuldades de leitura por não estarem plenamente alfabetizados segundo a nossa experiência nas aplicações.

- **Separação de habilidades:** Desenvolvemos um novo conjunto de questões para avaliar os conceitos e habilidades fundamentais de aritmética de forma isolada e progressiva, pois essa abordagem permite uma análise mais precisa do aprendizado e das dificuldades dos alunos. Também eliminamos questões redundantes e adicionamos cerca de 10 novas questões para cobrir conteúdos que são estruturantes de frações e números decimais que não estavam sendo avaliados plenamente.
- **Melhorias visuais:** A diagramação foi ajustada para melhorar a legibilidade dos enunciados. Também substituímos imagens de baixa qualidade por versões em alta definição e estudamos com mais atenção os livros didáticos dos anos iniciais do PNLD para garantir uma escolha mais criteriosa das imagens e da linguagem, assegurando maior clareza e adequação visual.
- **Melhoria no tempo de aplicação:** Com base em nossa experiência, recomendamos que os testes contendam 8 questões em sondagens rápidas e até 14 em diagnósticos mais completos. Essa quantidade leva em conta a capacidade de concentração dos alunos e pode variar de acordo com a faixa etária e os tipos de questões utilizadas nos testes.

Em novembro de 2024, realizamos a reaplicação do diagnóstico nas mesmas turmas da escola Edson Luis Lima Souto, permitindo-nos avaliar as melhorias implementadas. Após essa reaplicação, as professoras relataram que a aplicação foi significativamente mais tranquila e mais rápida, pois os estudantes demonstraram poucas dúvidas sobre o que deveria ser feito em cada questão.

Outro indicativo desse progresso foi a expressiva redução no número de respostas em branco. Por exemplo, ao compararmos a questão 19 com a questão 72, ambas disponíveis neste [link](#), constatamos que na primeira aplicação 38% dos alunos deixaram a questão 19 em branco, já na reaplicação do diagnóstico todos os estudantes responderam à questão 72.

Verificamos que a seleção de questões para compor um diagnóstico depende dos conteúdos que se deseja avaliar, e nem sempre é necessário abranger todo o conteúdo de um ou dois anos simultaneamente. Por isso, concluímos que a melhor estratégia seria disponibilizar as 160 questões em um banco de questões, permitindo que os professores tenham maior flexibilidade para elaborar diagnósticos mais específicos de acordo com os conteúdos desejados.

Para tornar essa personalização mais prática, **criamos um banco de questões** através do Google Sheets onde cada linha corresponde a uma das **160 questões desenvolvidas**, e as colunas fornecem informações como ano escolar, tema, conteúdo e habilidade avaliada (ver Figura 1).

Ano Escolar	Questão	Habilidade	Conteúdo	Selecionar para Prova
3º ANO	86.pdf	Multiplicação	Uso do algoritmo usual de multiplicação sem agrupamento, sendo um dos fatores composto por um dígito algarismo e o outro por até três algarismos.	☐
3º ANO	87.pdf	Multiplicação	Identificar os conceitos de um fardo, metade, dobro e triplo.	☐
3º ANO	88.pdf	Multiplicação	Reconhecer que se um dos fatores da multiplicação é zero então o resultado é zero e que qualquer número multiplicado por um é o próprio número.	☐
3º ANO	89.pdf	Multiplicação	Uso do algoritmo usual de multiplicação com agrupamento, sendo um dos fatores composto por um dígito algarismo e o outro por até três algarismos.	☐
3º ANO	90.pdf	Multiplicação	Resolver problema com contexto simples que tem o significado de "adicionar sucessivas vezes" da multiplicação.	☐
3º ANO	91.pdf	Divisão	Resolver problema com contexto simples que tem o significado de "distribuir" da divisão.	☐
3º ANO	92.pdf	Divisão	Resolver problema com contexto simples que tem o significado de "quantas cabem" da divisão.	☐
4º ANO	93.pdf	Decomposição	Realizar a decomposição de números naturais até 99 999 (unidade de milhar) em unidades, dezenas, centenas, unidades de milhar e dezenas de milhar.	☐
4º ANO	94.pdf	Composição	Realizar a composição de números naturais até 99 999 (unidade de milhar) que estão em adição de um unidades, dezenas, centenas, unidades de milhar e dezenas de milhar.	☐

Figura 1 - Banco de questões.

O professor pode visualizar rapidamente qualquer questão em PDF com um clique através dos hiperlinks da segunda coluna ou por meio do material do professor que contém as questões e as instruções de aplicação. Já a última coluna da planilha permite a seleção das questões que serão incluídas na avaliação. Após a escolha, o docente clica com o mouse em um botão automatizado que

gera um arquivo PDF com as questões selecionadas e o adiciona automaticamente ao Google Drive para ser impresso. Esse processo é viabilizado por um código em JavaScript executado por meio de uma ferramenta nativa do Google, garantindo praticidade e eficiência na criação dos diagnósticos.

A medida que o professor seleciona as questões para compor seu diagnóstico, uma outra aba dentro do mesmo arquivo que contém o banco de questões é preenchida automaticamente com as características (ou atributos) das questões escolhidas. Atualmente, temos um total de 19 atributos que permitem ao professor ter uma visão geral da composição da avaliação que está sendo montada. Esse recurso facilita a identificação dos conteúdos abordados e assegura um equilíbrio mais adequado na distribuição dos temas, contribuindo para a construção de avaliações mais alinhadas aos objetivos pedagógicos do docente conforme pode ser visto na Figura 2.

Atributos	Ordens e classes do sistema decimal					Problema com contexto: qual é o significado?		Demanda uso de algoritmo		Fatos básicos e dedutivos
	Un.	Des.	Cent.	Milhar	Dezena de milhar	Significado primário	Significado secundário	Algoritmo intermediário	Algoritmo final	Fatos básicos e dedutivos
Sistema decimal	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Compor e decompor números	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Reconhecimento de padrões	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adição	0	0	2	2	0	1	1	0	1	1
Subtração	0	0	2	2	0	1	1	0	1	1
Multiplicação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Divisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atributos	Representação Visual		Escrita por Extensão		Regras Numéricas		Comparações	Problema com Contexto	Frações Equivalentes	Números Mistos
Fração	0		0		0		0	0	0	0
Decimal	0		0		0		0	0	0	0

Figura 2 - Exemplo de mapeamento dos atributos em avaliação centrada em adição e subtração.

Além da geração automática do diagnóstico, **o sistema também oferece uma ferramenta que auxilia na correção das avaliações e na análise dos resultados da turma.** Essa funcionalidade é viabilizada por meio da criação de um Google Forms, no qual o professor registra as respostas dos alunos que são automaticamente organizadas em uma planilha que pode ser manipulada para extrair os dados estatísticos desejados. No entanto, o próprio Google Forms disponibiliza o desempenho dos alunos por meio de gráficos de forma automática e em tempo real, o que facilita a identificação dos erros mais frequentes e dos conteúdos que precisam ser retomados em sala.

Para gerar o formulário, o usuário simplesmente precisa clicar em um botão e um script será executado para criar automaticamente um formulário com a estrutura básica necessária para a correção. O professor também tem a opção de inserir os nomes dos alunos durante essa execução, o que permitirá o acesso a dados sobre o desempenho individual de cada estudante.

Desenvolvemos também um Guia de Correspondência com o objetivo de identificar os tópicos de conteúdo abordados em cada questão e indicar onde esses tópicos podem ser encontrados em livros e materiais didáticos. Atualmente, o guia estabelece conexões entre **12 coleções de livros do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)**, **totalizando 60 livros**, e os materiais do *Primary Mastery Professional*, do *National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM)*.

O principal propósito deste guia é servir como um recurso prático para professores, facilitando o planejamento e a preparação das aulas. Ao indicar diretamente onde determinados conteúdos são tratados nos materiais disponíveis, o guia contribui para que os educadores tenham acesso rápido a referências de qualidade, apoiando no planejamento de aulas e intervenções pedagógicas mais eficazes e, conseqüentemente, promovendo a melhoria da aprendizagem dos estudantes.

Ao examinar o Guia de Correspondência, observamos que as 160 questões estão distribuídas de forma razoavelmente uniforme entre os capítulos das coleções, o que indica uma boa cobertura dos tópicos centrais de aritmética dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Esse resultado sugere que as questões estão alinhadas aos conteúdos essenciais das etapas de ensino e em conformidade com as

habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em relação à correspondência com o *NCETM*, os resultados indicam que as questões também abrangem conteúdos que correspondem ao currículo da Inglaterra, um país com excelentes índices no PISA de 2022, já que o Reino Unido ocupa a 14ª posição no ranking de ensino de matemática com 489 pontos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PASSOS FUTUROS

Ao longo deste projeto, tive a oportunidade de acompanhar de perto e participar ativamente da implementação dos Agrupamentos Produtivos na Escola Edson. Ao final do ano letivo de 2024, foi possível perceber avanços significativos na aprendizagem dos alunos em relação aos conteúdos de aritmética, os quais foram impulsionados não apenas pelo trabalho colaborativo promovido no âmbito do projeto FAPESP de formação continuada, mas também pelo comprometimento das professoras e pelas atividades específicas desenvolvidas por esta pesquisa. Como resultado os alunos apresentaram um salto qualitativo em seu desempenho, já que segundo relatos das professoras responsáveis pelas turmas de 4º ano, **alguns estudantes que apresentavam mais dificuldades evoluíram mais em um único ano do que nos dois anos anteriores**, o que não apenas evidencia a eficácia das estratégias adotadas, mas também permite vislumbrar um futuro mais promissor para essas crianças.

Os próximos passos da pesquisa envolvem a divulgação dos resultados obtidos nesta iniciação científica ao público e a apresentação do trabalho na modalidade de comunicação oral durante o 8º Simpósio Nacional da Formação do Professor de Matemática que será realizado em setembro.

Além disso, durante a fase de experimentação das questões foram coletadas mais de duas mil respostas revelando uma rica variedade de erros e respostas inesperadas e instigantes, o que resultou em uma base de dados robusta que possibilitou uma análise aprofundada das dificuldades e das estratégias utilizadas pelos estudantes em questões de aritmética. Diante disso, no âmbito do projeto FAPESP de formação continuada, surgiu e está sendo realizado um estudo comparativo entre Brasil e Alemanha sobre erros em aritmética, em colaboração com pesquisadores da Universidade de Regensburg. O estudo busca identificar os tipos de erros cometidos pelos alunos, analisar suas frequências e investigar suas possíveis causas. Uma das metas deste projeto é diferenciar entre erros de natureza epistemológica e de natureza didática, partindo-se da premissa que a persistência de certos erros sugere dificuldades de ordem didática (BROSSEAU, 2002).

Devido a isso, o próximo projeto de iniciação científica tem como objetivo principal colaborar com essa pesquisa internacional, contribuindo especificamente para a análise dos erros dos estudantes brasileiros e para a produção de dados comparativos. A proposta detalhada deste novo projeto, submetida ao edital PIBIC 2025/26, foi amplamente elogiada pelos pareceristas e recebeu a nota máxima na avaliação. O conteúdo completo pode ser consultado neste [\[link\]](#).

BIBLIOGRAFIA

BARICHELO, Leonardo; GUIMARÃES, Rita Santos; FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto. A formatação da prova afeta o desempenho dos estudantes? Evidências do Enem (2016). Educação e Pesquisa, v. 48, p. e241713, 2022.

BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. Developing the theory of formative assessment. Educational Assessment, Evaluation and Accountability (formerly: Journal of personnel evaluation in education), v. 21, p. 5-31, 2009.

BROSSEAU, G. U. Y. (2002). Epistemological obstacles, problems, and didactical engineering. Theory of Didactical Situations in Mathematics: Didactique des Mathématiques, 1970–1990, 79-117.

PORTAL G1. Ranking da educação: Brasil está nas últimas posições no Pisa 2022; veja notas de 81 países em matemática, ciências e leitura. Portal G1, São Paulo, 05 de dezembro de 2023.