



COGNIÇÃO DO ESTUDANTE NO ENSINO: FUNÇÕES EXECUTIVAS E CARGA COGNITIVA

**PRODUTO EDUCACIONAL ATRELADO À
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Gabriel Pereira de Paula
Jader Otavio Dalto

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA**

**GABRIEL PEREIRA DE PAULA
JADER OTAVIO DALTO**

**FUNÇÕES EXECUTIVAS E REDUÇÃO DE CARGA COGNITIVA
EXTRÍNSECA EM QUESTÕES DE MATEMÁTICA DO ENEM:
UM ESTUDO EM UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO**

**LONDRINA
2026**

GABRIEL PEREIRA DE PAULA

**FUNÇÕES EXECUTIVAS E REDUÇÃO DE CARGA COGNITIVA
EXTRÍNSECA EM QUESTÕES DE MATEMÁTICA DO ENEM:
UM ESTUDO EM UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO**

**EXECUTIVE FUNCTIONS AND REDUCTION OF EXTRANEIOUS
COGNITIVE LOAD IN ENEM MATHEMATICS QUESTIONS:
A STUDY IN A HIGH SCHOOL CLASS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio e Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Jader Otavio Dalto

**LONDRINA
2026**



International 4.0

Esta licença permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e desenvolvam o material em qualquer meio ou formato apenas para fins não comerciais e somente desde que a atribuição seja dada ao criador. Se você remixar, adaptar ou desenvolver o material, deverá licenciar o material modificado sob termos idênticos.

A capa deste Produto Educacional (PE), assim como os demais elementos visuais presentes ao longo do material, foram produzidos na plataforma Canva.

FOLHA DE APROVAÇÃO

05/02/2026, 10:32



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina



GABRIEL PEREIRA DE PAULA

FUNÇÕES EXECUTIVAS E REDUÇÃO DE CARGA COGNITIVA EM QUESTÕES DE MATEMÁTICA DO ENEM: UM ESTUDO EM UMA TURMA DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino De Matemática.

Data de aprovação: 23 de Dezembro de 2025

Dr. Jader Otavio Dalto, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Emiliano Augusto Chagas, Doutorado - Instituto Federal de São Paulo

Dra. Karina Alessandra Pessoa Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/12/2025.

Apresentação

Este produto educacional integra uma pesquisa de mestrado intitulada:

Funções Executivas e Redução de Carga Cognitiva Extrínseca em questões de matemática do ENEM: Um Estudo em uma Turma do Ensino Médio

que tem como objetivo investigar a mobilização de Funções Executivas por estudantes da 2ª série do Ensino Médio na resolução de questões de diferentes cargas cognitivas envolvendo funções polinomiais de 1º grau, em que foram utilizadas questões do Exame Nacional do Ensino Médio por considerar sua importância em território nacional.

Em complemento a isso, o presente material surge com a proposta de ser um guia para auxiliar docentes que buscam compreender mais aspectos sobre a aprendizagem, em específico sobre a parte neuropsicológica.

Com base nos aportes teóricos, o material apresenta, de maneira visual e prática, os principais conceitos da Teoria da Carga Cognitiva e do modelo de Funções Executivas, sustentado em três grandes núcleos centrais, além de exemplos de técnicas de redução da carga cognitiva que podem ser aplicadas por professores ao criar ou adaptar questões. O objetivo é oferecer um recurso simples e fundamentado que auxilie na melhoria das práticas avaliativas e no favorecimento da aprendizagem.





Qual é o **objetivo** da questão?

Ensinar um novo conceito!

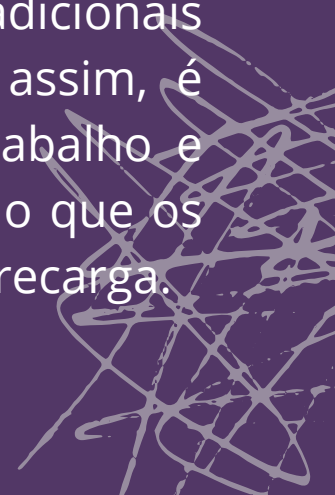
A Teoria da Carga Cognitiva foi desenvolvida com o propósito de explicar como a aprendizagem ocorre diante das limitações da memória de trabalho e de que modo o design das instruções pode favorecer esse processo. Ao destacar a importância de reduzir elementos que desviam a atenção do conteúdo essencial, a teoria orienta práticas que tornam o aprendizado mais eficiente e acessível. Embora tenha sido concebida principalmente para otimizar situações de ensino, seus princípios também podem ser aplicados à avaliação.

Verificar a aprendizagem de um conceito!

Ao elaborar questões, o professor precisa considerar qual é o objetivo da atividade. Se a intenção é verificar a aprendizagem de um conteúdo, o enunciado deve ser claro e enxuto, evitando informações irrelevantes que aumentam a carga extrínseca e ocupam a memória de trabalho, prejudicando o processamento das ideias essenciais (Sweller, 1988).

Avaliar a capacidade de identificar e selecionar informações!

Por outro lado, quando o propósito é avaliar a capacidade de identificar e selecionar informações, elementos adicionais podem ser incluídos de forma planejada. Ainda assim, é importante respeitar os limites da memória de trabalho e aumentar gradualmente a complexidade, garantindo que os estudantes desenvolvam essas habilidades sem sobrecarga.



Funções Executivas¹

Em um contexto geral, as Funções Executivas (FE) são mobilizadas sempre que o indivíduo precisa realizar tarefas que não foram automatizadas, como aprender algo novo. São divididas em três núcleos centrais:



Memória de Trabalho (MT) ou *updating*:

capacidade de manter e manipular informações relevantes temporariamente durante a realização de uma tarefa.



Controle Inibitório (CI) ou *inhibition*

habilidade de inibir/limitar respostas automáticas, impulsivas ou irrelevantes.

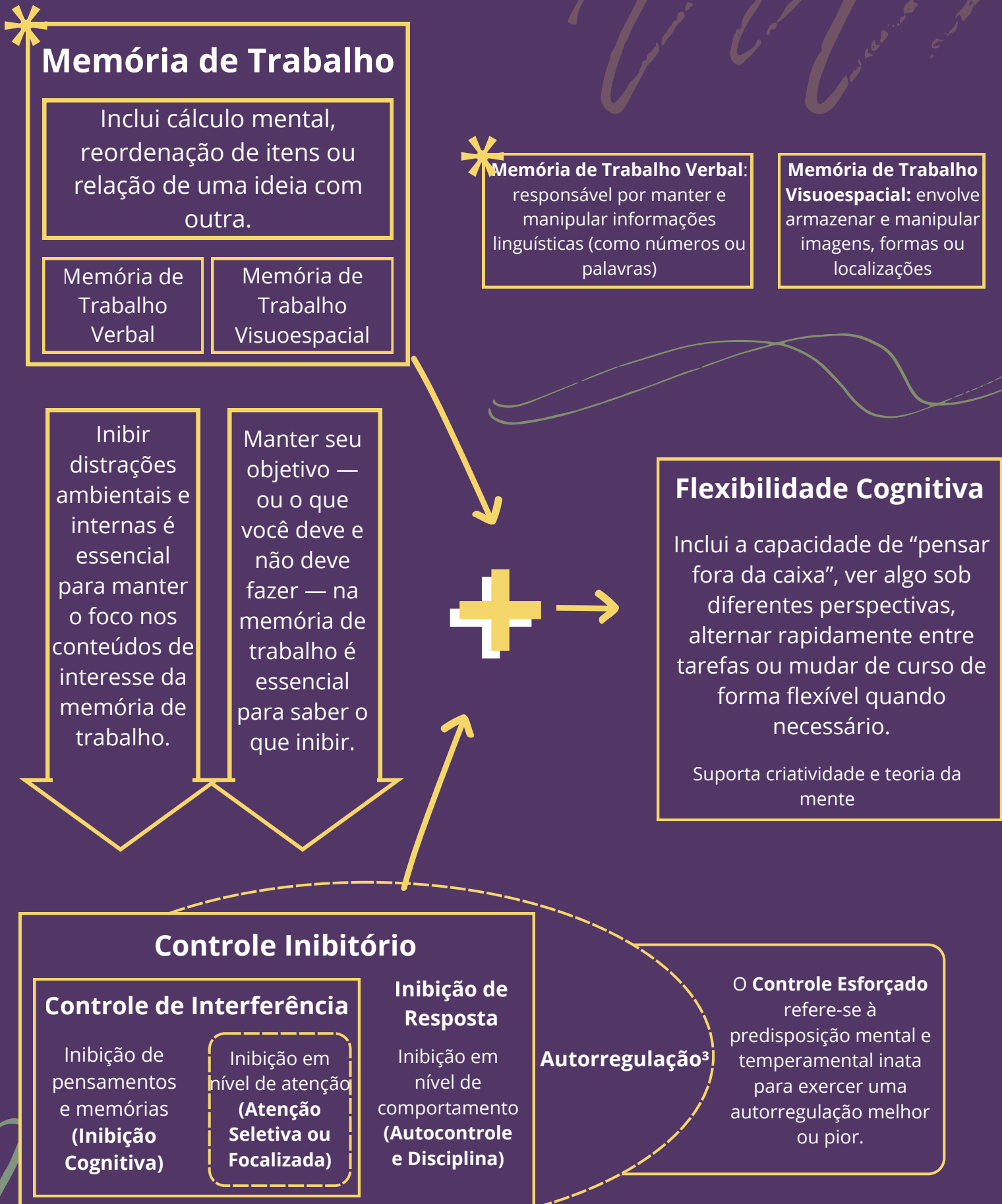


Flexibilidade Cognitiva (FC) ou *shifting*:

capacidade de alternar entre tarefas, estratégias ou diferentes representações mentais de um problema.

¹Miyake et al. (2000)

Esquema das Funções Executivas²



² Adaptado e traduzido de Diamond. (2013)

Teoria da Carga Cognitiva³

A Teoria da Carga Cognitiva, de John Sweller (1988), explica que a memória de trabalho processa poucas informações ao mesmo tempo. Quando materiais ou tarefas são muito complexos, ela fica sobrecarregada e a aprendizagem é prejudicada. A teoria orienta a reduzir elementos desnecessários para que o estudante foque no essencial. Ela divide a carga cognitiva em três tipos: intrínseca, extrínseca e pertinente.

Carga Cognitiva Intrínseca

Um conteúdo ou tarefa possui uma dificuldade ou complexidade inerente a ele. A carga intrínseca está relacionada a isso, em como a complexidade ou dificuldade precisam ser processadas.

EXEMPLO:
Realizar adições possui carga cognitiva intrínseca MENOR do que resolver equações.

Carga Cognitiva Extrínseca

Está relacionada elementos que não são úteis para realizar a tarefa, mas que o indivíduo precisa processar

EXEMPLO:
Uma situação problema onde são apresentadas diversas informações que não estão relacionadas ao conteúdo.

Carga Cognitiva Pertinente

Relacionada ao processamento ativo das informações, permitindo estabelecer conexões entre o que já sabe e o novo conhecimento

EXEMPLO:
Realizar adições possui carga cognitiva intrínseca MENOR do que resolver equações.

Como funciona?

A aprendizagem só se torna possível quando o conjunto das cargas cognitivas se mantém dentro dos limites de processamento do indivíduo.

Nos esquemas abaixo, o retângulo vazio representa os limites da Memória de Trabalho.

Processo Educacional Funcional:

Processo A:



Nos processos B e C o resultado final é semelhante — a aprendizagem não acontece —, mas por razões distintas. No processo B, informações desnecessárias ocupam grande parte da memória de trabalho, deixando pouco espaço para compreender o conteúdo e para o esforço mental necessário. Já no processo C, a própria complexidade do conteúdo consome quase toda a capacidade disponível, elevando o esforço mental a ponto de inviabilizar a aprendizagem, mesmo com pouca carga extrínseca.



Processo Educacional Falho:

Processo B:



Processo C:





O que pode ser feito?

Verificar a aprendizagem de um conceito!

Mesmo quando uma questão apresenta alta carga cognitiva, ela pode ser reestruturada sem alterar o construto que se deseja avaliar. A ideia é manter o objetivo do item, mas apresentar suas informações de modo que a demanda sobre a memória de trabalho seja reduzida. Para isso, diferentes técnicas podem ser empregadas.

Essas estratégias diminuem a carga extrínseca e permitem que o estudante direcione seu esforço cognitivo para o raciocínio matemático central, e não para dificuldades decorrentes da forma como o problema foi apresentado.

A seguir são apresentadas questões elaboradas pelos autores deste Produto Educacional, com o objetivo de evidenciar a aplicabilidade de estratégias de redução da carga cognitiva.



Estratégias de Redução de Carga Cognitiva



Tradução⁴

Reduzir a contagem de palavras e simplificar a linguagem.



Ajuda Visual⁵

Uso de diagramas para representar informações espaciais.



Sinalização⁵

Focar atenção em sinais e sugestões.



Extirpação⁵

Aparar o conteúdo até o essencial. Eliminação de efeitos visuais e textos estranhos.



Sequenciamento⁵

Fazer a pergunta antes para guiar o candidato no item, e então colocar informações relevantes.



Estética⁶

Formatar o item de maneira estética e lógica. Colocar o texto perto das figuras.



Simplificação numérica⁷

Usar valores menores, arredondados e números familiares quando os números não têm papel no construto.

⁴ Kettler *et al.* (2011)

⁵ Clark *et al.* (2011)

⁶ Miller (2011)

⁷ Hitch (1978)

A Tradução na prática

Questão original

Em uma pequena empresa, o gestor decidiu analisar o consumo mensal de papel para entender como otimizar os gastos. Ele observou que, no último trimestre, o setor administrativo utilizou em média 850 folhas por mês, enquanto o setor de atendimento ao público consumiu 1 120 folhas mensais.

Considerando esses dados, qual foi a diferença média mensal de consumo de papel entre os dois setores durante o período analisado?

Questão com Carga Cognitiva reduzida

Numa empresa, o setor administrativo usa 850 folhas por mês e o setor de atendimento usa 1 120 folhas por mês.

Qual é a diferença mensal entre esses dois setores?

A Ajuda visual na prática

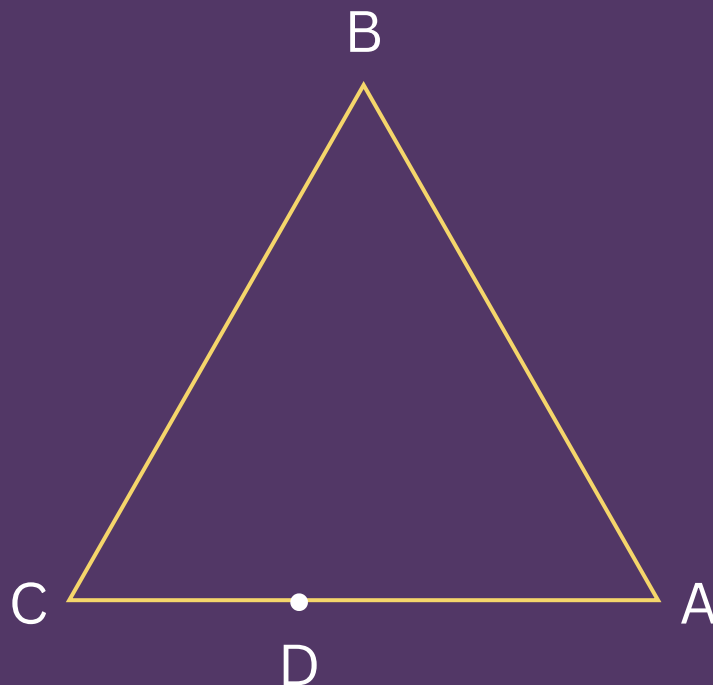


Questão original

Em um triângulo ABC , o ponto D está localizado no segmento AC . Sabe-se que $AD = 6$ cm e $DC = 4$ cm. O segmento BD é uma mediana desse triângulo. Calcule o comprimento do lado AC .

Questão com Carga Cognitiva reduzida

Em um triângulo ABC , o ponto D está localizado no segmento AC . Sabe-se que $AD = 6$ cm e $DC = 4$ cm. O segmento BD é uma mediana desse triângulo. Calcule o comprimento do lado AC .





A Sinalização na prática

Questão original

Um supermercado está analisando o custo-benefício de dois pacotes de arroz que comercializa. O primeiro, chamado pacote A, possui 2 kg de produto e é vendido por R\$ 12,00. O segundo, chamado pacote B, contém 5 kg de arroz e tem preço de R\$ 28,00. O gerente deseja comparar esses dois pacotes para identificar qual deles oferece o menor preço por quilograma. Com base nas informações apresentadas, determine qual dos pacotes apresenta o melhor custo por kg?

Questão com Carga Cognitiva reduzida

O supermercado vende dois pacotes de arroz:

Pacote A: 2 kg — R\$ 12,00

Pacote B: 5 kg — R\$ 28,00

Qual pacote tem o menor preço por kg?

A Extirpação na prática



Questão original

Durante uma atividade de educação financeira realizada em uma escola, os alunos receberam uma breve explicação sobre como acompanhar seus próprios gastos mensais para entender melhor seus hábitos de consumo. Como exemplo, o professor mencionou que um estudante registrou que gastou R\$ 48,00 com transporte e R\$ 75,00 com alimentação ao longo da mesma semana.

Com esses valores, o professor pediu que os alunos determinassem quanto esse estudante gastou ao todo naquela semana, considerando apenas essas duas categorias de despesas.

Questão com Carga Cognitiva reduzida

Um estudante gastou R\$ 48,00 com transporte e R\$ 75,00 com alimentação na semana.

Qual foi o gasto total?

○ Sequenciamento na prática



Questão original

Durante uma promoção, uma loja vendeu camisetas por R\$ 32,00 cada. No mesmo período, o estoque registrou a venda de 145 unidades. Sabendo que o preço normal da camiseta era R\$ 40,00, determine quanto a loja deixou de arrecadar ao vender todas as camisetas pelo preço promocional.

Questão com Carga Cognitiva reduzida

Quanto a loja deixou de arrecadar vendendo 145 camisetas em promoção? Sabe-se que:

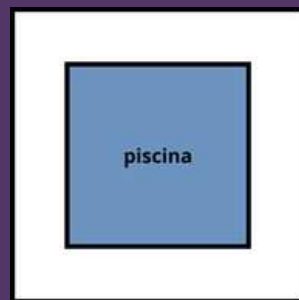
- Preço normal da camiseta: R\$ 40,00
- Preço promocional: R\$ 32,00
- Quantidade vendida: 145 unidades



A Estética na prática

Questão original

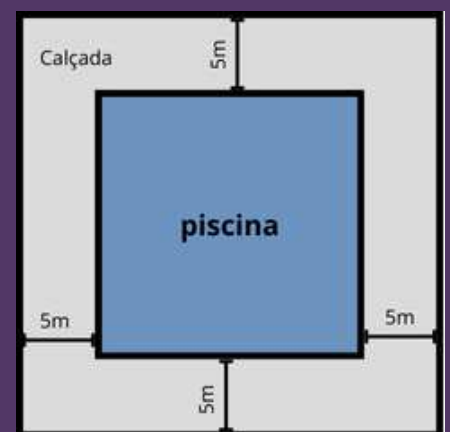
Na planta baixa de um clube, a piscina é representada por um quadrado cuja área real mede 400 m^2 . Ao redor dessa piscina, será construída uma calçada, de largura constante igual a 5 m .



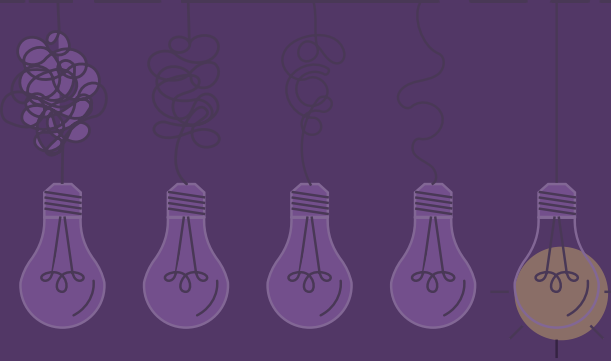
Qual é a medida da área, em metro quadrado, ocupada pela calçada?

Questão com Carga Cognitiva reduzida

Na planta baixa de um clube, a piscina é representada por um quadrado cuja área real mede 400 m^2 . Ao redor dessa piscina, será construída uma calçada, de largura constante igual a 5 m .



Qual é a medida da área, em metro quadrado, ocupada pela calçada?



A Simplificação Numérica na prática

Questão original

Em uma pesquisa climática, estudantes analisaram as temperaturas de dois dias em uma cidade serrana.

No 1º dia, a menor temperatura foi $-12,3$ °C e a maior foi $3,7$ °C.

No 2º dia, a menor foi $-9,8$ °C e a maior foi $6,1$ °C.

Qual dia teve a maior variação de temperatura?

Questão com Carga Cognitiva reduzida

Em uma pesquisa climática, estudantes analisaram as temperaturas de dois dias em uma cidade serrana.

No 1º dia, a menor temperatura foi -12 °C e a maior foi 4 °C.

No 2º dia, a menor foi -10 °C e a maior foi 6 °C.

Qual dia teve a maior variação de temperatura?

ENCERRAMENTO...

As técnicas de redução de carga cognitiva apresentadas neste material foram aplicadas na análise e na reformulação de questões do ENEM durante a pesquisa que deu origem à dissertação vinculada a este produto educacional.

O estudo buscou investigar a mobilização de FE por estudantes da 2ª série do Ensino Médio na resolução de questões de diferentes cargas cognitivas envolvendo funções polinomiais de 1º grau" articulando a definição de Miyake *et al.* (2000) sobre três grandes núcleos centrais das FE com a TCC desenvolvida por Sweller (1988).



A análise das produções dos estudantes mostrou indícios de Controle Inibitório, especialmente quando eles destacavam informações essenciais, além de evidências de Flexibilidade Cognitiva, mais ligada à carga intrínseca do conteúdo e ao objetivo da questão.

Para mais detalhes sobre o estudo, seus procedimentos e conclusões, recomenda-se acessar a dissertação completa no [RIUT](#).

Convida-se, por fim, que professores e professoras incorporem essas estratégias em suas aulas. Ajustes simples na apresentação de problemas podem tornar as atividades mais acessíveis, favorecer o uso das funções executivas e ampliar a compreensão dos conceitos, contribuindo para avaliações e aprendizagens mais eficazes.

Obrigado!





Referências Bibliográficas



DIAMOND, A. Executive functions. *Annual Review of Psychology*, v. 64, p. 135–168, 2013.



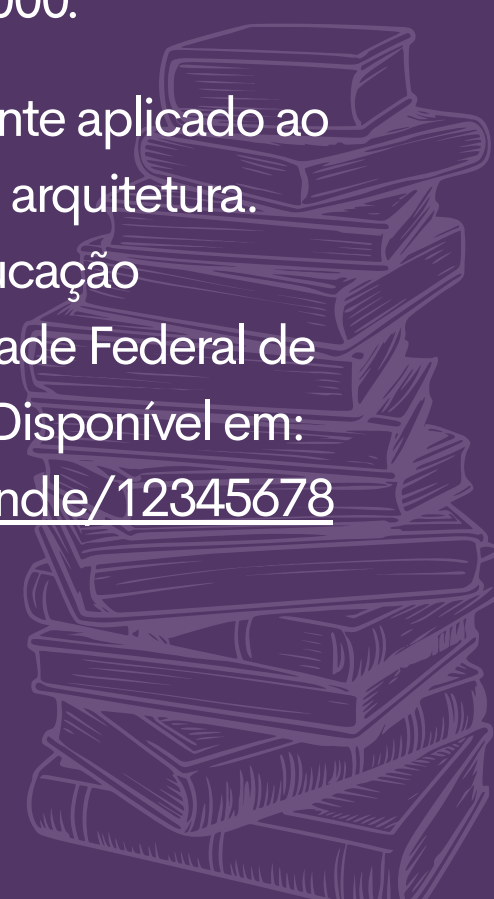
GILLMORE, S. C.; POGGIO, J.; EMBRETSON, S. Effects of reducing the cognitive load of mathematics test items on student performance. *Numeracy*, v. 8, n. 1, p. 4, 2015.



MIYAKE, A. et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, v. 41, n. 1, p. 49–100, 2000.



RAUBER, M. F. Sistema tutor inteligente aplicado ao ensino de ciências: uma proposta de arquitetura. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/168113>. Acesso em: 23 jul. 2025.



Referências Bibliográficas



SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988. DOI: [10.1207/s15516709cog1202_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4).



CLARK, R. C.; NGUYEN, F.; SWELLER, J. Efficiency in learning: evidence-based guidelines to manage cognitive load. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.



KETTLER, R. J.; RODRIGUEZ, M. C.; BOLT, D. M.; ELLIOTT, S. N.; BEDDOW, P. A.; KURZ, A. Modified multiple-choice items for alternate assessments: reliability, difficulty, and differential boost. *Applied Measurement in Education*, v. 24, n. 3, p. 210–234, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/08957347.2011.580620>.



MILLER, C. Aesthetics and e-assessment: the interplay of emotional design and learner performance. *Distance Education*, v. 32, n. 3, p. 307–337, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01587919.2011.610291>.

