



Universidade Federal de São João del-Rei
Núcleo de Educação a Distância
Re@d - Revista de Educação a Distância
ISSN: 2675-0651



A DIFICULDADE DOS ALUNOS NO APRENDIZADO DA ALGEBRA POR FALTA DE DOMÍNIO DAS QUATRO OPERAÇÕES BÁSICAS DA MATEMÁTICA

Leonardo de Sousa Leal¹

Nelson Pinheiro Coelho de Souza

Danilo Teixeira Alves

Naele dos Santos Rocha Leal

Fernanda da Cruz Almeida

Weliton Carlos Vieira Fonseca

Antônio Luiz Lima Beniz

Salatíel Paiva de Oliveira

Rogério Ferreira da Costa

RESUMO - O presente trabalho surgiu durante a investigação diagnóstica de alunos do primeiro ano da escola estadual Norma Suely, localizada na cidade Açailândia-MA, na tentativa de saber o nível de conhecimento básico em matemática desses alunos, recém chegados do ensino fundamental. Neste sentido, a pesquisa procurou saber o entendimento da álgebra, mais especificamente a resolução de equações do 1º grau, entretanto notou-se uma grande quantidade de erros relacionados a falta de domínio das quatro operações básicas da matemática (adição, subtração

¹ Lsl_icc@yahoo.com.br

, multiplicação e divisões), sendo comprovado, quando avaliado esses domínios, através de médias muito baixas das avaliações que foram passadas aos mesmos, a qual foram de 3,0 a 5,0 pontos, das dez questões passadas ao mesmo da prova. Toda via, segundo a Teoria da carga cognitiva (TCC), é natural que a resolução das equações algébricas provoquem erros durante os cálculos realizados, principalmente devido a carga cognitiva elevada que surgem devido as diversas interações dos termos envolvidos, sendo complexa por alguns alunos em nível inicial, entretanto não com esta média tão alta, o que leva a pensar em questionamentos sobre as causas envolvidas desta problemática que provocaram a esses estudantes específicos a chegassem com este déficit no ensino médio. Entretanto, estes resultados não parecem ser isolados, pois em teste avaliativo similar em outra escola do ensino fundamental (Edvaldo Brandão de Jesus) em 2010 na cidade de Belém -PA, passada a uma turma de nono ano, mostrou que a dificuldade é provinda desde as séries iniciais do ensino básico, tendo como consequência notas negativas observados no índice de educação básica (IDEB,2023), principalmente nos estados da região norte e nordeste, nos últimos anos.

PALAVRAS-CHAVE: Dificuldade. Operações matemáticas. Carga Cognitiva.

INTRODUÇÃO

Segundo a neurociência, a memória humana é dividida em três partes, a primeira é a memória primária que recebe as informações do ambiente externos através dos sentidos como a da audição e da visão, essas informações serão processadas na memória de trabalho que é área conhecida como raciocínio do ser humano, se esta área tiver sobrecarregada com muitas informações a aprendizagem será prejudicada, dificultando a entrada na terceira parte do cérebro que é a memória de longo prazo, onde fica armazenado por tempo indeterminado o conhecimento assimilado pelo estudante (AYRES, e John SWELLER, 1990)

Por ventura, a teoria da carga cognitiva baseia-se na impossibilidade natural do ser humano em armazenar e gerenciar, na nossa memória de trabalho, mais do que 7 ± 2 *chunks* (pedaços de informações não relacionados entre si) ao mesmo tempo (MILLER, 1956). O excesso de informação gera um esforço maior do processo cognitivo, provocando uma sobrecarga cognitiva. Essa sobrecarga impõe uma restrição fundamental no desempenho e na capacidade de aprendizado (MAYER, 2001; PASS, RENKL & SWELLER, 2003, 2004; SWELLER, 1999, 2004; WINN, 2003).

Essas informações são chamadas de cargas cognitivas quanto prejuízo do processo ensino – aprendizagem do estudante, logo é necessário diminuir esta carga de conhecimento na memória de trabalho para que o aprendizado seja eficiente. Existem três tipos de carga cognitiva, a carga cognitiva estranha que tem a ver com o material de ensino do conteúdo da disciplina como o livro didático mal elaborado, que provocam o efeito da atenção dividida do estudante, em que o aluno se concentra em duas informações ao mesmo tempo (AYRES, e John SWELLER, 1990).

Um exemplo comprovado, seria resolver problemas de geometria plana que apresentam informações espacialmente separadas das figuras representativas, toda via , os pesquisadores Chandler e Sweller (1991) propôs a integração espacial das fontes de forma a completarem, visando uma diminuição desta carga, no entanto é preciso ter cuidado ao integrar essas informações para que não se tornem redundantes, pois consumiria parte da memória de trabalho que poderia ser utilizada para aprendizagem (AYRES, e John SWELLER, 1990)

A outra carga cognitiva seria intrínseca que tem a ver com a complexidade do conteúdo estudado pelo estudante, a qual durante muito tempo se pensou que esta carga era imutável, pois pertencia à característica intrínseca do material analisado, no entanto, a partir do ano de 2002, admitiu-se que ela poderia ser contornada. Segundo Chandler, Pollock e Sweller deve-se seriar a

informação complexa, ao invés de dá-la simultaneamente, pois a ideia é aumentar a interatividade aos poucos, na medida em que surgem os esquemas de aprendizagem.

Esses esquemas de aprendizagem surgem devido os conhecimentos aprendidos devido as experiências de vida passado pelo estudante, seja no meio familiar ou na escola onde o mesmo estuda. Uma forma de desenvolver esquemas seria a prática de exemplos resolvidos de questões matemáticas que dariam um norte para resolver os problemas complexos.

Uma descoberta interessante os mesmos, seria efeito da variabilidade dos exemplos resolvidos, a expectativa era de eles sobrecarregarem a memória de trabalho do aluno, prejudicando o aprendizado, entretanto, ocasionou um efeito contrário, em vez de atrapalhar, ajudou o processo de aprendizagem. Após quatro anos (1998), esta foi chamada de “carga cognitiva relevante”, por ajudar a formação de esquemas e no automatismo, ou seja, a assimilação automática do assunto estudado pelo estudante (SWELLER, VAN MERRIENBOER E PASS, 1998).

Baseado nos preceitos desta teoria, o pesquisador australiano Paul Ayres, investigando os erros matemáticos, no campo da álgebra, concluiu que a natureza intrínseca das operações algébricas com parênteses causa uma distribuição desigual da carga cognitiva durante o cálculo (AYRES, 2001, p.231). Ele chegou a essa conclusão após a realização de três experimentos, relatados nesse artigo, no qual, segundo ele, diferenças de erros entre as operações resultantes de expansão algébricas são um forte indicador de diferenças de cargas cognitivas entre estas operações (figura 1).

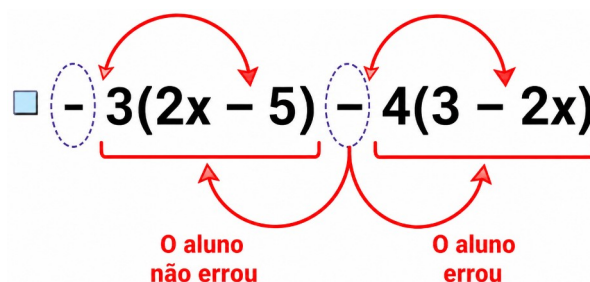


Figura 1- expansão das expressões algébricas pela propriedade da distribuição.

Fonte: Autor (2026)

Para isso, Ayres se apoiou em três resultados: 1) os protocolos verbais (anotações sobre o raciocínio matemático dos alunos analisados) indicaram que as falhas de memória de trabalho foi uma das principais causas de erros; 2) a dupla tarefa indica que o desempenho da memória de

trabalho é variado, dependendo das operações; 3) não foram encontradas evidências para dar suporte às explicações alternativas, tais como erros processuais (também denominado de bugs, são erros ocasionados devido o entendimento incorreto das regras matemática ,fundamentais para resolução do problema). Todos os três resultados suportam o argumento de que os erros, em sua maioria, foram feitos quando a carga cognitiva era maior (AYRES, 2001, p.244). Posteriormente, em outro artigo “Usando medidas subjetivas para detectar variações da carga cognitiva intrínseca dentro de problemas” (AYRES, 2003), utilizou-se de medidas subjetivas de cargas, na tentativa de estabelecer um valor de carga entre as operações oriundas de uma expansão algébrica. Os resultados indicaram uma forte relação entre as medidas subjetivas de cargas e a quantidade de erros entre as operações. No nível individual foi encontrada alta correlação entre as taxas de erros e as medidas subjetivas, esta correlação positiva, foi consistente com o argumento de que em pontos onde a carga cognitiva intrínseca é mais elevada, os erros são mais susceptíveis de serem feitos. (AYRES, 2003, p.389)

Entretanto, conforme dito fica difícil avaliar a questão das cargas cognitivas pertencentes as partes das equações algébricas ou equação do 1º grau, se o aluno apresentar erros de bugs, ou seja, com falta de conhecimento das regras de isolamento ‘para encontrar a variável desconhecida, ou ainda a falta de conhecimento básico, por parte dos estudantes analisados, das quatro operações básicas da matemática (soma, subtração, multiplicação e divisão).

Toda via este trabalho de conclusão de curso, é uma continuidade dos resultados obtidos em monografia (LEAL,2010) intitulada “A teoria da carga cognitiva aplicada à matemática: Experiências de Paul Ayres no campo da álgebra”;Em que foi comprovado que os erros em problemas de álgebra, passados aos alunos do nono ano da escola “E.F. M Edvaldo Brandão de Jesus”, localizada no bairro do Tapanã (Belém-Pa), teve forte indícios de falta de conhecimento básico das operações com números inteiros, como a falta de automatismo da tabuada, divisões, trocas de sinais e propriedades distributiva da multiplicação, por exemplo.

Este trabalho de conclusão (TCC) analisou cinco turmas do primeiro ano do ensino médio da escola Norma Sueley, localizada no município de Açailândia-MA, passando um teste com dez questões da área da aritmética, além de um questionário subjetivo, respectivamente, sendo o primeiro para saber o nível de conhecimento matemático que o mesmo possui e o segundo para saber alguns informações de como foi o seu ensino fundamental, visando ter o entendimento mais completo de sua história em relação ao nível do mesmo ao chega no ensino médio.

DESENVOLVIMENTO

DESCRIÇÃO DA PRIMEIRA EXPERIÊNCIA DE PAUL AYRES (2001)

Ao expandir expressões algébricas, do tipo: $-3. (-4 - 5x) -2(-3x -4)$ realizamos quatro operações: $-3. -4$ (operação 1), $-2. -3x$ (operação 2), $-2. -3x$ (operação 3), $-2. -4$ (operação 4). O objetivo do primeiro experimento, do pesquisador australiano Paul Ayres, foi comprovar que os erros estavam mal distribuídos entre estas quatro operações, ocorrendo mais erros nas operações 2 e 4. Além de ocorrerem mais erros de multiplicações no segundo parênteses em relação ao primeiro, ou seja, o objetivo foi comprovar, que expressões algébricas ocasionam uma distribuição desigual de carga cognitiva intrínseca, entre as operações e os parênteses.

Cada estudante recebeu um conjunto de oito problemas em uma única folha de papel, com espaço suficiente para resolver as mesmas. Os discentes foram orientados a somente expandir os parênteses, realizando as quatro operações, não sendo obrigado a simplificar as suas respostas, neste processo de expansão foram considerados dois tipos de erros: os aritméticos (produto incorreto) e o do jogo de sinais.

Neste experimento foi comprovado que mais erros ocorriam durante a expansão do segundo parêntese em comparação ao primeiro, além disso, mais erros ocorriam na segunda e quarta operação, conforme as suspeitas. Dentre os erros de sinais, 91,3% envolviam as combinações “- . - e -.+”. Além de 60% de erros, em geral, mostrarem que o sinal negativo contribui para a geração de erros, principalmente nas operações 02 e 04, onde apresentaram características de dualidade (sinaliza o operador e subtrai com outro operando). Estes achados foram consistentes com as experiências de problemas geométricos de Ayres e Sweller (1990), pois a maior frequência de erros ocorria em etapas que exigiam uma maior carga cognitiva, sobrecarregando a memória de trabalho, consequentemente gerando erros.

EXPERIÊNCIA REALIZADA NA E.E.F. M. EDVALDO BRANDÃO DE JESUS

A fim de reafirmar os resultados obtidos à primeira experiência do artigo de 2001 (erros sistemáticos de matemática e carga cognitiva) foi realizada uma experiência semelhante na escola municipal “Edvaldo Brandão”, no ano de 2010, no bairro do Tapanã, no município de Belém do Pará. Sendo que o objetivo não era reproduzir de maneira fiel a primeira experiência realizada nas escolas de Sydney, por Ayres em 2001, mas chegar a resultados próximos, ou seja, mostrar que as operações 02 e 04 e o suporte 02 têm uma maior carga cognitiva (por provocar mais erros aos alunos), em relação as operações 01 e 03 e o parêntese 01, respectivamente.

Este teste foi passado a quarenta alunos, do nono ano do ensino fundamental, da Escola Estadual Edvaldo Brandão de Jesus, a qual foram designados a expandir os parênteses de um conjunto de oito problemas algébricos, conforme listados abaixo:

1. $-3(-4 -5x) -2(-3x -4)$
2. $-2(+6x -3) -4(+8 -2x)$
3. $+4(-4 +2x) +5(-2x +3)$
4. $+5(+5x +3) +6(+4 +4x)$
5. $-7(-4 -5x) -3(+3x -4)$
6. $-3(-2 +2x) -5(+3 +4x)$
7. $+6(+5x -2) +5(+4x -2)$
8. $+4(+8 +2x) +3(+4 +8x)$

Onde ao analisarmos as expressões acima, perceberemos que somente na primeira e na terceira operação das quatro primeiras questões e na segunda e na quarta operação das quatro questões posteriores, ocorre uma distribuição de sinal de maneira uniforme (-. -, -. +,+. - e +. +), as outras operações foram distribuídas de maneira aleatória, sendo por isso excluída do processo de análise.

Num primeiro momento, os resultados indicaram a existência de uma diferença de carga intrínseca entre as operações, podemos notar quando observamos os resultados semelhantes em relação aos erros de sinais, sendo mais frequentes (67,18% dos erros cometidos) que os erros aritméticos. Além disso, as operações 02, 04 e o parêntese 02 geraram mais erros que as operações 01, 03 e o parêntese 01, respectivamente; E também as combinações de sinais (-.+ e -. -) provocaram mais erros que as outras duas (+.+ e +.-), coincidindo com os resultados da primeira experiência de Ayres (2001).

No entanto, os resultados dos erros aritméticos de multiplicação, não seguiram este padrão, pois a primeira operação apresentou mais erros do que a segunda (sete na operação 01, contra apenas dois da operação 02), além da terceira operação ter apresentado mais erros do que a quarta operação (dez contra seis da operação 04), ou seja, ao invés de respeitar o “peso” da carga cognitiva por operação, o aluno mostra mais dificuldade ao iniciar as expressões algébricas.

Quando se analisa os resultados obtidos dos erros de sinais simultâneos, na primeira e terceira operação (nas quatro primeiras questões) e na segunda e quarta operação (nas quatro últimas expressões), totalizando 74,41% dos erros de sinais, indicando uma falta de conhecimento, por parte do aluno, pois ao errar o jogo de sinal na primeira operação (nas quatro primeiras questões), provavelmente errará na terceira operação, visto que se trata da mesma combinação de sinal, assim como o erro da segunda operação refletirá no erro da quarta operação.

Evidenciando erros de sinais continuados, durante as expansões algébricas, ao invés de erros isolados, talvez devidos a uma falta de base teórica do aluno, o que não podemos concluir, pois não fizemos nenhuma análise inicial do espaço amostral (turma), visando medir o nível de habilidade matemática desses alunos.

Toda via, nota-se a influência da diferença de carga cognitiva intrínseca, entre as operações, no processo de geração de erros, quando observamos que a: quantidade de erros simultâneos da segunda e quarta operação (trinta e oito) foi superior a quantidade de erros da primeira e terceira operação (vinte e seis erros); Foi confirmado que o jogo de sinal “-.”, vinte e dois erros, e “-.-”, vinte erros, provocaram mais erros que as outras combinações de sinais(+., +.-), na soma dos erros de sinais da primeira e terceira operação simultaneamente com a soma da segunda e quarta operação(décimo primeiro resultado); Bem como a soma dos erros das operações exclusivas pertencentes ao segundo suporte (doze erros) foi superior aos da soma do primeiro suporte (dez erros). Entretanto, a quantidade de erros exclusivos na segunda operação (cinco) não foi superior ao da primeira operação (sete), nem a quantidade de erros exclusivos da quarta (cinco) operação não foi superior a terceira operação (sete), não coincidindo com os resultados obtidos por Ayres em 2001.

EXPERIÊNCIA REALIZADA NA E.E M. PROFESSORA NORMA SUELY

Conforme relatado na experiência anterior, na escola municipal Edvaldo Brandão de Jesus, a qual foi comprovado que as equações algébricas provocam realmente uma diferença de cargas dos seus termos, durante sua expansão algébrica, seja por erros aritméticos ou jogo de sinais, entretanto notou-se uma grande quantidade de erros ao iniciar o processo, bem como em todas as partes, o que não deveria acontecer, já que esperasse que o estudante tivesse conhecimento das propriedades dos números inteiros, considerando que este assunto já foi trabalhado pelos professores em anos posteriores.

Para tirar esta dúvida, foi realizado um teste de análise de conhecimento aritmético de números inteiros, neste ano (2026), no período diagnóstico, aos alunos do primeiro ano do ensino médio da escola Norma Suely, localizada na cidade de Açailândia-MA. Logo, a depender das respostas, a expectativa é entender como estes alunos chegam no ensino médio, é se isto pode ser indicio das dificuldades dos mesmos na disciplina da matemática durante todo este nível.

2.3.1 QUESTIONÁRIOS AVALIATIVOS ARITIMÉTICOS

Durante o teste diagnóstico foram passadas dez questões (vê em anexo1) para cinco turmas do primeiro ano do ensino médio, três da manhã (101,102 e 103) e duas da tarde (101 e 102), com objetivo de avaliar o conhecimento desses alunos das quatro operações básica (soma, subtração, multiplicação e divisão), conforme a tabela abaixo.

1 QUESTÃO: SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS INTEIROS
2QUESTÃO: SOMA E SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS INTEIROS
3 QUESTÃO: DIVISÃO EXATAS E INEXATAS
4. QUESTÃO: PROBLEMA ARITIMÉTICO QUE ENVOLVE DIVISÃO E MULTIPLICAÇÃO
5. QUESTÃO: DIVISÃO
6. QUESTÃO: DIVISÃO DE NUMEROS INTEIROS
7. QUESTÃO: CONHECIMENTO DE TABUADA
8. QUESTÃO: PROBLEMA ARITIMÉTICO DE SOMA E SUBTRAÇÃO DE NÚMEROS INTEIROS
9.QUESTÃO:PROBLEMA ARITIMÉTICO DE MULTIPLICAÇÃO
10.QUESTÃO: DIVISÃO DE NÚMEROS INTEIROS

Tabela 1—Explicação das Operações aritméticas realizadas por questão.

Fonte: Autor (2026)

Dentre as dez questões, considera-se que seis delas são subjetivas (1,2,3,7,8 e 9), a qual o aluno vai ter que responder à questão, mostrando o seu raciocínio lógico no papel até chegar ao resultado final(1ponto), no entanto considera-se a metade da questão (0,5 pontos), se aluno

conseguiu desenvolver a questão de forma corretamente, mas não conseguiu chegar no resultado final.

As cinco turmas obtiveram média aritmética de 4,91 a 5,54 e também desvio padrão de 2,04 a 2,43, conforme a tabela 2 abaixo.

Turma	Nº Alunos	Média	Mediana	Desvio Padrão
101mm	39	4.91	4.50	2.25
102mm	28	4.43	4.00	2.43
103mm	36	5.54	5.00	2.04
100vp	36	5.54	5.00	2.04
101vp	36	5.54	5.00	2.04

Tabela 2– Média, Mediana e desvio padrão dos alunos por turma da escola Norma Suely

Fonte: Autor (2026)

Além disso, observando o gráfico (1) abaixo, nota-se que a maior quantidade de notas, foi a nota 4,0 que foi de intervalo de seis a onze alunos de todas as turmas juntas e na segunda colocação a nota 5 que foi de quatro a cinco pessoas.

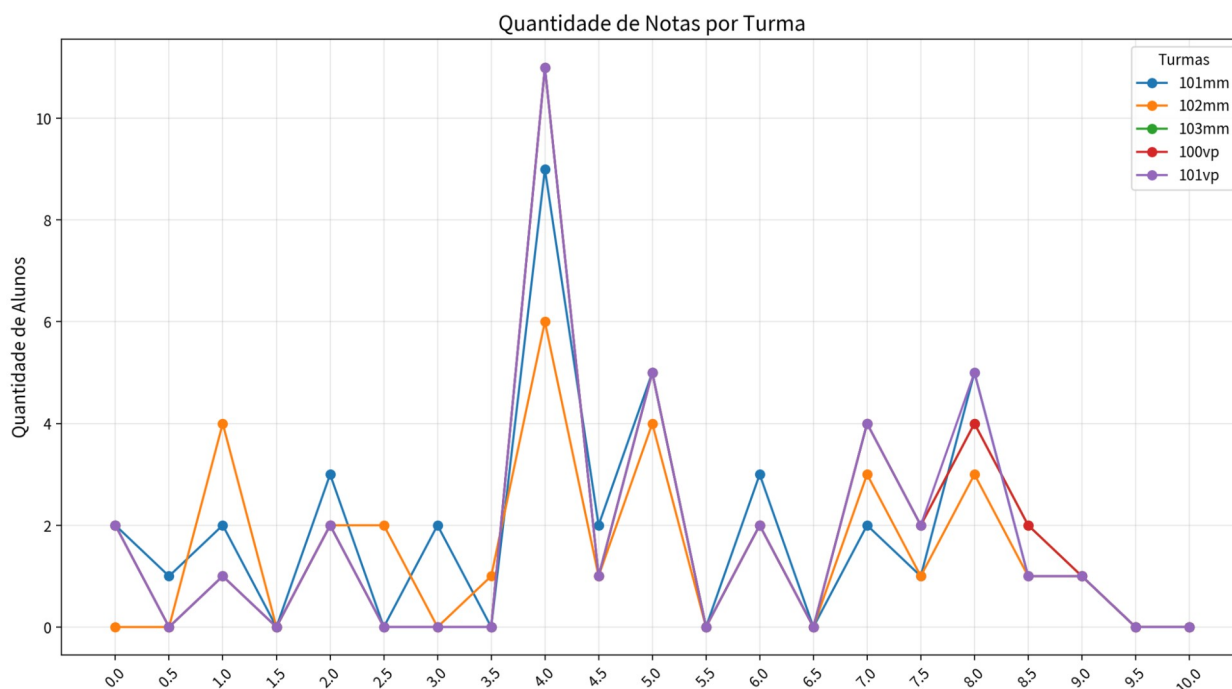


Gráfico1- Quantidade de notas por turma feita pelo aplicativo grok da IA.

Fonte: Autor (2026)

Sendo que esses dados, confirma-se quando se faz o método qui-quadrado O que serve para avaliar se existe uma associação significativa entre variáveis categóricas (qualitativas) ou se os dados observados se ajustam a uma distribuição esperada, ou seja, se frequências observadas das notas pelas turmas estão próximas, obedecendo a mesma proporção ou se é fruto do acaso.

Segundo os resultados obtidos da inteligência artificial generativa do grok, desenvolvida pela xAI,, fundada por Elon Musk em 2023, a qual considerou as hipóteses:

- H_0 : As proporções das notas são as mesmas nas 5 turmas (as distribuições são homogêneas).
- H_1 : Pelo menos uma turma tem distribuição de notas diferente.

Obteve como respostas que não rejeitou a hipótese nula ($p\text{-valor} \approx 0.999$), ou seja, as notas das turmas obedecem à mesma proporção (distribuições estatisticamente homogêneas) ou ainda as diferenças observadas entre as turmas são muito pequenas e compatíveis com variação aleatória, especialmente entre 103mm, 100vp e 101vp, concluindo também que a nota 4 é a mais frequente em todas as turmas (cerca de 25% dos alunos, ficando num intervalo que vai deste valor até 5,9(grafico2))

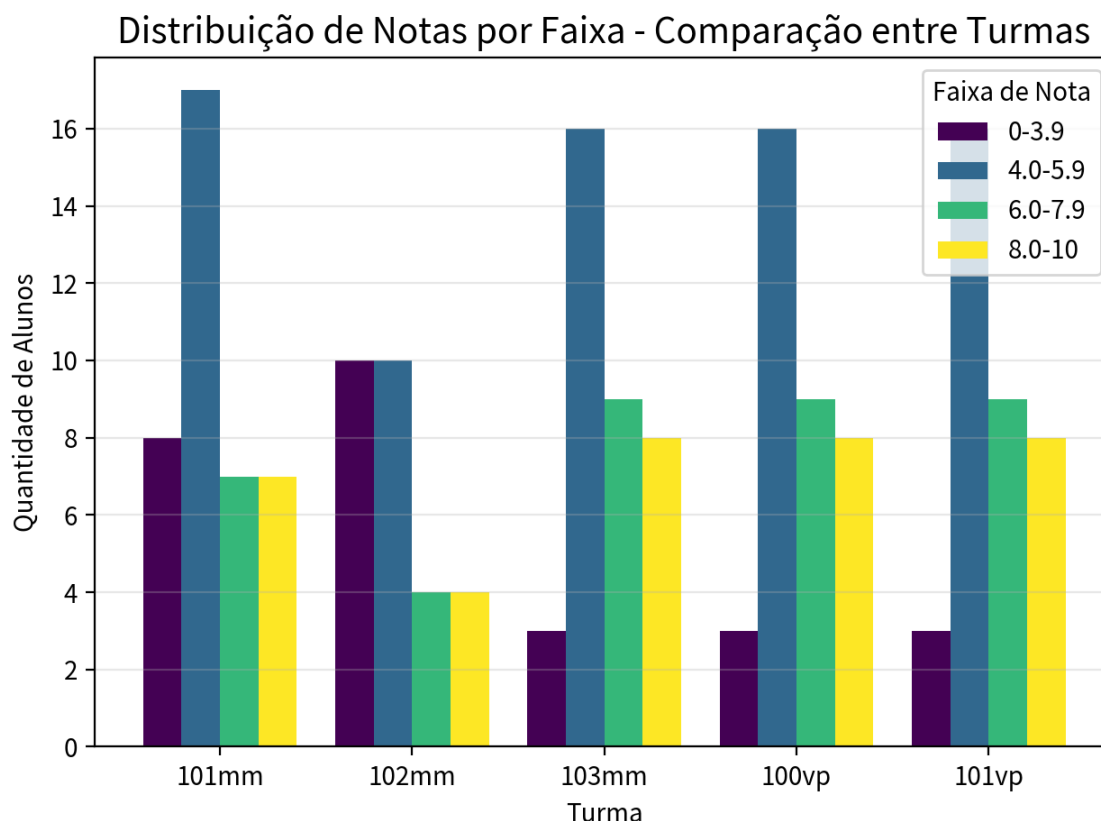


Gráfico2- distribuição de notas por faixa da turma feita pelo aplicativo grok da IA.

Fonte: Autor (2026)

Logo, conforme o gráfico a cima conclui que as turmas 103mm, 100vp e 101vp têm desempenho muito similar, sendo que turma 102mm tem a média mais baixa, porém com menos alunos e a turma 101mm tem mais alunos e média intermediária.

RELATÓRIO DA UNESCO, 2023

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas para a Educação), do ponto de vista do órgão que representa a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), sendo responsável pelo monitoramento global da qualidade da educação por meio de indicadores internacionais, como aqueles vinculados ao objetivo de desenvolvimento sustentável 4 (ODS 4), a qual busca garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade até o ano de 2030, analisando diversos fatores relacionados ao desenvolvimento educacional, incluindo acesso à escola, permanência dos estudantes e principalmente, ao desempenho em disciplinas fundamentais, especialmente Matemática e Leitura (UNESCO, 2023).

No Relatório Global de Monitoramento da Educação de 2023 (Global Education Monitoring Report – GEM Report 2023), a UNESCO destacou que a aprendizagem matemática vem

apresentando queda significativa em diversos países, principalmente após os impactos causados pela pandemia da COVID-19. O relatório mostra que muitos estudantes do Ensino Fundamental e Médio, não conseguindo atingir os níveis mínimos de proficiência matemática esperados para suas idades escolares (12 a 17 anos).

Essa realidade preocupa organismos internacionais, pois a Matemática é considerada uma disciplina essencial para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da resolução de problemas e da formação científica e tecnológica dos estudantes. A fim de comparação, países asiáticos como Singapura, Coreia do Sul, Japão e Austrália que apresentaram os melhores resultados nesta disciplina no ensino básico (os dez primeiros colocados). Em contrapartida, países da América do Sul, como Brasil (84º posição), além da África do Sul nas últimas colocações ranking entre os Países. Analisados.

Além da diferença das realidades entre os países do mundo, dentro do Brasil as desigualdades regionais contribuem para ampliar as diferenças de desempenho entre os estudantes, estados da região norte e nordeste, com algumas exceções como os estados do Piauí e Ceará, sempre estão nas últimas colocações nas notas dos IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), segundo o último relatório de 2023, referente aos anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º ano), a cerca de exemplo, a capital do Pará, a cidade de Belém tirou nota de 4,8, já a capital nordestina do Maranhão, São Luís ficou com 4,7, enquanto a cidade de Açailândia-MA, onde o estudo foi realizado, ficou com um pouco menos para (4,6), completamente diferente das capitais do sul que tiraram em média a cima de seis pontos, como as cidades de Curitiba que tirou 6.3 pontos, seguido por São Paulo 6,2.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, ao analisar os artigos de Paul Ayres (2001) observa-se que a expansão algébrica em operações algébricas existe diferenças de interatividades entre elas (Figura 1). Foi comprovado também que a origem desses erros era causada pela perda de informações (substituições incorretas, exclusões e omissões) das mesmas, devido à limitação da memória humana.

Na experiência realizada na Escola Estadual “Edvaldo Brandão de Jesus (Belém-Pará), os resultados analisados mostraram que os erros eram provocados tanto pela diferença de cargas intrínsecas entre as operações, quanto pela falta de esquemas armazenados dos alunos (falta de conhecimento básico da matemática). Numa primeira análise, pode ser explicado que esta diferença

de resultados entre as experiências de Ayres, realizada na Austrália, e a realizada no Pará, talvez seja devido à grande diferença de qualidade de ensino entre os dois países (Austrália e Brasil), refletindo nos resultados obtidos.

Segundo o último relatório da ONU (vê relatório da UNESCO, 2023), o Brasil se encontrava na 84ª posição no índice de desenvolvimento educacional (IDE), enquanto a Austrália se encontra na sétima (7) posição. Além disso, do ponto de vista regional, dentro do Brasil, essa desigualdade educacional fica mais evidente, pois quando levamos em conta o último relatório do IDEB (índice de desenvolvimento da educação básica) de 2023, a capital Belém se encontra entre as três piores notas entre as capitais Brasileiras (4,7 no total), dentre vinte sete capitais da federação Brasileira, no índice de evolução educacional das séries finais do ensino fundamental (da quinta a oitava série).

Esta realidade não muda, quando se pensa no do estado do Maranhão, apesar de toda evolução na nota do IDEB nos últimos anos (2023), mas ainda enfrenta muitas dificuldades nos anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), especialmente na disciplina de matemática, no ano de 2023, alcançando a nota de 4,5 nesta etapa do IDEB. Enquanto, isso na cidade de Açailândia, onde o experimento foi realizado, o resultado não muito, aumentando 1 decimo, durante este período, passando para 4,6 neste mesmo ano, mostrando que esses resultados não são isolados, mas reflexo da realidade não só do estado do Maranhão, mas de toda a região norte e nordeste que historicamente sempre obtém notas baixas nestes índices governamentais.

Logo, os resultados do teste realizado na escola Norma Suely não é uma realidade isolada, mas reflexo da precariedade do nível educacional das escolas Brasileiras em relação a qualidade do ensino da matemática nas salas de aula, provocando o surgimento de alunos fracos no estudo da aritmética, conseqüentemente refletindo no estudo da álgebra que exige um raciocínio mais abstrato, refletindo no alto índice de erros nas quatro operações básicas entre os alunos em etapas posteriores como no ensino médio.

Entretanto, mais estudos serão necessários para investigar sobre as causas envolvidas nesta problemática, sendo a análise de erros uma ferramenta importante para o professor, no processo de diagnóstico dessas falhas cognitivas do estudante que não parece ser somente a sobrecarga da carga cognitiva envolvidas na memória de trabalho, mas principalmente a falta de base de conhecimento básico que eram para ter aprendido no ensino fundamental.

REFERÊNCIAS

- [1] AYRES, e John SWELLER. “Locus of Difficulty in Multistage Mathematics Problems.” American Journal of Psychology, 1990: 167-193.
- [2] AYRES, P. “Why goal free problems can facilitate learning.” Contemporary Educational Psychology, 1993: 376-381.
- [3] AYRES, Paul. “Systematic Mathematical Errors and Cognitive Load.” Contemporary Educational Psychology, 2001: 227–248.
- [4] AYRES, Paul. “Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems.” Learning and Instruction, 2006: 389-400.
- [5] AYRES,P., SWELLER e CLARK. “Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, Discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching.” Educational Psychology, 2006:75-86.
- [6] AYRES, P., PAAS. “Interdisciplinary perspectives inspiring a new generation of cognitive load research.” Educational Psychology, 2009:1-9.
- [7] BADDELEY, A.D. “Your memory, a user's guide.” (1st American Ed). New York: Macmillan, 1982.
- [8] BRAGA, Aline de Nascimento. Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia: investigando sua inserção nas licenciaturas em ciências. Orientador: Danilo Teixeira Alves. Coorientador: Nelson Pinheiro Coelho de Souza. 2026. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2026.
- [9] BRAGA, Aline de Nascimento. A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e o Desenvolvimento de Atividades de Alfabetização Matemática. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- [10] COWAN, Nelson. “The Magical Number 4 in Short-term Memory: A Reconsideration of Mental Storage Capacity.” Behavioral and Brain Sciences, 2001.
- [11] COWAN, Nelson. “The magical number four: How is working memory Capacity Limited, and why.” Current Directions in Psychological Science , 2009.

[12] CHANDLER, P, e J SWELLER. “Cognitive Load Theory and the Format of instruction.” *Cognition and Instruction*, 1991: 283-332.

[13] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education – A Tool on Whose Terms?* Paris: UNESCO, 2023.

Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/reports/global-education-monitoring-report>. Acesso em: 28 maio 2026.

[14] ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *PISA 2022 Results*. Paris: OECD Publishing, 2023.

[15] KALYUGA, S., CHANDLER, e SWELLER. “Levels of expertise and instruction design.” *Human Factors*, 1998: 1-17.

[16] LEAL, Leonardo de Sousa. A teoria da carga cognitiva aplicada à matemática: experiências de Paul Ayres no campo da Álgebra. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

[17] MILLER, George. “The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information.” *Psychological Review*, 1956: 81-97.

[18] SOUZA, Nelson. Investigando o efeito do deslocamento do olhar: implicações para o Princípio da Atenção Dividida. 2015. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015. Orientador: Danilo Teixeira Alves

[19] SOUZA, Nelson. Teoria da Carga Cognitiva: Origem, Desenvolvimento e Diretrizes Aplicáveis ao Processo Ensino-Aprendizagem. Orientadora: Marisa Rosani Silveira. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010

[20] UNESCO, 2023.

Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/reports/global-education-monitoring-report>. Acesso em: 28 maio 2026.

[21] UNESCO. *Monitoring SDG 4 – Quality Education*. Paris, 2024. Disponível em: <https://www.unesco.org/reports/gem-report/en/2024-monitoringsdg4>. Acesso em: 28 maio 2026.

[22] UNITED NATIONS. *Sustainable Development Goal 4: Quality Education*. New York, 2023. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/Goal-04/>. Acesso em: 28 maio 2026.

[23] ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *PISA 2022 Results*. Paris: OECD Publishing, 2023.

[24] UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS (UIS). *SDG 4 Data Digest 2019*. Montreal: UIS, 2019. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/articles/launch-2019-sdg-4-data-digest>. Acesso em: 28 maio 2026.

5 ANEXO1: PROVA DO 1 ANO-FÍSICA-DIAGNÓSTICO

1) Altura de uma casa era de 4,78 metros. Foi construído um 2º andar e a altura da casa passou a ser de 7,4 metros. De quantos metros a altura inicial da casa foi aumentada?

2) Veja, abaixo, as ofertas do dia de um supermercado:

- Leite em pó integral: de R\$ 2,70 por R\$ 2,20

- Iogurte natural batido: de R\$ 2,50 por R\$ 2,09

- Queijo Minas frescal: de R\$ 3,80 por R\$ 3,59

Se você comprar uma unidade de cada produto, quanto economizará?

3) Efetue as divisões a seguir e classifique-as em exatas ou não exatas.

a) $150 \div 3$

b) $37 \div 15$

c) $108 \div 32$

4) Uma receita de bolo pede 1,8 kg de açúcar para 9 pessoas. Quanto açúcar será necessário para 12 pessoas?

A) 2,4 kg

B) 2,6 kg

C) 2,8 kg

D) 3,0 kg

E) 3,2 kg

5) Para fazer um churrasco para 15 pessoas, foi necessário um total de 7,5 kg de carne. Supondo que o consumo de cada pessoa seja o mesmo, quanto cada pessoa consumiu de carne?

A) 0,5 kg

B) 0,45 kg

C) 0,55 kg

D) 0,6 kg

E) 0,4 kg

6) Kárita comprou uma televisão na Black Friday, pagando um total de R\$ 2.850,00 dividido em 12 prestações sem adicionar juros. Então o valor pago por Kárita em cada prestação foi de:

A) 200,00

B) 225,50

C) 237,50

D) 242,25

E) 285,00

7) Resolva as multiplicações:

1. $3 \times 2 = ?$
2. $4 \times 6 = ?$
3. $5 \times 4 = ?$
4. $9 \times 3 = ?$
5. $7 \times 6 = ?$
6. $8 \times 8 = ?$
7. $9 \times 7 = ?$
8. $4 \times 9 = ?$
9. $6 \times 8 = ?$
10. $8 \times 9 = ?$

8) Na fazenda Morro Alto são produzidas laranjas. Assim que começou o período da colheita, uma grande produção já foi contabilizada. A tabela abaixo mostra a produção nos três primeiros dias.

Dias de colheita	Produção de laranjas
segunda-feira	3 265
terça-feira	4 127
quarta-feira	2 987

- a) Qual a produção total nos três primeiros dias?
- b) De quanto foi a queda na produção entre o dia de maior e menor produção?

9) Elisa está a procura de uma televisão para colocar em sua sala. Ela viu um anúncio de um modelo novo com as opções de pagamento à vista e a prazo. Quanto Elisa pagará a mais se optar pelo pagamento a prazo?



10) Em um projeto para a construção de um cinema, os arquitetos estão avaliando a relação entre a quantidade de fileiras e a quantidade de cadeiras em cada fileira. O projeto inicial prevê uma sala para 304 pessoas. No caso de utilizarem 19 fileiras, o número de cadeiras por fileira será

- a) 14.
- b) 15.
- c) 16.
- d) 13.
- e) 12.