ReGeo ISSN: 2177-3246

A INFLUÊNCIA DOS ERROS ARITIMÉTICOS NO ENTENDIMENTO DE PROBLEMAS ALGÉBRICOS, SEGUNDO OS PRINCIPIOS DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA

THE INFLUENCE OF ARITHMETIC ERRORS IN UNDERSTANDING ALGEBRAIC PROBLEMS, ACCORDING TO THE PRINCIPLES OF COGNITIVE LOAD THEORY

LA INFLUENCIA DE LOS ERRORES ARITMÉTICOS EN LA COMPRENSIÓN DE PROBLEMAS ALGEBRAICOS, SEGÚN LOS PRINCIPIOS DE LA TEORÍA DE LA CARGA COGNITIVA

https://doi.org/10.56238/revgeov17n8-111

Data de submissão: 27/06/2026 **Data de publicação:** 11/08/2026

Leonardo de Sousa Leal
Mestre em ensino de Física
Instituição: Universidade Federal Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)
E-mail: lsl_icc@yahoo.com.br

Rogério Ferreira da Costa
Mestrado em ensino de História
Instituição: Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT)
E-mail: ferreiradacostarogerio@gmail.com

Ermissandro Pereira da Silva
Mestre em ensino de Física
Instituição: Universidade Federal Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)
E-mail: ermissandro@hotmail.com

Leandro Carlos Lima Freitas
Mestre em ensino de Física
Instituição: Universidade Federal Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)
E-mail: leoitgma@hotmail.com

Salatiel Paiva de Oliveira
Graduando em Licenciatura em Física
Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: salatpaiva@gmail.com

Weliton Carlos Vieira Fonseca
Especialista em Matemática
Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: welitonpm07@gmail.com

Fernanda da Cruz Almeida
Especialista em educação especial e inclusiva
Instituição: Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
E-mail: fernandaquimica12@gmail.com

ReGeo
ISSN: 2177-3246

José Herllan Rodriguês Lima Almeida
Graduado em licenciatura em Química
Instituição: Instituto Federal do Maranhão (IFMA)
E-mail: hellalmeidarl@gmail.com

Anacildo Benedito de Brito
Graduando em Física
Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: anacildo@gmail.com

Jhones Paulo Bezerra Nascimento
Graduando em Ciências Econômicas
Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
E-mail: jhonespaulo.nascimento@gmail.com

Eliu Leal Lima
Graduado em Ciências com Habilitação em Matemática
Instituição: Universidade Estadual do Maranhão (UFMA)
E-mail: eliu.g3@hotmail.com

Yasmim Lorena Nunes Barbosa
Graduado em Licenciatura em Química
Instituição: Instituto Federal do Maranhão (IFMA)
E-mail: mestrado.doutorado.phd@gmail.com

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 1° grau, entretanto notou-se uma grande quantidade de erros relacionados a falta de domínio das quatro operações básicas da matemática (adição, subtração, 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 apresentadas na prova. Essa dificuldade ficou clara quando foram confirmados em muito erros generalizados em todas as questões (oito), em outro teste semelhante, mas agora de álgebra, feita de online com os mesmos estudantes analisados. 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. Contudo, 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. Nota-se também, segundo as ideias de Piaget (1976) que o estudo da álgebra força o aluno a evoluir a outro patamar de desenvolvimento cognitivo saindo do estágio pré-operatório para o concreto-abstrato, neste sentido, é necessário que o professor crie estratégias

metodologias que favoreçam o seu desenvolvimento natural, superando a dificuldade da carga cognitiva da complexidade do assunto (intrínseca) e também dos materiais didáticos mal elaborados (carga estranha).

Palavras-chave: Dificuldade. Operações Matemáticas. Carga Cognitiva.

ABSTRACT

This work emerged from a diagnostic investigation of first-year students at Norma Suely State School, located in the city of Açailândia-MA, in an attempt to determine the level of basic mathematical knowledge of these students newly arrived from elementary school. In this sense, the research sought to understand algebra, more specifically the resolution of first-degree equations; however, a large number of errors were noted related to the lack of mastery of the four basic operations of mathematics (addition, subtraction, multiplication, and division), which was confirmed when evaluating these skills through very low average scores from the evaluations given to them, which ranged from 3.0 to 5.0 points out of ten questions presented in the test. This difficulty became clear when generalized errors were confirmed in all eight questions in another similar test, but now of algebra, conducted online with the same students analyzed. However, according to Cognitive Load Theory (CLT), it is natural that solving algebraic equations causes errors during the calculations performed, mainly due to the high cognitive load arising from the various interactions of the terms involved, being complex for some students at an initial level; nevertheless, not with this high average, which leads to questions about the causes involved in this problem that led these specific students to arrive at high school with this deficit. However, these results do not appear to be isolated, as in a similar evaluative test at another elementary school (Edvaldo Brandão de Jesus) in 2010 in the city of Belém-PA, given to a ninth-grade class, showed that the difficulty stems from the initial years of basic education, resulting in negative scores observed in the basic education development index (IDEB, 2023), especially in the states of the north and northeast regions in recent years. It is also noted, according to Piaget's ideas (1976), that the study of algebra forces the student to evolve to another level of cognitive development, moving from the pre-operational stage to the concrete-abstract stage. In this sense, it is necessary for the teacher to create methodological strategies that favor their natural development, overcoming the difficulty of the cognitive load of the complexity of the subject (intrinsic) and also of poorly developed teaching materials (extraneous load).

Keywords: Difficulty. Mathematical Operations. Cognitive Load.

RESUMEN

Este trabajo surgió de una investigación diagnóstica de estudiantes de primer año de la Escuela Estatal Norma Suely, ubicada en la ciudad de Açailândia-MA, en un intento de determinar el nivel de conocimiento matemático básico de estos estudiantes recién llegados de la escuela primaria. En este sentido, la investigación buscó comprender el álgebra, más específicamente la resolución de ecuaciones de primer grado; sin embargo, se notó una gran cantidad de errores relacionados con la falta de dominio de las cuatro operaciones básicas de las matemáticas (suma, resta, multiplicación y división), lo cual fue confirmado al evaluar estas habilidades a través de calificaciones promedio muy bajas de las evaluaciones dadas, que oscilaban entre 3.0 y 5.0 puntos de diez preguntas presentadas en la prueba. Esta dificultad se hizo evidente cuando se confirmaron errores generalizados en las ocho preguntas en otra prueba similar, pero ahora de álgebra, realizada en línea con los mismos estudiantes analizados. Sin embargo, de acuerdo con la Teoría de la Carga Cognitiva (TCC), es natural que la resolución de ecuaciones algebraicas cause errores durante los cálculos realizados, principalmente debido a la alta carga cognitiva que surge de las diversas interacciones de los términos involucrados, siendo complejo para algunos estudiantes en un nivel inicial; no obstante, no con este promedio tan

alto, lo que genera preguntas sobre las causas involucradas en este problema que llevaron a estos estudiantes específicos a llegar a la escuela secundaria con este déficit. Sin embargo, estos resultados no parecen estar aislados, ya que en una prueba evaluativa similar en otra escuela primaria (Edvaldo Brandão de Jesus) en 2010 en la ciudad de Belém-PA, aplicada a una clase de noveno grado, mostró que la dificultad proviene de los años iniciales de la educación básica, resultando en calificaciones negativas observadas en el índice de desarrollo de la educación básica (IDEB, 2023), especialmente en los estados de las regiones norte y nordeste en los últimos años. También se observa, según las ideas de Piaget (1976), que el estudio del álgebra obliga al estudiante a evolucionar a otro nivel de desarrollo cognitivo, pasando de la etapa preoperacional a la etapa concreto-abstracta. En este sentido, es necesario que el docente cree estrategias metodológicas que favorezcan su desarrollo natural, superando la dificultad de la carga cognitiva de la complejidad del tema (intrínseca) y también de los materiales didácticos mal desarrollados (carga extraña).

Palabras clave: Dificultad. Operaciones Matemáticas. Carga Cognitiva.

1 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 prejudico 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)

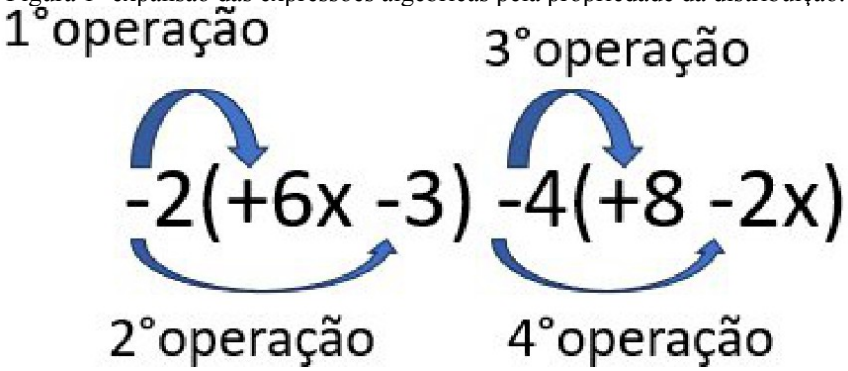
A outra carga cognitiva seria intrínseca que tem a ver com a complexidade do conteúdo estudado pelo estudante, a qual durante muito tempo se pensou que esta carga era imutável, pois pertencia à característica intrínseca do material analisado, no entanto, a partir do ano de 2002, admitiu-se que ela poderia 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 1° 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 artigo analisou cinco turmas do primeiro ano do ensino médio da escola Norma Suely, localizada no município de Açailândia-MA, passando um teste com dez questões da área da aritmética, testes online algébricos, além de um questionário subjetivo, respectivamente, sendo o primeiro e o segundo para saber o nível de conhecimento matemáticos que o mesmo possui e o terceiro para saber algumas informações de como foi o ensino fundamental deste estudante, visando ter o entendimento mais completo de sua história em relação ao seus nível atual ao chegar no ensino médio.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A DIFICULDADE DO ESTUDANTE NA PASSAGEM DO PENSAMENTO CONCRETO PARA O ABSTRATO

Para o pesquisador Jean Piaget (1896–1980), o desenvolvimento intelectual ocorre em estágios sucessivos, caracterizados por formas específicas de pensar e compreender a realidade, ou seja, cada estágio representa uma reorganização qualitativa das estruturas cognitivas, permitindo que a criança desenvolva formas cada vez mais complexas de raciocínio (PIAGET, 1999).

Segundo o mesmo autor (1976), o desenvolvimento da inteligência ocorre por meio de da capacidade de adquirir o domínio de três processos. O primeiro chamado de “assimilação” consiste na incorporação de novas informações aos esquemas mentais já existentes; O segundo a acomodação corresponde à modificação desses esquemas diante de novas experiências da vida; E a equilibração representa o mecanismo que promove o equilíbrio entre esses dois processos, favorecendo novas aprendizagens.

Neste sentido, o desenvolvimento desta inteligência é divida em estágios que acompanha o crescimento da criança: sensório motor (de 0 a 2 anos), pré-operatório (2 a 7 anos) e operações concretas (7 a 12 anos). Sendo que o último estágio, a qual é o objeto de análise deste trabalho, a criança passa a desenvolver o pensamento lógico, desde que aplicado a situações concretas e observáveis:

> "à lógica da criança organiza-se progressivamente em sistemas de operações que permitem coordenar diferentes pontos de vista" (PIAGET; INHELDER, 1999)

Logo, durante esse período, o estudante começa a abandonar gradualmente a necessidade de manipular objetos concretos para compreender os conceitos, onde o raciocínio passa a ocorrer também por meio de hipóteses, símbolos, representações e proposições abstratas (PIAGET; INHELDER, 1999). Essa mudança representa uma verdadeira reorganização das estruturas cognitivas, pois o adolescente passa a pensar sobre diversas possibilidades de solução em sua mente e não apenas sobre fatos concretos e palpáveis.

Segundo Piaget (1976, p. 64):

> "O pensamento formal é hipotético-dedutivo; ele consiste em raciocinar não apenas sobre o real,mas também sobre o possível."

Neste sentido, quando o aluno sai do ensino fundamental (12 anos), entrando no ensino médio, teoricamente sua capacidade cognitiva também se desenvolve, ampliando significativamente as possibilidades de aprendizagem escolar de conteúdos mais abstratos envolvendo álgebra, física, química, filosofia e interpretação crítica de textos exigem justamente esse tipo de raciocínio lógico-dedutivo.

Por essa razão, o professor no ensino fundamental, desempenha um papel importantíssimo na preparação deste estudante diante aos novos desafios, tendo a obrigação de criar situações-problema, experimentações, debates e atividades investigativas que estimule este desenvolvimento cognitivo no estudante, conforme Becker (2012) afirmou que o desenvolvimento das estruturas cognitivas depende

das experiências vividas pelo estudante, sendo a escola um ambiente privilegiado para promover conflitos cognitivos que estimulem novas aprendizagens.

Todavia o desenvolvimento dos conjuntos dos números inteiros e posteriormente os algébricos durante a evolução histórica do homem, acompanhou a própria evolução da inteligência humana (BOYER, 2012). Inicialmente predominando os conjuntos dos números naturais, utilizados para contar pessoas, animais, colheitas e mercadorias. Entretanto, novas necessidades econômicas passaram a exigir medições mais precisas de áreas, comprimentos e volumes, surgiram então as primeiras representações das frações, especialmente entre os egípcios, com o desenvolvimento dos números racionais.

Posteriormente, matemáticos indianos introduziram um dos maiores avanços da história da Matemática como o número zero como elemento do sistema de numeração decimal posicional. Segundo Eves (2011), o sistema indo-arábico revolucionou completamente o desenvolvimento matemático ao tornar os cálculos muito mais simples e eficientes, assim também como afirma Boyer (2012), sem o desenvolvimento do sistema decimal e do zero dificilmente a Matemática teria alcançado o nível de abstração observado atualmente.

Entretanto, enquanto a aritmética dedica-se principalmente ao estudo dos números e das quatro operações, o entendimento da Álgebra pelo homem representou um novo passo em nível de abstração de raciocínio pelo homem, permitindo trabalhar com relações gerais por meio de símbolos.

Sendo então, as primeiras ideias algébricas encontradas na Babilônia há cerca de quatro mil anos antes de cristo, mas expressa embora expressas em linguagem verbal. Segundo Boyer (2012), os babilônios resolviam problemas equivalentes às equações do primeiro e do segundo grau muitos séculos antes da utilização das letras para representar incógnitas.

2.2 OS EXEMPLOS RESOLVIDOS E A ATENÇÃO DIVIDIDA DA TCC

O psicólogo australiano John Sweller começou seus estudos no campo da ciência cognitiva em 1976, onde notou pela primeira vez que tarefas complexas levam a problemas de aprendizagem. Em 1982, fazendo outra experiência com um grupo de estudantes universitários, comprovou que muitos problemas de aprendizagem eram gerados devido à limitação da memória de curto prazo.

Após três anos, na tentativa de reverter essa situação, ele descobre que os exemplos resolvidos nos materiais didáticos facilitavam a aprendizagem dos seus alunos; segundo o pesquisador, esta técnica de aprendizagem que usa exemplos resolvidos, dar um norte na resolução de problemas complexos, ajudando o aluno a notar melhor o esquema de resolução com mais detalhes.

Estendendo a técnica dos exemplos resolvidos para outros campos (física, geometria), o pesquisador Sweller (1988) não obteve a mesma eficiência, notando que materiais didáticos mal elaborados davam um efeito da atenção dividida nos estudantes, ou seja, o aluno se concentra em duas informações ao mesmo tempo, ao resolver problemas de geometria que apresentam informações espacialmente separadas.

Esta carga cognitiva, gerada pelo formato do material foi denominada de "carga cognitiva estranha", pois nada contribuía para aprendizagem. Nestas circunstâncias, ele 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. Os pesquisadores Chandler e Sweller (1991) notaram isso ao juntarem texto e diagramas que apenas repetiam informações (ao invés de se complementarem), provocando o surgimento de uma carga estranha desnecessária.

Neste período os psicólogos perceberam que a memória humana é dividida em múltiplos sistemas de armazenagem, como, por exemplo, uma parte para armazenar informações auditivas e outra para informações visuais. Sendo assim, conhecendo mais dessa organização, os pesquisadores descobriram maneiras de aumentar a capacidade da memória de trabalho.

Segundo Mousavi e Sweller (1995), a melhor apresentação de material didático é na forma dual (auditiva e visual), pois não se sobrecarrega as informações em uma única área, mas ficam distribuídas nos dois sistemas, provocando uma melhor assimilação do conhecimento, além disso a estratégias de exemplos resolvidos adaptável ao ritmo do aluno, possibilita uma melhor eficiência na aprendizagem.

2.3 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 as 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.

2.4 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)

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 (soma, subtração, multiplicação e divisão de números naturais). 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 analise 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 (trenta 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.

2.5 EXPERIÊNCIAS REALIZADAS NA E.E M. PROFESSORA NORMA SUELY

2.5.1 Experiências aritimética

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.

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.

Tabela 1. Explicação das Operações aritméticas realizadas por questão.

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. QUESTÂO: 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

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.

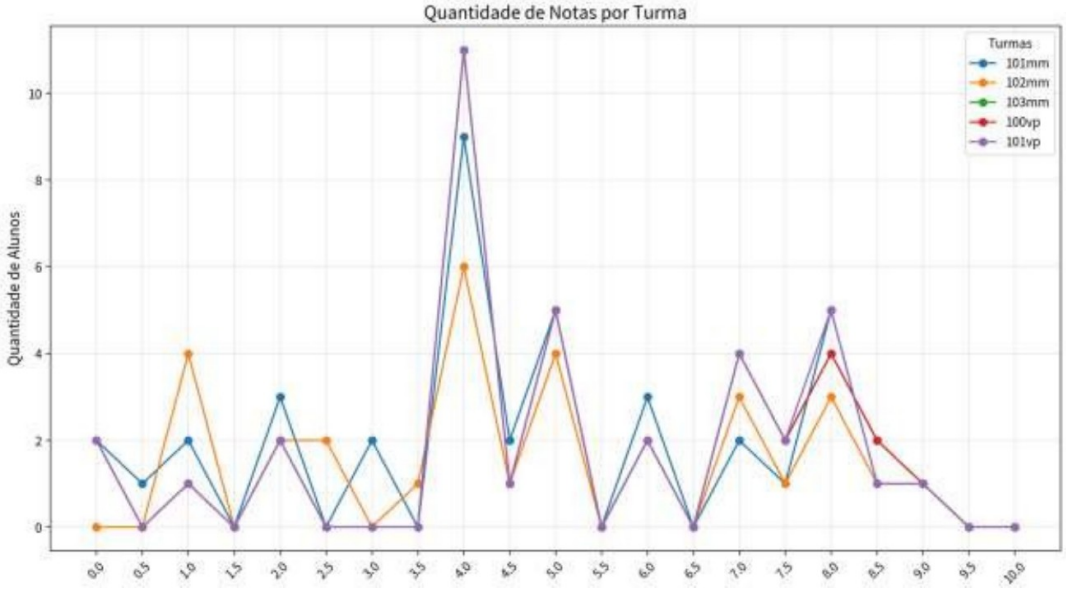
Tabela 2– Média, Mediana e desvio padrão dos alunos por turma da escola Norma Suely

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

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.

Gráfico 1. Quantidade de notas por turma feita pelo aplicativo grok da IA



Fonte: Autor (2026)

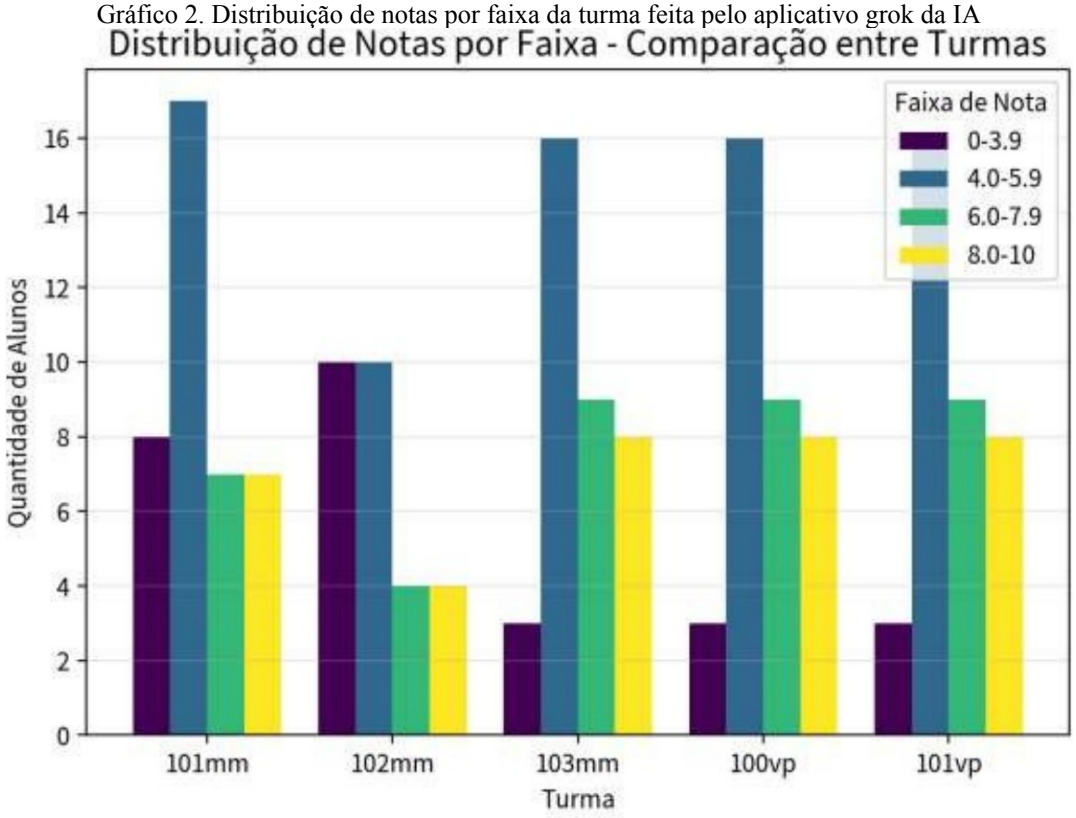
Sendo que esses dados, confirma-se quando se faz o método qui-quadrado O que serve para avaliar se existe uma associação significativa entre variáveis categóricas (qualitativas) ou se os dados observados se ajustam a uma distribuição esperada, ou seja, se frequências observadas das notas pelas turmas 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-valor ≈ 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)

Gráfico 2. Distribuição de notas por faixa da turma feita pelo aplicativo grok da IA



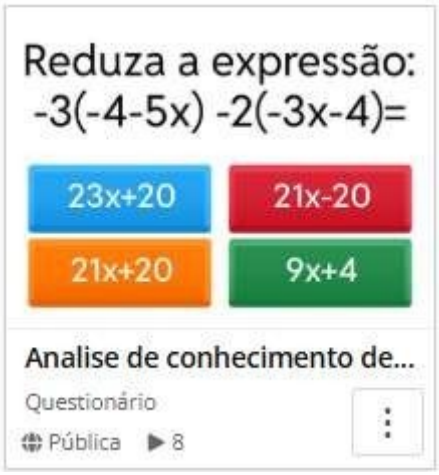
Fonte: Autor (2026)

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.

2.5.2 Experiência algébrica realizada na E.E.M. Professora Norma Suely

Contudo foi realizado também no período de férias escolares(mês de julho de 2026) , mas de forma online usando a plataforma gratuita de jogos Wordwal net , desenvolvida pela empresa britânica Visual Education Ltda, tendo como fundadores os empreendedores Josh Smith e Ben Watson em 2006, focada na criação de atividades educacionais interativas, personalizadas e gamificadas para os professores de escolas de ensino básico, onde foi passada as mesmas oito questões algébricas do tópico 2.2 (figura 2), realizadas nas Experiências de Paul Aires(2001) e na escola Edvaldo Brandão(2010, conforme relatado, para a fim de comparação dos resultados.

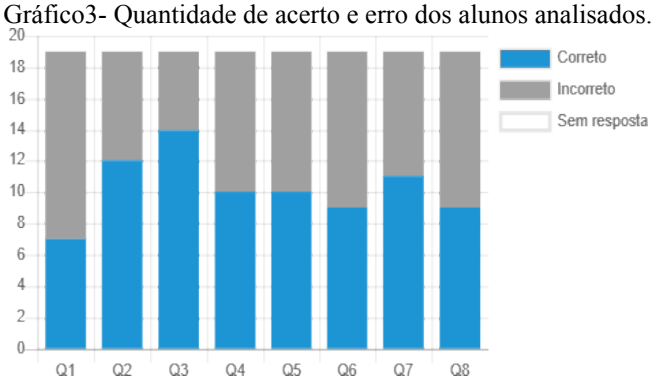
Figura 2–Formato visual das expressões algébricas do aplicativo Wordwal net.



Fonte: Autor (2026)

Ao todo foram de 19 alunos analisados de forma aleatória, mistos de todas turmas investigadas do primeiro ano do ensino médio da Escola Norma Suely (cinco no total). Neste sentido, ao analisarmos a comparação de números de questões corretas e incorretas (veja o gráfico abaixo), nota-se que a primeira questão (12 alunos) foi a que provocou mais erros, seguidos das questões seis e a oitava, empatada com dez alunos no total.

Gráfico3- Quantidade de acerto e erro dos alunos analisados.



Fonte: Retirado do jogo Wordwal net (2026)

Essa discrepância dessas questões (primeira, seis e a oitava), além da quarta questão, fica evidente quando se analisa os resultados das questões por alternativas (A, B, C e D), com desvio padrão (na tabela 3) que vai de 2,22 (primeira questão) a 3,77 (sexta questão), mostrando com os resultados marcados pelos alunos foram mais ou menos homogêneos entre essas opções, indicando que as mesmas provocaram mais dúvidas entre os estudantes.

Tabela 3. Questões que provocaram mais dúvidas nos alunos, baseados no seu desvio padrão

		Quantidade de jogo de Sinais por expressão				
Questão	Expressão	+.+	+. -	- . -	- . +	Desvio Padrão
1	-3(-4-5x) -2(-3x-4)	0	0	4	0	2,22
4	5(5x +3) +6(4 +4x)	4	0	0	0	3,50
6	-3(-2+2x) -5(3 +4x)	0		1	3	3,77
8	4(8+2x) +3(4+8x)	4	0	0	0	2,99

Fonte: Autor (2026)

De acordo com os dados da tabela observou-se resultados semelhantes em relação ao jogo de sinais com a experiência realizada na escola Edvaldo Brandão de Jesus, mostrando que o jogo de sinais da primeira e a sexta, apresentou uma quantidade maior dos sinais "-.+" e "-.-", possuindo uma alta complexidade, conforme a teoria da carga cognitiva, refletindo no baixo valor de seus desvios padrões (2,22 e 3,77), nessas questões.

Entretanto, o sinal "+.+" esteve presente na quarta e a oitava questões, apresentou valores também baixo de desvio padrão (3,50 e 2,99, respectivamente), o que não era para acontecer, já que teoricamente, essas operações eram para ter baixa carga cognitiva, indicando que o estudante talvez não tenha conhecimento das regras do jogo de sinais.

Isto fica evidente quando se faz uma análise variância (ANOVA Two-Way) em relação a tabela 1, comparando os resultados das questões de 1 a 8 com as quatro alternativas (A, B, C e D), mostrando que não houve diferença significativa, tanto na opções (p-value = 0.8722), quando das alternativas (p-value = 1.0000), ou seja, indicando que os erros foram generalizados é não teve diferença significativa em relação a carga cognitiva.

2.5.3 Resultados do questionário online

Na tentativa de entender mais sobre a origem desses erros matemáticos generalizados, procurou-se saber como foi o ensino fundamental deste estudante, do ponto de vista de saber as características da sua escola, do seu professor, da rotina escolar, do meio familiar deste alunos, entre outros, por isso foi passado um questionário online, do google formulário com dez questões objetivas, destacadas abaixo (tabela...)

Na tentativa de entender mais sobre a origem desses erros matemáticos generalizados, procurou-se saber como foi o ensino fundamental deste estudante, do ponto de vista de saber as características da sua escola, do seu professor, da rotina escolar, do meio familiar deste alunos, entre

outros, por isso foi passado um questionário online, do google formulário com dez questões objetivas, destacadas abaixo(tabela...)

Tabela 4– Perguntas realizadas aos estudantes das turmas do primeiro através do google

ANÁLISE DIAGNÓSTICA DE MATEMÁTICA
1) Qual a sua turma na escola Norma Suely no primeiro bimestre de 2026?
2) Qual seu nome?
3) Qual sua idade?
4) Em qual escola você estudou no ensino fundamental?
5) No ensino fundamental (do 6 ao 9 ano) você ficou quantas vezes em recuperação em matemática?
6) Qual a nota em relação a qualidade da explicação você daria para o seu professor do 7 ano?
7) Qual é o seu nível de 1(fraco) a 5 (excelente)em relação a facilidade nas divisões e multiplicações de números inteiros?
8) Qual é o seu nível de 1(fraco) a 10 (excelente)em relação a facilidade de resolução das equações do 1 grau abaixo?
9) Durante o ensino fundamental você tinha ajuda de alguém para fazer as tarefas escolares e se preparar para prova?
10) Durante o ensino fundamental você lidou em algum momento com sala lotadas?

Fonte: Autor (2026)

Em relação aos resultados apresentado (vê anexo 2), segundo a primeira pergunta, terceira e a quarta pergunta, foram coletados oitenta e seis respostas no formulário online, onde as turmas do primeiro ano, três delas são da manhã (101, 102 e 103 matutino) com setenta e cinco por cento de participação e as duas últimas da tarde com vinte e cinco por cento (100 e 101 vespertino), sendo a média de idade entre os alunos de 15 a 16 anos (setenta e dois por cento) com a maioria provinda do ensino municipal no ensino fundamental (noventa e cinco por cento) e cerca de 28% provinda da escola integral municipal Tânia Leite, localizado no mesmo bairro das turmas analisadas (Jacu, Açailândia-MA).

Contudo, quando analisa a situação deste aluno em relação a disciplina de matemática (veja o gráfico 3), observa-se que mais da metade da turma (59,3% dos estudantes) ficaram pelos menos um ano de recuperação durante os quatro anos do ensino fundamental (sexto ao nono ano), mostrando que os mesmos já tinham histórico de dificuldades de aprendizado nesta matéria desde este período.

Gráfico3- reposta dos alunos da quinta questão.



Fonte: gráfico retirado do aplicativo google formulário.

Isto fica evidente quando se pergunta (sétima questão), quando se pergunta o nível de facilidade das operações de multiplicação e divisão de 1 (fraco) a 5 (excelente), tal que quarenta e um por cento (47,7%) dos discentes deram uma nota três em seu nível de facilidade no domínio dessas operações, coincidindo com os resultados em relação a facilidade das operações algébricas de equação do primeiro grau (veja o gráfico 4), de nota de 1 (fraco) a 10 (excelente), sendo o resultado dividido com nota um (17,4%) e cinco (18,6%), com apenas cerca de 21% por cento uma nota de média para alta (nota sete e oito), mas nenhum aluno se considerou excelente (nota dez).

Gráfico4- reposta dos alunos da oitava questão.



Fonte: gráfico retirado do aplicativo google formulário.

Entretanto, quando se procura investigar as causas que geraram estas notas tão baixa, cerca de 25% dos estudantes (um quarto da amostra) consideram a nota da explicação do professor em sala de aula na turma do sétimo ano ensino fundamental, pois é neste ano que começa fazer a transição do ensino aritmético para o estudo da álgebra, abaixo de cinco até seis pontos, considerando de nível de excelência que vai de zero a dez pontos, todavia a maioria colocaram uma nota boa (sete a oito) para o docente (46,5%).

Isto significa que talvez o baixo aproveitamento de assimilação do conteúdo disciplina na matemática, neste período que vai do sétimo para oitavo, seja explicado por outro motivo é nem tanto pela explicação do docente, mas com salas super lotadas, a qual afirmaram essas turmas (cerca de 42%), além das turmas do nono ano, onde ocorre o aprofundamento da álgebra, como por exemplo, aprendendo a equação do segundo grau (20,9%).

Além disso, outro motivo poderia ser a falta de acompanhamento dos pais no meio familiar, que poderiam ajudar o professor no processo de suprir as dúvidas dos alunos nos assuntos ministrados, além da cobrança das tarefas para casa e a revisão diária do conteúdo passado pelo docente ao aluno, ficando evidente na nona pergunta, a qual 79,1% dos estudantes disseram que sempre estudaram sozinho, sem acompanhamento dos pais ou amigos ou professores particulares.

2.6 DESIGUALDADE EDUCACIONAL ENTRE OS PAÍSES E O BRASIL

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 aquele 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 (84° 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.

3 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).

Neste sentido, estes resultados coincidem com os apresentados no estado do Maranhão, na escola Norma Suely, tendo os mesmos padrões de erros aritméticos das quatro operações básicas (soma, subtração, multiplicação e divisão) em teste feito em sala de aula, além de erros generalizados na resolução em equações algébricas realizado online pelo aplicativo Wordwal net.

Essa falta de conhecimento básico matemático por parte dos alunos da escola Norma Suely, ficam evidente quando se analisa os resultados do questionário google formulário, com a maioria dos estudantes ficando em recuperação em pelo menos em um ano no ensino fundamental e as notas baixas em relação ao domínio das operações aritméticos (nota de três, considerando até cinco) e algébricos (nota cinco, considerando o máximo dez).

Alguns motivos para esses resultados, poderiam ser explicados segundo a teoria da carga cognitiva, um deles seriam a falta de esquemas de aprendizagem na memória de longo prazo, talvez por falta de metodologias ativas realizada pelo professor que, ajudando no protagonismo estudantil que

ajudam os mesmos a notarem as pequenas diferenças nos termos das equações algébricas, ficando evidente com notas baixas dada por cerca de 25% dos alunos aos seus professores.

Outra causa, seria as salas “super lotadas” encontrada em algumas das escolas da região, prejudicando a efetividade do professor em relação a evolução de todos os alunos ao mesmo tempo em sala de aula, ficando muito à mercê do comprometimento, responsabilidade do aluno e da ajuda do meio familiar, no acompanhamento das tarefas a fazerem em casa, a qual os mesmos ficam prejudicados já que segundo as respostas, a maioria não possui nem um tipo auxilio nas atividades de dentro de casa (79,1%).

Logo, segundo a pesquisa, a maioria da prática realizada pelo aluno na disciplina de matemática seria na própria sala de aula, mas as mesmas muito cheias prejudica o trabalho do professor, principalmente na elaboração de mais prática de exercícios com exemplos resolvidos, além do acompanhamento mais frequente dos erros dos alunos pelo docente, ficando à mercê muitas vezes o aluno a materiais didáticos mal elaborado diante a realidade do aluno, provocando duvidas, devido ao excesso de carga cognitiva estranha provocado pelo (atenção dividida).

Por tanto, isto possibilita a baixa evolução no ensino fundamental, reflexo de um ensino deficitário que gera pouco desenvolvimento cognitivo desses estudantes, tendo a maioria a dificuldade de passar da fase do estágio pré-operatório para o concreto, segundo os princípios Piaget, consequentemente prejudicando o domínio das operações aritméticas e o estudo da álgebra que exigem um pensamento mais abstrato e sofisticado para resolução de problemas destas áreas, no entanto, muito seria necessário um estudo mais aprofundado sobre a realidade na sala de aula, seja na relação aluno-professor, os recursos didáticos e os metodológicos disponíveis, além das diferenças educacionais entre as regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS

AYRES, e John SWELLER. “Locus of Difficulty in Multistage Mathematics Problems.” American Journal of Psychology, 1990: 167-193.

AYRES, P. “Why goal free problems can facilitate learning.” Contemporary Educational Psychology, 1993: 376-381.

AYRES, P., PAAS. “Interdisciplinary perspectives inspiring a new generation of cognitive load research.” Educational Psychology, 2009: 1-9.

AYRES, P., SWELLER e CLARK. “Wy minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, Discovery, problem-based, esperiential, and inquiry-based teaching.” Educational Psychology, 2006: 75-86.

AYRES, Paul. “Systematic Mathematical Errors and Cognitive Load.” Contemporary Educational Psychology, 2001: 227–248.

AYRES, Paul. “Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems.” Learning and Instruction, 2006: 389-400.

BADDELEY, A.D. “Your memory, a user's guide.” (1st American Ed). New York: Macmillan, 1982.

BECKER, Fernando. *Educação e construção do conhecimento*. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

BOYER, Carl B.; MERZBACH, Uta C. *História da Matemática*. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2012.

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.

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.

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

COWAN, Nelson. “The Magical Number 4 in Short-term Memory: A Reconsideration of Mental Storage Capacity.” Behavioral and Brain Sciences, 2001.

COWAN, Nelson. “The magical number four: How is working memory Capacity Limited, and why.” Current Directions in Psychological Science, 2009.

EVES, Howard. *Introdução à História da Matemática*. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

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

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.

MILLER, George. "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information." Psychological Review, 1956: 81-97.

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

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.

PIAGET, Jean. A equilibração das estruturas cognitivas. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PIAGET, Jean. O nascimento da inteligência na criança. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. A psicologia da criança. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

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

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

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.

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.

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.

ANEXO 1: 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 ÷ 3

b) 37 ÷ 15

c) 108 ÷ 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 divido 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

ANEXO 2: QUESTIONÁRIO DO GOOGLE FORMULÁRIO

ANÁLISE DIAGNÓSTICA DE MATEMÁTICA

86 respostas

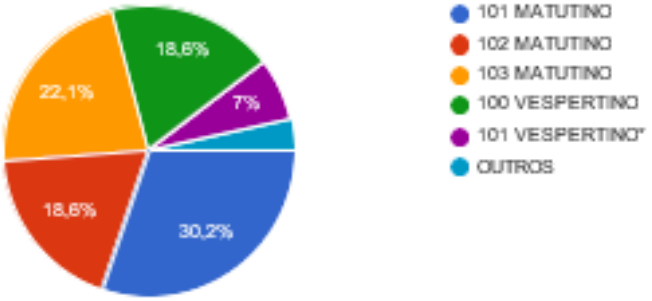
Publicar análise

DADOS PESSOAIS

1) QUAL A SUA TURMA DA ESCOLA NORMA SUELY NO PRIMEIRO BIMESTRE DE 2026?

Copiar gráfico

86 respostas



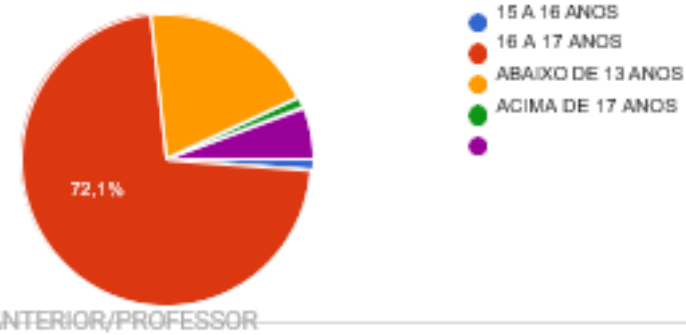
2) QUAL SEU NOME?

86 respostas

3) QUAL SUA IDADE?

Copiar gráfico

86 respostas



ESCOLA ANTERIOR/PROFESSOR

https://docs.google.com/forms/d/1-tjMpudOhHD7W02qE1T_DOZQ9r_8JUflo5c1tlMOSek/viewanalytics 1/4