

## **Avaliação dos desempenhos em matemática dos estudantes de Brasil e México: pisa 2003 e 2012**

### **Evaluation of mathematics performances of students from Brazil and Mexico: pisa 2003 and 2012**

DOI:10.34117/bjdv8n11-322

Recebimento dos originais: 28/10/2022

Aceitação para publicação: 29/11/2022

#### **Glauco da Silva Aguiar**

Doutor em Educação

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO)

Endereço: Faculdade Cesgranrio, Rua Santa Alexandrina, 1011, Rio Comprido - RJ

E-mail: glaucoaguiar@cesgranrio.org.br

#### **Lígia Gomes Elliot**

Doutora em Educação e Avaliação

Instituição: University of California at Los Angeles

Endereço: Faculdade Cesgranrio, Rua Santa Alexandrina, 1011, Rio Comprido - RJ

E-mail: ligiaelliot@yahoo.com.br

#### **RESUMO**

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), feita de forma amostral com alunos de 15 anos e coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), disponibiliza, a cada ciclo avaliativo, uma variedade de informações sobre a educação básica de cada país participante. A apropriação desses resultados serve de subsídios para traçar diagnósticos e planejar as ações pedagógicas nas escolas. Este artigo apresenta e discute os avanços alcançados pelos estudantes brasileiros no PISA 2012, em termos de resultados em Matemática, quando comparados com a edição do PISA 2003. A partir das informações disponibilizadas dos diversos países participantes dessa avaliação, a discussão se faz também, em uma perspectiva comparada, entre Brasil e México. Tal escolha deve-se às características semelhantes entre esses dois países em termos de extensão territorial, questões sociais e sistemas educacionais. Além dos resultados cognitivos dos estudantes, as análises consideram algumas respostas aos questionários contextuais, respondidos pelos estudantes. Especialmente aquelas que sinalizam para a percepção de ênfases curriculares diferenciadas, estímulos ao desenvolvimento de processos próprios à Matemática e como estes são potencializados nas atividades em sala de aula.

**Palavras-chave:** avaliação em larga escala, PISA 2012 e 2003, comparação de desempenho, análise de conteúdo de questões, educação matemática.

#### **ABSTRACT**

The Programme for International Student Assessment (PISA), carried out in a sample with 15-year-old students and coordinated by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), provides each evaluation cycle with a variety of information on the basic education of each participating country. The appropriation of these results

serves as subsidies to trace diagnoses and plan pedagogical actions in schools. This article presents and discusses the advances made by Brazilian students in PISA 2012, in terms of results in Mathematics, when compared to the PISA 2003 edition. Based on the information provided from the various countries participating in this evaluation, the discussion is also made, from a comparative perspective, between Brazil and Mexico. This choice is due to the similar characteristics between these two countries in terms of territorial extension, social issues, and educational systems. In addition to the cognitive results of the students, the analyses consider some answers to contextual questionnaires, answered by the students. Especially those that point out the perception of differentiated curricular emphasis, stimuli to the development of processes specific to mathematics and how these are enhanced in classroom activities.

**Keywords:** large-scale evaluation, PISA 2012 and 2003, performance comparison, content analysis of questions, mathematics education.

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação de governos e da sociedade com os resultados da educação das gerações mais jovens induziu à criação e ao desenvolvimento de programas e sistemas de avaliação como formas de trazer uma resposta confiável e comparável, muitas vezes, entre diversos sistemas de avaliação educacional. Contemplando essa preocupação, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) desenvolveu o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

O PISA tem por objetivo avaliar o desempenho de alunos, na faixa dos 15 anos de idade, e produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais dos 34 países filiados à organização e outros países convidados, entre os quais o Brasil. Para tal, utiliza cadernos de teste, questionários e prova eletrônica, visando obter dados do desempenho acadêmico, socioeconômicos e culturais dos estudantes e informações sobre as escolas que participam do Programa. As avaliações ocorrem a cada três anos, com ênfases distintas nas áreas do conhecimento de Leitura, Matemática e Ciências. Em cada edição, o foco de análises e interpretações mais detalhadas recai sobre uma dessas áreas. A primeira edição ocorreu em 2000 e o foco foi em Leitura; em 2003, em Matemática; em 2006, em Ciências. Em 2009 o foco voltou a ser em Leitura; e em 2012, novamente em Matemática. Os ciclos subsequentes seguiram avaliando, nessa conformidade, as áreas do conhecimento.

Como reflexo das dificuldades enfrentadas em virtude da pandemia de COVID-19, os países-membros e associados da OCDE decidiram adiar a avaliação do Pisa 2021 para 2022 e do Pisa 2024 para 2025. Assim, a última edição ocorreu no período de 18 de

abril a 31 de maio de 2022, logo após a melhora no controle da crise de saúde. Em que pese os desafios enfrentados, no Brasil foram selecionadas 606 escolas de 420 municípios, nas 27 unidades da Federação, superando a taxa mínima de 80% da participação exigida pela OCDE, responsável pelo estudo (OCDE, 2022).

Em todas as edições as três áreas são avaliadas, no entanto a área sobre a qual recai a ênfase é contemplada com um número maior de itens possibilitando descrições de habilidades mais detalhadas. Em 2012, ano cujos dados são utilizados neste estudo, aproximadamente 54% dos itens da prova foram de Matemática e as demais áreas, Leitura e Ciências, foram cobertas, cada uma, com 23% dos itens. Essa maior quantidade de itens em Matemática permite que as habilidades sejam descritas não apenas em uma escala global da disciplina, mas também, separadamente, para cada uma das quatro subáreas nela avaliadas. Essas subáreas são: Quantidade, Espaço e Forma, Mudança e Relações, e Incerteza e Dados. Em virtude dessa metodologia empregada para descrever a proficiência dos estudantes a cada edição do PISA, recomenda-se que sejam utilizados dados de ciclos que tiveram o mesmo foco toda vez em que forem feitas comparações. Ou seja, os resultados em Matemática são comparados de forma mais fidedigna quando se utilizam os dados do PISA 2003, PISA 2012 e PISA 2022. Este último ciclo tem resultado final previsto para ser divulgado em dezembro de 2023, razão pela qual não consta das análises deste estudo.

Embora aborde conteúdos do currículo escolar, o PISA também examina a capacidade dos estudantes matriculados a partir do oitavo ano de estudo em analisar, raciocinar e refletir ativamente sobre seus conhecimentos e experiências. São competências julgadas relevantes para que jovens possam enfrentar os desafios da vida real e prosseguir na vida adulta (MEC, Brasil 2008). Tal como definido no texto constitucional e na Lei de Diretrizes e Bases do Brasil (LDB) de 1996, essa estrutura de avaliação da efetividade do sistema é desenhada a partir de um modelo dinâmico de aprendizagem, em que os conhecimentos e habilidades devem ser continuamente adquiridos para enfrentar um mundo em constante transformação. As habilidades e competências, definidas pelo organismo internacional que administra o PISA, e foco da avaliação, medidos nos testes cognitivos, têm assim relação estreita com as virtudes pessoais, competências diversas, atitudes e disposições socio motivacionais do que com a aprendizagem escolar sistemática, assimilada de forma automática e sem conexão com o mundo real. Para o PISA, é fundamental que os estudantes dominem as competências

de tipo escolar necessárias à vida moderna, o que nos remete ao conceito de “letramento”. Esse conceito está relacionado com a capacidade dos estudantes para **formular, empregar e interpretar** problemas matemáticos, em situações diversas. O letramento em Matemática, no PISA 2012, é assim definido:

Letramento em matemática é a capacidade do indivíduo de formular, aplicar e interpretar a matemática em diferentes contextos, o que inclui o raciocínio matemático e a aplicação de conceitos, procedimentos, ferramentas e fatos matemáticas para descrever, explicar e prever fenômenos. Além disso, o letramento em matemática ajuda os indivíduos a reconhecer a importância da matemática no mundo, e agir de maneira consciente ao ponderar e tomar decisões necessárias a todos os cidadãos construtivos, engajados e reflexivos. (OECD, 2012, p.18).

Fica evidente, pois, que o PISA não se limita a avaliar se um estudante reproduz eficazmente os conhecimentos adquiridos em uma sequência de anos de escolaridade, mas sim se consegue aplicar, em contextos diferenciados, o que aprendeu. Uma abordagem desta natureza procura perceber se as sociedades contemporâneas reconhecem e valorizam os indivíduos não por aquilo que eles sabem, mas por aquilo que eles conseguem fazer com o que sabem (OCDE, 2012). Além do teste cognitivo, cada aluno responde um questionário sobre si próprio, sobre seus hábitos de estudo e as suas percepções do contexto de aprendizagem, sobre seu envolvimento na escola e suas motivações. Igualmente, os diretores das escolas selecionadas na amostra também respondem um questionário contendo informações sobre as condições de funcionamento e infraestrutura da escola.

Dentro de uma perspectiva de que essa avaliação abre novas oportunidades de estudos, o objetivo norteador desta pesquisa, que extrapola as análises que aqui serão apresentadas e que, portanto, pretende-se complementar em trabalhos futuros, refere-se a compreender o desempenho em Matemática dos estudantes brasileiros e mexicanos e investigar se existem ênfases curriculares diferenciadas em Matemática na Educação Básica desses sistemas. Em um primeiro momento, e no âmbito deste artigo, esse objetivo desdobra-se nas seguintes questões de pesquisa:

- 1) Quanto o Brasil e o México conseguiram avançar no ensino/aprendizagem da Matemática ao longo de quase uma década (2003 – 2012)?
- 2) Qual o tipo de conteúdo matemático avaliado no PISA que estes estudantes têm mais familiaridade?
- 3) Como o PISA pode nos ajudar a refletir acerca da Educação Matemática?

Este artigo está estruturado em quatro seções, incluindo esta introdução. Na seção 2 apresenta-se a metodologia deste estudo, a seção 3 traz uma comparação entre os desempenhos em Matemática dos estudantes brasileiros e mexicanos. Na seção 4, busca-se fazer uma reflexão entre o conceito de letramento subjacente ao PISA e a Educação Matemática. Finalmente, na seção 5 são apresentadas as considerações finais.

## 2 METODOLOGIA

No PISA, o desempenho dos estudantes é apresentado em uma escala construída com média de 500 pontos e o desvio padrão de 100 pontos, tendo como referência o desempenho do conjunto de países membros da OCDE. As pontuações na escala contínua de letramento em Matemática foram agrupadas em seis níveis de proficiência, que representam um conjunto de habilidades de dificuldade crescente, em que o nível 1 é o mais baixo, e o nível 6, o mais elevado. A Tabela 1 mostra a correspondência entre a proficiência em Matemática e os níveis da escala do PISA.

Tabela 1 - Proficiência em Matemática e níveis na Escala do PISA

Nível	Pontuação
6	Acima de 669,3
5	607,0 a 669,3
4	544,7 a 607,0
3	482,4 a 544,7
2	420,1 a 482,4
1	357,8 a 420,1

Fonte: OECD (2012).

Para comparar o desempenho em Matemática dos alunos brasileiros e mexicanos, foram calculadas as médias desses desempenhos nas duas edições do PISA (2003 e 2012), de modo global e nas diferentes subáreas da Matemática. Buscando melhor compreender os resultados obtidos, em termos de letramento matemático, recorreu-se à distribuição dos desempenhos desses alunos pelos níveis de proficiência conforme a Tabela 1.

Buscando aprofundar o entendimento dos resultados obtidos, foi feita uma análise dos desempenhos em Matemática considerando dois fatores importantes: o Nível Socioeconômico (NSE) e o atraso escolar (repetência).

Partindo do pressuposto de que o item pode revelar não apenas o conteúdo aprendido, mas também os processos utilizados para resolver problemas, apresentamos um item utilizado no PISA 2003, da subárea Incerteza, explorando as habilidades exigidas para a sua solução e a relação entre o índice de dificuldade do item com a escala de

proficiência do PISA. Assim, para esse item, levando em consideração a sua dificuldade (estimada via Teoria da Resposta ao Item - TRI) e o nível a ele associado na subescala de proficiência de Incerteza do PISA, identificamos as habilidades específicas que os estudantes devem possuir a fim de resolvê-lo, de acordo com esse modelo teórico. Para localizar tais habilidades na subescala de proficiência de Incerteza do PISA, procedemos da seguinte maneira: a partir dos parâmetros do item identificamos o nível da escala de proficiência a ele associado; depois, recorremos a essa escala e buscamos neste nível a(s) habilidade(s) exigida(s) na solução do mesmo e, finalmente, listamos as habilidades descritas na subescala de proficiência de Incerteza do PISA que melhor descrevem às exigidas para a solução do item.

Além disso, vislumbrando melhor entender a educação matemática que os alunos brasileiros e mexicanos têm recebido na escola, foi realizada uma análise das respostas a duas perguntas do questionário contextual dos alunos no PISA 2012. São elas:

- a) Com que frequência você encontra estes tipos de problemas em suas **aulas de Matemática?**
- b) Com que frequência você encontra estes tipos de problemas em suas **provas escolares?**

### **3 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BRASIL E MÉXICO**

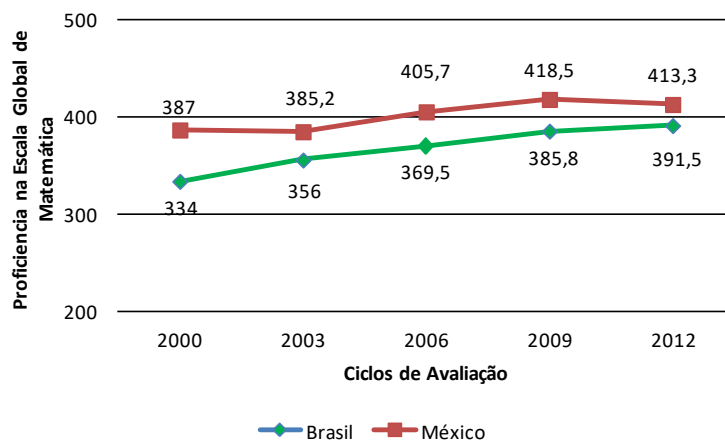
O fato de tanto o Brasil como o México terem participado das mesmas edições do PISA, oferece-nos dados importantes desses sistemas educacionais bem como de suas evoluções. Assim, nesta seção são apresentados, comparativamente, os resultados, em Matemática, dos estudantes brasileiros e mexicanos no PISA 2012 e a evolução de ambos, considerando especialmente os dados do PISA 2003. O objetivo é analisar os resultados do Brasil em uma relação internacional, tendo o México sido escolhido por vários motivos, entre os quais destacamos: ser membro da OCDE, as grandes extensões territoriais e populacionais, a considerável expansão da educação básica ocorrida nas últimas décadas, as desigualdades sociais enfrentadas, as jornadas escolares parecidas e as taxas de abandono precoce dos alunos destes dois países.

A organização desses dois sistemas educacionais tem muitas similaridades. No Brasil, a Educação Básica é composta pela Educação Infantil (creches - crianças até 3 anos ou pré-escola - crianças de 4 a 5 anos), Ensino Fundamental (Ensino Fundamental I com duração de 5 anos e Ensino Fundamental II com duração de 4 anos) e Ensino Médio

(duração de 3 a 4 anos). No México, a Educação Básica é constituída pela Educação Pré-escolar (3 a 5 anos), Educação Primária (duração de 6 anos) e Educação Secundária (duração de 3 anos). Ou seja: O Ensino Fundamental do Brasil possui duração de 9 anos e é correspondente à Educação Primária mais a Educação Secundária do México, que também possui duração de nove anos. O que denominamos de Ensino Médio no Brasil, no México é chamado de Educação Média Superior/ Bacharelado, com duração de 3 anos (INEE, 2014).

Em 2012, as taxas de aprovação no Brasil para o Ensino Fundamental I, Ensino Fundamental II e Ensino Médio foram respectivamente 91,7%, 84,1% e 78,7% (Inep, 2014). No México, neste mesmo ano, 96,8% dos alunos foram aprovados na Educação Primária, 84,1% na Educação Secundária e 67,3% na Educação Média Superior (INEE, 2014). Quanto à proficiência captada nos testes, embora o resultado em Matemática não tenha sido o desejável, o Brasil foi o país que apresentou maior crescimento ao longo de quase uma década na escala global de Matemática, 35 pontos. O México obteve uma progressão considerável de 26,3 pontos e, embora tenha partido de um patamar superior, essa progressão foi insuficiente para alcançar a média dos países da OCDE.

Gráfico 1 - Evolução dos Desempenhos Médios em Matemática no PISA



Fonte: Os autores (2022)

Embora a linha de evolução do México apresentar leves oscilações de queda em 2003 e 2012, essas diferenças não são estatisticamente significativas. Já o Brasil avançou em todos os ciclos. Cabe ressaltar que, para uma melhor dimensão do significado dessas diferenças de pontuações, a distância entre dois níveis contíguos de proficiência na escala está estimada em 62,3 pontos. Ou seja, a diferença da pontuação média, na escala global de Matemática, entre Brasil (391,5) e México (413,3) é de 21,8 pontos, o que significa

que em média nossos estudantes e seus colegas mexicanos ocupam o mesmo nível na escala de proficiência do PISA.

Considerando os diferentes resultados nas quatro subáreas avaliadas – Espaço e Forma, Mudança e Relações, Incerteza e Quantidade – apresenta-se, na Tabela 2, o resultado correspondente a cada uma dessas subáreas. A única subárea em que o Brasil avançou menos que o México foi Mudança e Relações. Não obstante ter sido essa a subárea onde tivemos o maior aumento. A diferença foi de 38,1 pontos para Brasil e de 40,7 pontos para o México. Cabe destacar que, em 2003, esta foi a subárea que tanto Brasil quanto México tiveram o pior desempenho. O Brasil teve o menor avanço em Incerteza e Dados e o México teve menor avanço em Quantidade. Coincidentemente essas subáreas apresentavam os melhores resultados para esses países em 2003. Tal fato revela que investimentos no sentido de melhorar a ênfase nos conteúdos e habilidades relacionadas a determinadas subáreas têm resultados diferenciados dependendo do ponto de partida. É mais fácil obter ganhos maiores onde a dificuldade é mais evidente.

Nunes (2013) afirma que em muitos países o desempenho em Matemática varia muito não só entre os alunos, mas também entre as subáreas da Matemática e aponta que a diferença na ênfase dada aos currículos desses países, assim como a eficácia na implementação do currículo de Matemática podem estar relacionadas a essa variação.

Tabela 2 - Comparativo dos Desempenhos Médios nas subescalas do Letramento em Matemática nas edições de 2003 e 2012

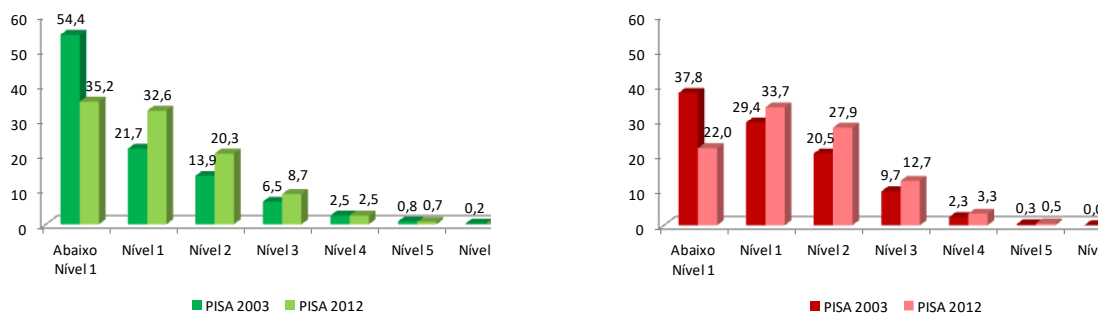
Países	Espaço e Forma		Mudança e Relações		Incerteza e Dados		Quantidade	
	Média	S.E	Média	S.E	Média	S.E	Média	S.E
<b>PISA 2003</b>								
<b>Brasil</b>	349,8	0,06	333,4	0,08	376,6	0,06	359,9	0,07
<b>México</b>	381,7	0,08	364,1	0,09	389,8	0,07	393,8	0,09
<b>PISA 2012</b>								
<b>Brasil</b>	380,7	0,05	371,5	0,06	402,1	0,04	392,9	0,06
<b>México</b>	412,5	0,07	404,8	0,07	413,0	0,06	413,6	0,07
<b>Diferença entre 2003 e 2012</b>								
<b>Brasil</b>	30,9		38,1		25,5		33,0	
<b>México</b>	30,8		40,7		23,2		19,8	

Fonte: Os autores (2022).

A proficiência média não fornece um quadro completo do desempenho dos estudantes podendo mascarar variações no desempenho. Assim, esta análise deve ser complementada e enriquecida com o percentual de estudantes posicionados em cada nível da escala de proficiência do PISA.



Gráficos 2 e 3 - Comparativo da distribuição dos estudantes por níveis de Proficiência  
Brasil México



Fonte: Os autores (2022).

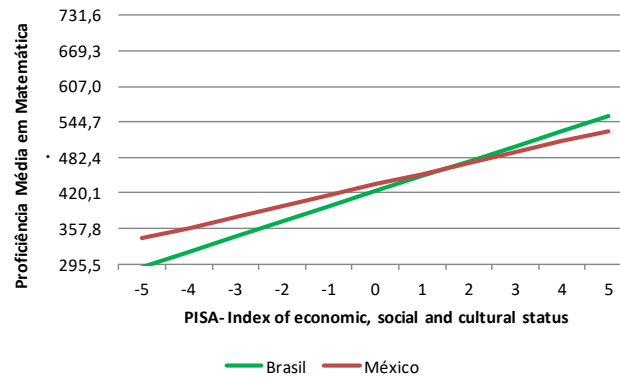
Em relação a 2003, o Brasil conseguiu reduzir de 54,4% o percentual de estudantes que se encontravam abaixo do nível 1, para 35,2% em 2012, e aumentar o percentual de estudantes nos níveis 1, de 21,7% para 32,6% e no nível 2, de 13,9% para 20,3%. México, em uma situação pouco mais confortável, consegue igualmente diminuir o percentual de alunos nos níveis mais baixos e aumentar a quantidade de alunos nos níveis mais elevados da escala. Por exemplo, passa de 9,7% para 12,7% no nível 3, não diferindo muito do Brasil nos percentuais relativos aos níveis mais elevados da escala PISA.

Uma análise mais detalhada, buscando explicar a eficácia dos sistemas educacionais e o rendimento alcançado pelos estudantes avaliados, não pode prescindir de considerar dois fatores: o nível socioeconômico (NSE) dos estudantes e o atraso escolar (repetência). Sabidamente o contexto sociofamiliar e o meio cultural a que o estudante pertence tem uma relação direta com o tipo de escola que frequenta e a qualidade do ensino que recebe. Sendo assim, o NSE deve ser levado em consideração toda vez que o interesse for explicar o desempenho de estudantes. Estudos anteriores com dados quantitativos de avaliações nacionais (Franco, Ortigão, Albernaz, 2004; Bonamino, Coscarelli, Franco, 2002; Soares, 2002) mostraram que estudantes oriundos de famílias com alto NSE têm desempenhos melhores que estudantes de famílias com níveis mais baixos. O grau dessa correlação, no entanto, não tem a mesma intensidade em todos os países. Sistemas educacionais eficientes conseguem reduzir o impacto do NSE em relação à proficiência, ao mesmo tempo em que possibilitam ganhos maiores no desempenho de seus estudantes.

O Gráfico 4, a seguir, foi construído utilizando as retas de regressão linear dos dois países analisados. A variável dependente dessa regressão foi a proficiência média

em Matemática e a variável explicativa foi o índice socioeconômico e cultural calculado pelo PISA e constante na base de dados.

Gráfico 4 - Impacto do Nível Socioeconômico e Cultural na Proficiência Média em Matemática.



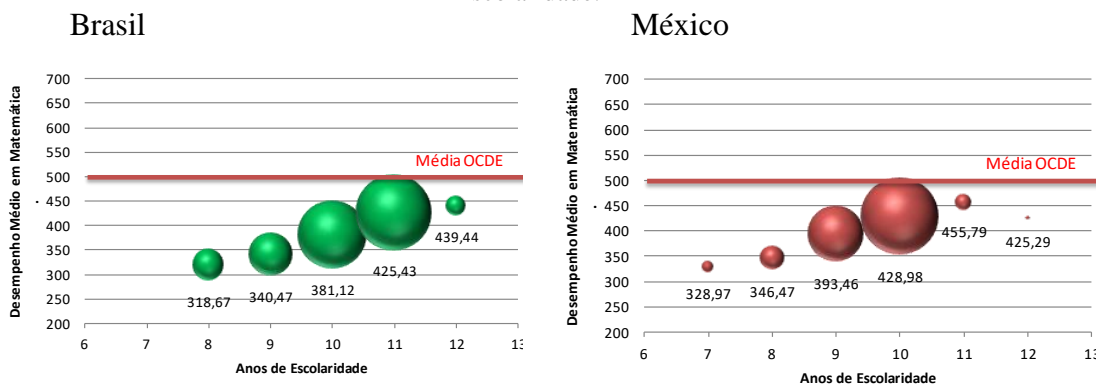
Fonte: Os autores (2022).

Comparando o índice socioeconômico e cultural dos dois países, de 2003 para 2012, verificamos que o Brasil passa de uma média de -0,95 (dp:1,12) para uma média de -1,22 (dp:1,17). Já o México, passa de uma média de -1,13 (dp:1,20) para uma média de -1,11 (dp: 1,27). Ambos continuam apresentando médias inferiores aos padrões da OCDE, porém com comportamentos diferentes. A queda no caso brasileiro é claramente decorrente das políticas de inclusão, que viabilizaram a entrada de muitos estudantes das classes menos favorecidas no sistema. A inclinação das retas no Gráfico 4 mostra o impacto dessa variável nos resultados dos dois países, sendo a correlação entre o NSE e a proficiência ligeiramente menor para o México (0,34) do que para o Brasil (0,42). Ainda pouco eficazes, os sistemas de ambos os países apresentam rendimento abaixo da média da OCDE mesmo para estudantes de alto NSE. O sistema mexicano, no entanto, parece sinalizar para um efeito menos perverso dessa variável.

O PISA, no ato de sua aplicação, questiona os alunos se eles já repetiram alguma série em sua trajetória escolar e em que momento ocorreu a repetência. A partir desse dado, os alunos são separados entre aqueles que já repetiram ao menos uma vez e os que nunca repetiram ou deixaram essa questão em branco. Em 2012, 37,4% dos estudantes brasileiros que participaram do PISA afirmaram ter repetido ao menos uma série, já no México, 15,5% dos estudantes repetiram alguma série(OCDE, Brasil 2014), uma taxa bem menor do que a brasileira. Em países como Brasil e México, onde as taxas de distorção idade-série são elevadas, a definição da amostra pela faixa etária, como é o caso do PISA, considerando estudantes de 15 anos de idade, nos é desfavorável. Portanto, ao

considerarmos a distorção idade-série, o problema fica evidente quando observamos os desempenhos médios por ano de escolaridade, o que pode ser observado nos Gráfico 5 e Gráfico 6.

Gráficos 5 e 6 - Comparativo do Desempenho Médio na Escala Global de Matemática por Ano de Escolaridade.



Fonte: Os autores (2022).

Enquanto nos países da OCDE, com pouco atraso escolar, a maioria dos estudantes com idade próxima aos 15 anos cursa a mesma série, o equivalente ao 1º ano do ensino médio (ou 10 anos de estudo como mostra o gráfico), no Brasil e México são muitos os estudantes cursando séries mais atrasadas. Em 2003, cerca de 38,5% dos estudantes brasileiros não estavam na série adequada e em 2012 conseguimos reduzir para 22,6%, ainda um percentual elevado. Em síntese, temos estudantes sendo avaliados em habilidades e competências que ainda não lhes foram ensinadas nas escolas. Por certo, este cenário é uma das causas que ‘puxa para baixo’ a média global do Brasil, posicionando um percentual elevado de estudantes nos níveis mais baixos da escala do PISA. Embora México também tenha estudantes atrasados, o problema é mais grave no Brasil.

Percebe-se que mesmo para os estudantes brasileiros que não se atrasaram, a média global em Matemática ainda é baixa, distante da média da OCDE. Essa constatação é preocupante porque, se excluirmos os estudantes atrasados, teoricamente, menos capazes academicamente, cujos resultados puxam a média do Brasil para baixo, o nosso desempenho fica abaixo do esperado para competências e habilidades próprias ao final da escolaridade básica. Ao se defrontarem com os testes cognitivos da avaliação internacional, nossos estudantes demonstraram, em sua maioria, que não estão sendo capazes de formular, aplicar e interpretar a Matemática em diferentes contextos, fazendo

uso do raciocínio matemático ao aplicar conceitos e procedimentos para resolver problemas matemáticos relacionados com as necessidades do mundo em que vivem.

#### **4 O PISA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

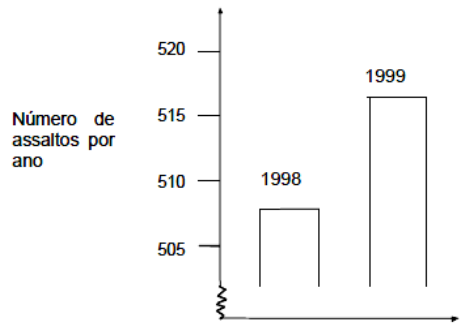
As competências consideradas pelo PISA são as mesmas que a literatura de Educação Matemática no Brasil e os Parâmetros Curriculares Nacionais já recomendam e ratificam há algumas décadas (Aguilar e Ortigão, 2010). Isto leva a crer que o ensino em nossas escolas parece evoluir a passos lentos ou continua arraigado nas antigas tradições e na contramão do que recomendam os estudos e pesquisas no âmbito da Educação Matemática. Como já foi mencionado, a avaliação do PISA é desenhada no sentido de mensurar capacidades fundamentais requeridas na Matemática, não apenas com foco nos conteúdos, mas principalmente por outros aspectos igualmente importantes e considerados na elaboração dos itens do teste: os processos matemáticos (formular, empregar e interpretar) e os contextos (pessoal, social, ocupacional ou científico) nos quais os problemas podem ser abordados.

Nesta seção, em função das limitações deste artigo, é apresentado um item que foi aplicado na avaliação de Matemática do PISA 2003. Esse item foi estrategicamente escolhido porque em 2012 ele fez parte do questionário contextual do estudante, com o objetivo de aferir a frequência com que os estudantes estão ou não expostos a itens dessa natureza na escola. Ou seja, o mesmo item que fez parte do teste de Matemática em 2003, voltou a ser apresentado aos estudantes em 2012, mas não para avaliar o desempenho em Matemática e sim para tentar captar ênfases diferenciadas em determinados processos e abordagens metodológicas.

Quadro 1 - Item da Avaliação de Matemática do PISA 2003

**Item 1 – Código: M179Q01 - Assaltos**

Um repórter de TV apresentou o gráfico abaixo e disse:  
\_ O gráfico mostra que, de 1998 para 1999, houve um grande aumento no número de assaltos.



Ano	Número de assaltos por ano
1998	510
1999	515

Você considera que a afirmação do repórter é uma interpretação razoável do gráfico? Dê uma explicação que justifique sua resposta.

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.35.

O item 1, classificado pelo PISA como um item de *resposta construída aberta*, exige duas habilidades para a sua solução: argumentação na interpretação dos dados, comunicação e explicação para justificar o que acontece. Observamos que a resposta a essa questão requer que, embora o gráfico esteja correto na informação dos valores, o estudante deve perceber que o truncamento das barras no gráfico pode levar a uma interpretação errada em relação ao que acontece, pois as barras, deixando de ser proporcionais aos valores, exageram a diferença. Esse é um item que exige conhecimento da área de Incerteza e Dados que, segundo o modelo teórico do PISA, explora uma *situação pública* e ajuda a verificar o domínio do *grupo de competências de conexão*. Esse foi o único item de incerteza em que foram consideradas respostas parciais. O parâmetro de dificuldade desse item foi calibrado em 694 pontos para a resposta completamente correta. Isso significa que um aluno que tem uma proficiência estimada em 694 pontos na escala de proficiência do PISA possui uma probabilidade igual a 0,5 (50%) de acertar completamente esse item, ou seja, esse é um item difícil. De fato, ele está alocado no *nível 6* da escala de proficiência de Incerteza e Dados. Foram consideradas completamente corretas respostas que indicavam “não, não é razoável” e que “focalizavam o fato de que a figura mostra apenas uma parte do gráfico, ou contém argumentos corretos em termos de aumento de razão ou porcentagem” (OCDE, 2005).

Entre os itens de Incerteza e Dados de divulgação autorizada, esse foi o item em que o Brasil obteve o seu pior desempenho. Apenas 3,7% dos alunos brasileiros e 5,2% dos alunos mexicanos foram capazes de resolver este item totalmente. Isso nos mostra que as habilidades de “utilizar argumentação rigorosa baseada em *insight* na interpretação

de dados” e “comunicar argumentos e explicações complexas” se mostram muito pouco consolidadas para os alunos de 15 anos de idade, especialmente para os alunos brasileiros e mexicanos. Comparando o desempenho dos alunos brasileiros e mexicanos com o de seus colegas em países desenvolvidos da OCDE, mais bem posicionados na escala PISA, considerados do primeiro grupo, temos resultados bastante distintos. Foram capazes de resolver este item 41,5% desses alunos do primeiro grupo, o que nos mostra uma realidade bastante diferente da brasileira e da mexicana. Considerando a possibilidade de um aluno acertar parcialmente esse item, o valor estimado do parâmetro de dificuldade foi de 577 pontos. Nesse caso, percebemos uma mudança considerável na localização desse item na escala de proficiência, passando a ser alocado no nível 4. Foram consideradas como parciais as respostas que indicavam “não, não é razoável, mas com explicações sem detalhes (focaliza apenas um aumento expresso pelo número preciso de roubos, mas não compara esse número com o total), ou com método correto, porém com pequenos erros de cálculo” (OCDE, 2005).

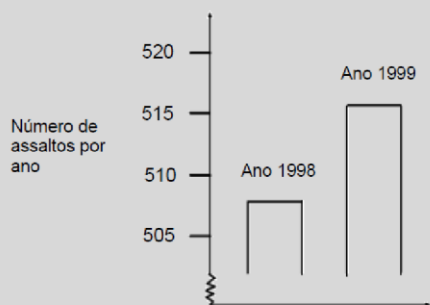
Em 2012, no questionário contextual, respondido pelos estudantes, havia um bloco de perguntas que foram apresentadas com o seguinte enunciado: ***“Queremos saber sobre sua experiência com estes tipos de problemas na escola. Não precisa resolvê-los!”***. O quadro 2 mostra dois exemplos desse tipo de item.

Quadro 2 - Exemplo de item do questionário do Estudante

No tipo de problema abaixo, você deverá utilizar um conhecimento matemático adequado para encontrar uma resposta válida para um problema que surge no dia a dia ou no trabalho. Os dados e informações são sobre situações reais. A seguir, estão dois exemplos.

Exemplo 1:

Um repórter de TV apresentou o gráfico abaixo e disse:  
— O gráfico mostra que, de 1998 a 1999, houve um grande aumento no número de assaltos.



Você considera que a afirmação do repórter é uma interpretação razoável do gráfico? Dê uma explicação que justifique a sua resposta.

Durante anos, a relação entre a frequência cardíaca máxima recomendada e a idade da pessoa foi descrita pela seguinte fórmula:

$$\text{Frequência cardíaca máxima recomendada} = 220 - \text{idade}$$

Pesquisas recentes mostraram que esta fórmula deveria ser um pouco modificada. A nova fórmula é a seguinte:

$$\text{Frequência cardíaca máxima recomendada} = 208 - (0,7 \times \text{idade})$$

A partir de que idade a frequência cardíaca máxima aumenta como resultado da introdução da nova fórmula? Demonstre seu raciocínio.

a) Com que frequência você encontra estes tipos de problemas em suas **aulas de Matemática?**

	Frequente mente	Algumas vezes	Raram ente	Nunca
Brasil	29,6	47,7	16,3	6,3
Méxic	37,6	48,9	11,3	2,3

b) Com que frequência você encontra estes tipos de problemas em suas **provas escolares?**

	Frequente mente	Algumas vezes	Raram ente	Nunca
Brasil	23,3	47,7	21,0	7,9
Méxic	28,8	51,7	16,3	3,2

Fonte: INEP (2013)

As distribuições de frequência para essas duas perguntas apontam que mexicanos e brasileiros não são muito expostos a problemas envolvendo representações de objetos e de situações matemáticas; ao raciocínio e argumentação para fornecer uma justificativa sobre uma afirmação ou sobre soluções para uma situação problema. Por meio de atividades, em sala de aula, parecem ser pouco estimulados a expressarem-se matematicamente, argumentando e questionando, potencializando nesse processo as

competências fundamentais em Matemática. De fato, Lorenzato e Vila (1993) ao discutir as “habilidades básicas para o século XXI” e o posicionamento de pesquisadores na área de Educação Matemática, ressaltam os aspectos acima, aliados à capacidade de raciocinar com clareza, de fundamentar e comunicar ideias matemáticas (Lorenzato; Vila, 1993).

Esses referenciais não nos são estranhos. Estão presentes nas nossas orientações curriculares para o ensino Médio.

(...) partimos do princípio de que toda situação de ensino e aprendizagem deve agregar o desenvolvimento de habilidades que caracterizam o “pensar matematicamente”. Nesse sentido, é preciso dar prioridade à qualidade do processo e não à quantidade de conteúdos a serem trabalhados. (MEC, 2008, p. 70).

Ou seja, os conteúdos devem ser selecionados de forma a propiciar ao estudante um fazer matemático, exigindo menos memorização e aplicação direta de fórmulas, que o capacite para o delineamento de estratégias para resolução de problemas matemáticos e para uma competência global, em face de um mundo cada vez mais tecnológico e em constante mudança. Essa seleção deve considerar, dentro de cada domínio e respectivas especificidades, o que ensinar, como ensinar e como avaliar.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não obstante a colocação desfavorável do Brasil no *ranking* dos países participantes do PISA, a cada edição se confirma uma tendência de melhora no rendimento dos nossos estudantes. Embora ciente de que a educação no Brasil ainda está em um patamar muito aquém do desejável e esperado pela sociedade, quando feita a comparação entre as duas edições em que o foco da avaliação foi a Matemática, o Brasil destaca-se como o país que teve o maior avanço absoluto nessa área. Se considerarmos as demais áreas do conhecimento – Leitura e Ciências, até a edição de 2009, o Brasil foi o país com a terceira maior evolução no desempenho global no PISA. O desempenho brasileiro é mais animador ainda quando se leva em consideração o processo de expansão da educação básica no país:

(...) é importante destacar que o desempenho brasileiro no PISA melhorou ao mesmo tempo em que o país promoveu uma inclusão massiva, como indicam os dados de fluxo escolar: o número de jovens de 15 a 20 anos no sistema educacional quase triplicou entre 1991 a 2010. (Costa, 2012, p.7).



A partir das informações produzidas pelo PISA, em suas duas edições onde a área de Matemática foi o foco da avaliação (2003 e 2012), procurou-se, neste artigo, investigar a evolução do desempenho em Matemática, de estudantes brasileiros, estabelecendo comparações no tempo e entre Brasil e México. As análises comparativas realizadas, basicamente, comparando resultados brutos em termos de médias e percentuais de acerto, e algumas características dos diferentes sistemas educacionais, apontam para a persistência dos problemas na aprendizagem da Matemática. Refletem, assim, um ensino, nas escolas, que ainda prioriza processos mecânicos e memorização. Embora tenhamos sido o país que mais avançou na escala de proficiência, ainda há grandes desafios a serem vencidos no ensino dessa área do conhecimento nas escolas brasileiras, particularmente no que se refere a fazer com que nossos estudantes consigam aplicar na prática, com criatividade, capacidade argumentativa e raciocínio lógico os conhecimentos adquiridos, deixando de ser meros replicadores.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, G.; Ortigão, M. I. (2010). Letramento e competências matemáticas: um enfoque sob a perspectiva dos resultados educacionais no PISA 2003. In: BERNADINI, C. H. (Org.). *Educação por competências: teoria prática para professores e gestores*. São Paulo: Iglu, p. 87-107.
- Bonamino, A.; Coscarelli, C.; Franco, C. (2002). Avaliação e letramento: concepções de aluno letrado subjacente ao SAEB e ao PISA. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 81, dez. 2002.
- Brasil. (2011). Itens Liberados de Matemática. INEP. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens\\_Liberados\\_Matematica.pdf](http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_Liberados_Matematica.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2011.
- Costa, L. C.(2012) *Apresentação Relatório Nacional do PISA 2012*. Brasília, DF: Inep; MEC.
- Franco, C.; Ortigão, M. I. R; Albernaz, A. (2004). *Características escolares associadas à eficácia e a equidade socioeconômica: evidências do SAEB 2001*. [Brasília, DF]: LAED; PUC-Rio; INEP; MEC. (Relatório Técnico).
- INEE (2014). Panorama Educativo de México 2013. Indicadores del Sistema Educativo Nacional.
- Educación Básica y Media Superior. Mexico: INEE.
- Ministério da Educação, Brasil. (2008). Secretaria de Educação Básica. Brasil: orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC,135 p.
- Nunes, S. M. L. (2013). A Proficiência Matemática dos Alunos Brasileiros no PISA 2003: Uma Análise dos Itens de Incerteza. 218 f. Tese de Doutorado. UFMG, Belo Horizonte.
- OECD. (2012). PISA 2012: *Relatório Nacional: resultados brasileiros*. Brasília, DF: Inep; MEC, 2012.
- OCDE. (2005). Aprendendo para o mundo de amanhã: Primeiros resultados do PISA 2003. Brasil: Editora Moderna.
- OECD. (2022). PISA 2022: *Primeiros resultados brasileiros*. Brasília, DF: Inep; MEC, 2022.
- Soares, F. (2002). SAEB 2001: Relatório técnico. [Brasília, DF; Minas Gerais] : INEP/UFMG – GAME.