

JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS

PROMOÇÃO DA METACOGNIÇÃO PARA A APRENDIZAGEM DE CÁLCULO NOS ANOS  
INICIAIS DA GRADUAÇÃO

Dissertação apresentada e aprovada em  
28 de fevereiro de 2023 como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr<sup>a</sup>. Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet

IFSP – Câmpus São Paulo

Orientador e Presidente da Banca

Prof. Dr<sup>a</sup>. Diva Valério Novaes

IFSP – Câmpus São Paulo

Membro da Banca

Prof. Dr. Luís da Silva Campos

Universidade Cidade de São Paulo

Membro da Banca

**INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SÃO PAULO**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA**

**PROMOÇÃO DA METACOGNIÇÃO PARA A  
APRENDIZAGEM DE CÁLCULO NOS ANOS INICIAIS DA  
GRADUAÇÃO**

**JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS**

**Professora Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet**

**SÃO PAULO**

**2023**

**Catálogo na fonte**  
**Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo**  
**Dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

j58p

Jesus, José Adilson Silva de  
Promoção da metacognição para a aprendizagem  
de cálculo nos anos iniciais da graduação / José  
Adilson Silva de Jesus. São Paulo: [s.n.], 2023.  
192 f. il.

Orientadora: Lucia Scott Franco de Camargo  
Azzi Collet

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de  
Ciências e Matemática) - Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP,  
2023.

1. Metacognição. 2. Aprendizagem de Matemática.  
3. Metacognição Na Matemática. 4. Metacognição No  
Ensino Superior. 5. Metacognição Na Aprendizagem  
de Matemática No Ensino Superior . I. Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São  
Paulo II. Título.

CDD 510

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo trabalho realizado entre 2019 - 2020, porque sem ele nada seria possível e concretizado.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet, pela sua orientação e paciência na correção do nosso trabalho e que em muito vem engrandecendo meu aprendizado.

À minha família e em especial à minha esposa Ny e a Ana Luiza, nossa filha, por todo o apoio na realização deste trabalho em permitir que muitos finais de semana fossem dedicados a esta dissertação.

Aos alunos que muito se empenharam na realização das oficinas, se doando para que um conhecimento fosse criado e que uma educação baseada nas transposições didáticas que sempre necessitamos fazer em um mundo altamente volátil e que se faz preciso para a construção do conhecimento e evolução como cidadãos. Em particular à aluna Elizabeth, por fazer todas as anotações das aulas de cálculo e por ser uma referência em organização.

A cada dia uma metamorfose de postura e saber diante da vida que se apresenta e passa e nela somos envolvidos e transformados, este é o papel de cada docente do IFSP, meu eterno agradecimento.

À Faculdade SENAI Armando de Arruda Pereira por permitir que a pesquisa fosse realizada ao longo de 2020.

Ao prof. Dr. Daniel Albiero da FEAGRI - UNICAMP que em muito contribuiu na construção do estudo estatístico aqui aplicado.

Aos professores, Dr.<sup>a</sup>. Diva Novaes e Dr. Luís Campos; pelo esforço na correção da versão final deste trabalho.

Meu agradecimento ao corpo administrativo do IFSP, pelo apoio presente, resolutivo e assertivo em sua missão educacional.

*Somos seres em constante transformação  
E em nossa vida quando mudamos o ponto e a  
vista, transformamo-nos, modificamo-nos.  
Isso é o que nos torna únicos entre as espécies.  
Isso é o que faz a metacognição, dentro desta  
perspectiva, treinamento nem sempre traz  
experiência. É preciso experimentar.  
O aprender a aprender, descobri o que não sabe  
e afirmar o que sabe e modificar o saber e a  
partir daí construir o conhecimento duradouro.*

*José Adilson Silva de Jesus.*

## RESUMO

Este estudo descreve as ferramentas e técnicas de aprendizagem metacognitivas usadas na construção do conhecimento da educação matemática por parte de alunos da graduação do curso de tecnologia em mecatrônica na compreensão do conceito de cálculo (funções, limites, derivadas e integrais). O perfil metacognitivo é uma descrição natural e intacta da cognição de uma pessoa que envolve seu próprio pensamento em termos de uso de seu conhecimento, planejando e monitorando seu processo de pensamento e avaliando seu pensamento e resultados ao compreender um conceito. Duas técnicas diferentes de ensino na educação matemática podem conduzir à mesma meta, mas diferir quanto aos efeitos que produzem. As atitudes não são o único exemplo de aprendizagem acidental. Há muitas teorias sobre a metacognição, mas o nosso interesse primário diz respeito ao que ocorre na sala de aula e como promover o aprender a aprender. Neste enfoque, a intenção dos alunos é compreender o significado do que estudam o que leva a relacionar seu conteúdo com conhecimentos prévios, com a experiência pessoal ou outros temas e avaliar o que vai sendo realizado e a perseverar até conseguir um grau aceitável de compreensão na transposição didática do saber. Como local da pesquisa e pesquisados, foi trabalhado com alunos da graduação de uma faculdade privada de São Caetano do Sul, do curso superior de tecnologia em Mecatrônica no ano de 2020. Os testes aplicados neste estudo seguiram uma especificação cronológica e psicométrica e os resultados obtidos com a promoção da metacognição usando ferramentas da lógica e da matemática que não tratavam diretamente do Cálculo levaram os alunos a pensarem em estratégias que os levassem a resultados mais assertivos na solução de problemas de cálculo, obtendo melhores resultados que alunos que trabalhavam de forma tradicional na forma de se ensinar a disciplina de cálculo. Os resultados obtidos pelos alunos que foram guiados pelo ensino metacognitivo foram comparados aos dos alunos convencionais e como forma de representação foi sorteada ao acaso a semana 5 e verificado o melhor desempenho destes alunos ditos metacognitivos aos alunos convencionais em termos de nota e melhores estratégias. Este mesmo desempenho foi verificado nas outras semanas para comprovação dos resultados.

**Palavras-chave:** Metacognição. Transposição Didática. Educação Matemática. Retenção. Cálculo.

## ABSTRACT

This study describes the metacognitive learning tools and techniques used in the construction of knowledge in mathematics education by undergraduate students of the technology course in mechatronics in understanding the concept of calculus (functions, limits, derivatives and integrals). The metacognitive profile is a natural and intact description of a person's cognition that involves their own thinking in terms of using their knowledge, planning and monitoring their thinking process, and evaluating their thinking and results in understanding a concept. Two different teaching techniques in mathematics education can lead to the same goal, but differ in the effects they produce. Attitudes are not the only example of accidental learning. There are many theories about metacognition, but our primary interest concerns what happens in the classroom and how to promote learning to learn. In this approach, the students' intention is to understand the meaning of what they study, which leads them to relate its content to previous knowledge, personal experience or other topics and to evaluate what is being done and to persevere until reaching an acceptable degree of understanding in the didactic transposition of knowledge. As a place of research and research, it was worked with undergraduate students of a private college in São Caetano do Sul, of the higher technology course in Mechatronics in the year 2020. The tests applied in this study followed the specification and the results obtained with the promotion of metacognition using logic and mathematics tools that did not deal directly with Calculus led students to think of strategies that would lead them to more assertive results in solving calculus problems, obtaining better results than students who worked in a traditional way in the way of teaching the subject of calculus. The results obtained by students who were guided by metacognitive teaching were compared to those of conventional students and as a form of representation, week 5 was randomly drawn and the best performance of these so-called metacognitive students compared to conventional students in terms of grade and better strategies was verified. This same performance was verified in the other weeks to prove the results.

Keywords: Metacognition. Didactic Transposition. Mathematics Education. Retention. Calculation.

## **ABREVIACOES**

**TDIC's - Tecnologias digitais de informação e comunicação**

**TFC - Teoria fundamental do Cálculo**

**IES - Instituição de ensino superior**

**SENAI - Servio nacional de aprendizagem industrial**

**MEC - Ministrio da educação e cultura**

**EAD – Ensino a distância**

**STEM – Ciência, tecnologia e matemática**

**THINK-A-LOUD – Metodologia de solução de problemas. Pensar alto.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organização do modelo metacognitivo proposta por Flavell (1979) .....	21
Figura 2: Composição e distribuição do corpo discente .....	33
Figura 3: Categorização das estratégias apresentadas pelos sujeitos da pesquisa após a oficina de aprendizagem .....	38
Figura 4: Teste de normalidade dos dados .....	39
Figura 5: Teste de Levene de homogeneidade dos dados .....	40
Figura 6: Dispersão e histograma dos dados apresentados pelos sujeitos da pesquisa em resposta aos 16 testes aplicados .....	41
Figura 7: Teste de normalidade dos dados com aplicação do método Mann-Withney .....	42
Figura 8: Histograma e curva de curtose para os dados da Semana 5 para averiguação de características não paramétricas .....	43
Figura 9: Dispersão e normalidade dos dados obtidos dos sujeitos da pesquisa .....	43
Figura 10: Box plot das variáveis de estudo, apresentado os resultados obtidos pelos sujeitos da pesquisa e submetidos às metodologias de ensino .....	44
Figura 11: Histograma dos dados em função da frequência das notas obtidas na Semana 5 pelos dois grupos de estudo .....	45
Figura 12: Box plot em função do impacto da metodologia usada na construção do conhecimento pelos dois grupos de estudo .....	46
Figura 13: Fator de impacto na aprendizagem em função da metodologia de ensino aplicada na solução dos testes de inteligência .....	47
Figura 14: Evolução individual em função da metodologia de ensino metacognitiva na aplicação dos testes de Inteligência .....	48
Figura 15: Evolução individual em função da metodologia de ensino convencional na aplicação dos testes de inteligência .....	49
Figura 16: Dispersão dos dados dos sujeitos com a metodologia metacognitiva na aplicação dos testes de inteligência .....	49
Figura 17: Dispersão dos dados dos sujeitos com a metodologia convencional nos testes de inteligência.....	50
Figura 18: Evolução dos sujeitos da pesquisa com a metodologia metacognitiva nos testes de inteligência.....	51
Figura 19: Evolução dos sujeitos da pesquisa com metodologia convencional ao longo dos semestres na solução dos testes de inteligência .....	52
Figura 20: Impacto da Metacognição na aprendizagem dos sujeitos da pesquisa .....	54

## TABELAS

Tabela 1: Teoria de Bloom desenvolvida por Anderson <i>et al.</i> (2001) .....	24
Tabela 2: Resultados das avaliações aplicadas aos sujeitos das pesquisas .....	53
Tabela 3: Tamanho do impacto dos grupos de pesquisa .....	54

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Metacognição e conhecimento metacognitivo.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 Metacognição e a matemática.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Metacognição e suas implicações para a aprendizagem matemática.....</b>	<b>23</b>
<b>1.4 Ferramentas para a promoção no desenvolvimento metacognitivo .....</b>	<b>26</b>
<b>1.4.1 Mapas conceituais .....</b>	<b>27</b>
<b>1.4.2 Estratégia POE (Previsão-Observação-Explicação) .....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.3 Questionamentos ou perguntas metacognitivas.....</b>	<b>29</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1Sujeitos da pesquisa .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2 Delineamento da pesquisa .....</b>	<b>33</b>
<b>3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>35</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCURSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Categorizações das estratégias apresentadas a priori e posteriori pelos sujeitos da pesquisa.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Apresentações das notas obtidas nos testes da sequência didática .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3 Apresentações dos dados da semana cinco nos testes da sequência didática. ....</b>	<b>86</b>
<b>4.4 Apresentação das notas finais dos grupos de estudo.....</b>	<b>42</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>6. PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>118</b>

## INTRODUÇÃO

Tratando-se de um empreendimento que admite que ao se alterar as concepções do aluno sobre o Cálculo e as questões relacionadas com sua aprendizagem, obtêm-se consequências na afetividade referente à aplicação e construção de competências para o uso do saber cálculo e suas implicações no mundo real. Os estudos relacionados à metacognição costumam focar nos componentes de regulação ou experiência, mas pouco no componente de conhecimento, construção ou promoção do mesmo no ambiente acadêmico através de atividades que promovam, estimulem e desenvolvam no aluno o desejo de aprender a aprender cálculo e suas aplicações na área tecnológica.

Em particular e especialmente no contexto brasileiro, não é dado muito foco a uma estrutura acadêmica clara e coerente que fortaleça o conhecimento de estratégias metacognitivas na resolução de problemas matemáticos entre os alunos.

Com um olhar diferenciado fui convidado a uma imersão num mundo novo, num mundo onde o “eu aluno” pôde se reconstruir sob o manto de pesquisador para encontrar respostas às minhas inquietações e que me movessem a uma melhor autorreflexão sobre o ensino e aprendizagem. Como destino, encontrei numa linha de pesquisa trabalhada pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Collet, um caminho para traçar uma ideia ou ideal sobre o que é, e como se constrói conhecimento autônomo e dirimir tais obscuridades pedagógicas na construção do meu próprio aprender a aprender.

No caso do aprendizado de Cálculo Diferencial e Integral, campo específico da Matemática, ensinado tradicionalmente na graduação que chamaremos de Cálculo neste texto, sabe-se que os fatores políticos, socioeconômicos, infraestrutura, entre outros; influenciam diretamente o desenvolvimento do indivíduo como acadêmico ou cidadão. Estes fatores muitas vezes não contribuem para a evolução em termos de aquisição de conhecimento acadêmico, ao contrário, inviabilizam a ação dos mecanismos fundamentais ao processo, como a motivação, amor ou crença numa mudança de classe econômica, por exemplo, característica própria do pensar de muitos estudantes que estão no ensino superior, cabendo ao docente o papel de mediar o encontro dos melhores caminhos e correções de percurso pelo estudante em sua trajetória de vida.

Sendo assim, é na promoção da Metacognição em sala de aula que encontramos um dos percursos para contribuir na construção do saber e da autonomia crítica do estudante de nível superior como estratégia de aprendizagem acadêmica.

### **O Problema de Pesquisa**

Diante desse quadro, levantamos a seguinte questão: **É viável o uso da metacognição como estratégia de aprendizagem dos conceitos de Cálculo nos cursos de graduação em Mecatrônica, melhorando as atribuições de nota no ciclo básico de formação inicial, usando como metodologia de ensino, temas paralelos ao currículo básico da graduação para a construção de melhores estratégias de aprendizado?**

### **A Justificativa da Pesquisa**

Ao observar as dificuldades dos discentes de um curso de engenharia elétrica em uma pesquisa anterior, ainda quando o pesquisador realizava sua graduação em Matemática, os alunos observados apresentavam uma compreensão apenas mecanizada na operação de cálculo, com um corpo de estratégias reduzido em sua maioria e com pouca autonomia na construção de seu próprio conhecimento, fato muito similar ao vivido pelo pesquisador ao trabalhar com alunos do curso superior de Tecnologia em Mecatrônica onde a matemática se faz necessária para a apropriação de saberes tecnológicos. Uma inquietação que nos move a tentar entender como isso poderia ser modificado e contribuir de forma relevante no uso da metacognição como ferramenta de modificabilidade do comportamento estudantil.

Desta forma, o pesquisador foi movido pelo desafio de associar às estratégias de ensino aprendizado, a Metacognição e autorregulação na capacidade de aprender Cálculo e que seu estudo contribuísse e possibilitasse ao aluno a afetividade necessária para que ao término de sua permanência na faculdade apresenta-se saberes na área de Cálculo, para modelagens simples e complexas de sistemas de controle e automação contínua e discreta na sua área de formação, bem como na interpretação do mundo físico que demandassem do conhecimento de cálculo como fundamento básico para construção de modelos e similitudes dimensionais.

### **Objetivo Geral da Pesquisa**

Avaliar o impacto do ensino Metacognitivo e do ensino Convencional dos alunos nos resultados de suas avaliações na disciplina de Cálculo com aplicação de testes de inteligência e

desenvolvimento de estratégias que possibilitem ao aluno aprender Cálculo ao longo do período letivo e que contribuíssem com sua capacidade de aprender a aprender.

### **Objetivos Específicos da Pesquisa**

- Sistematizar procedimentos para a elaboração de estratégias metacognitivas para o aprendizado de Cálculo;
- Desenvolver atividades para a promoção da capacidade crítica do estudante em relação ao seu saber matemático;
- Proporcionar ao grupo de estudos, melhores condições de aprendizado autorregulado, dando significação ao como e por que de ser crítico na forma do pensar;
- Oferecer um Produto Educacional com ação focalizada nas estratégias sistematizadas em forma de um livreto para ser usado pelos alunos na criação de suas futuras estratégias de aprendizagem.

### **A Organização da pesquisa**

Esse trabalho está dividido em sete capítulos, com o objetivo de destacar as afinidades que os constituem e sua ligação para a construção desta dissertação. No Capítulo 1, tratamos da fundamentação teórica da pesquisa, onde se procuram elucidar o significado do conceito de Aprendizagem e das realidades que o recobre e sua relação com a promoção e construção da metacognição em sala de aula.

No Capítulo 2 apresentamos a metodologia da pesquisa e os sujeitos da que a compõem. No Capítulo 3, é visto a sequência didática utilizada como ferramenta da promoção da metacognição em sala de aula.

No Capítulo 4, demonstramos os resultados e discursões da aplicação da sequência didática na IES. No Capítulo 5, trazemos a conclusão da pesquisa. No capítulo 6 apresentamos o produto educacional e seu link para acesso e aplicação em sala de aula.

## CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em razão da necessidade de se considerar as distintas percepções das muitas pesquisas na psicologia educacional e na psicometria e da heterogeneidade dos aspectos envolvidos, a natureza desta pesquisa envolveu métodos procedimentais quantitativos e qualitativos, com foco na aproximação entre o ensino da matemática e a psicologia (BOGDAN; BIKLEN, 2003).

Estudantes metacognitivos selecionam e buscam as abordagens certas, monitoram ativamente o progresso de suas abordagens e podem se recuperar de escolhas inadequadas na solução de um problema (PORTILHO, 2009).

Segundo Portilho, (2009) e Locatelli (2014), habilidades executivas de resolução de problemas como previsão, verificação, monitoramento, teste de realidade, coordenação e o controle deliberado das tentativas de resolver problemas são atributos do pensamento eficiente de alunos ditos metacognitivos.

Metacognição se refere ao pensamento de uma pessoa sobre seus processos cognitivos. Constitui conhecimento metacognitivo (conhecimento sobre tarefas, pessoas e estratégias), monitoramento e regulação metacognitiva. Isso inclui o conhecimento de propriedades relevantes de informações ou dados, observando suas limitações em relação ao conhecimento e percebendo a necessidade de revisar certos aspectos do trabalho durante e após a realização de uma atividade. O uso de estratégias organizadas na resolução de problemas garante o sucesso na aprendizagem do estudante (DIGNATH e BÜTTNER, 2018).

A regulação da cognição tem um efeito positivo no desempenho intelectual e sua ausência tem um impacto negativo considerável. Metacognição ajuda os alunos quando estudam Cálculo ou outra ciência a perceberem que há um problema a ser resolvido, articulam as formas de defini-lo e entender como chegar a uma solução (JOU e SPERB, 2006).

Dentro de um contexto de resolução de problemas de matemática, o conhecimento sobre tarefas cognitivas e consciência dos níveis de dificuldade de um determinado problema, demonstram uma compreensão das demandas da tarefa, selecionando uma estratégia apropriada para implantar e reconhecer as limitações de uma estratégia. Este é um exemplo de autoconhecimento, abrangendo o conhecimento de seus pontos fortes e fracos, uma autoconsciência de sua base de conhecimento e profundidade acerca do que se tem como conhecimento prévio de cálculo (SHILO e KRAMARSKI, 2019; LOCATELLI, 2014).

Atividades de monitoramento e autorregulação irão fazer parte das estratégias metacognitivas que incluem o planejamento de como resolver o problema, revisando o

conhecimento disponível da tarefa, escolhendo uma estratégia, revendo ativamente a implementação desta estratégia e fazendo alterações ou verificações sempre que necessário. Essas constantes verificações em certos estágios podem ser acionadas por experiências anteriores de identificação de possíveis erros ou pela realização de uma maneira mais rápida de resolver problemas específicos da área de cálculo (VEENMAN, 2017).

Isso só ocorre com alunos que possuem ou desenvolveram certos esquemas de resolução de problemas, os ditos alunos metacognitivos. O sentimento de súbita realização de progresso ou compreensão constitui experiências metacognitivas, que fazem parte do monitoramento metacognitivo.

Segundo Rosa e Alves Filho (2008), do ponto de vista da aprendizagem, ensinar aos alunos estratégias cognitivas e metacognitivas requer a adoção de abordagens pedagógicas que promovam o desenvolvimento destas competências. Estes autores formularam a seguinte pergunta em sua pesquisa: "Como é possível acionar os mecanismos gerativos de estratégias para melhorar a competência na resolução de problemas"?

Esta visão define o que fundamenta esta dissertação na busca da promoção da metacognição como estratégia de aprendizagem, fornecendo um contexto que permite ao aluno acionar ou desabilitar mecanismos geradores envolvidos no sucesso ou fracasso durante a resolução de problemas de cálculo, colocando a abordagem dentro de uma perspectiva realista crítica na obtenção de melhores indicadores da promoção dos alunos.

Foi realizada uma revisão na bibliografia em duas áreas: o ensino de Cálculo e em Metacognição; buscando dados teóricos e análises de casos que fundamentassem a pesquisa, categorizando o entendimento de como o aluno constrói seu saber e forma suas estratégias para o estudo e entendimento de Cálculo em Matemática e a internalização deste conhecimento na melhoria permanente e significativa dos resultados dos discentes.

O primeiro artigo publicado por Veenman, Van Hout-Wolters e Afflerbach em 2006, descreveu e delineou questões importantes que dominavam o campo da Metacognição. Um dos principais problemas apresentados por estes autores é a abundância de definições para metacognição encontradas em periódicos nas áreas de psicologia educacional, psicologia cognitiva, psicologia do desenvolvimento, ciências cognitivas, ciências da aprendizagem, educação STEM e ciências da computação. A abundância de definições descreve vários constructos, suposições, processos, mecanismos e assim por diante que impedem uma definição unificada do termo metacognição em qualquer área.

Apesar de numerosos avanços no campo, mais trabalho teórico precisa ser feito para atingir uma definição unificada de metacognição e seus componentes inter-relacionados (ver Dunlosky e Rawson, 2019; Panadero, 2017; Schunk e Greene, 2018). Um trabalho recente elaborado por Norman *et al.* (2019) traz uma revisão dos principais avanços na metacognição em diferentes subcampos da psicologia e na educação.

Um tema como a metacognição vem atraindo pesquisadores e educadores em diferentes áreas baseada em sua relevância para a compreensão da aprendizagem, resolução de problemas, raciocínio, compreensão conceitual entre alunos de todas as idades, tópicos, domínios, tarefas e contextos. O desafio se torna ainda mais pronunciado quando verificamos a educação superior e sua aplicação. Além disso, a aplicação da pesquisa metacognitiva para configurações do mundo real tem sido útil em diversos domínios, como educação, depoimento de testemunhas oculares, resolução de problemas, envelhecimento e neuropsicologia.

A capacidade do ser humano de aprender a aprender continuamente é uma questão importante que merece prioridade, dado o foco nacional e internacional nas habilidades e competências demandadas para o século XXI, automação da força de trabalho e a necessidade de alunos e trabalhadores serem flexíveis, adaptativos, críticos e capazes de transferir conhecimento metacognitivo e habilidades para uma variedade de desafios em evolução (por exemplo, aprendizagem remota durante pandemias, automação no local de trabalho) e em aplicativos do mundo real (GREENE *et al.*, 2015; KLEITMAN e NARCISS, 2019).

Além da trajetória de desenvolvimento na aquisição de conhecimentos e habilidades metacognitivas, permanece a questão de como melhor ensinar e treinar alunos para desenvolver a metacognição geral e específica de domínio, em particular o Cálculo. Esse desafio se estende não apenas aos alunos e trabalhadores, mas também aos programas de preparação de professores, onde ensinar os professores a aprender, usar, modelar, instruir e promover a metacognição em seus alunos é fundamental para melhorar a preparação dos mesmos para o aprendizado futuro (CALLAN e SHIM, 2019; DIGNATH e BUTTNER, 2018; SHILO e KRAMARSKI, 2019).

A capacidade de refletir sobre nossos pensamentos e comportamentos são considerados, por alguns, a base do que nos torna distintamente humanos. Na verdade, a autorreflexão e o conhecimento pessoal formam a base da consciência humana. Mesmo sem consciência, os humanos podem aprender, mudar e se adaptar em função dos eventos e contingências no ambiente social e físico (FLAVELL, 1979).

O que aparece exclusivo para os humanos e o que tem fascinado as mentes de inúmeros filósofos e cientistas é a autorreflexão da natureza do pensamento humano. Os humanos são capazes de monitorar o que é percebido, julgar o que é aprendido ou o que requer aprendizagem e prever as consequências de ações futuras. Além disso, podemos distinguir a realidade da imaginação, avaliar a qualidade de nossas próprias respostas e fazer planos para o futuro.

A literatura sobre instrução metacognitiva indica claramente que três condições para adquirir e instruir através de processos de aprendizagem metacognitivas deve incluir: (1) incorporação de instrução metacognitiva na questão do conteúdo para garantir conectividade, (2) informar os alunos sobre a utilidade das atividades metacognitivas para fazê-los exercer um esforço inicial extra e (3) treinamento prolongado para garantir a aplicação suave e contínua da atividade metacognitiva.

Apesar desses princípios globais, existem alguns exemplos notáveis em matemática (SHILO e KRAMARSKI, 2019; KIAT, 2005; JACOBSE e HARSKAMP, 2012), mas a instrução metacognitiva permanece amplamente inexplorada. Por fim, muitos dos problemas apresentados por estes pesquisadores acima relacionados à distinção entre generalidade de domínio versus especificidade de domínio da metacognição também se aplicam ao problema de aprendizagem de cálculo no ensino superior e sua promoção com atividades paralelas ao proprio ensino de cálculo.

Além disso, parece que as habilidades metacognitivas se desenvolvem inicialmente em domínios separados, e mais tarde se generalizaram (VEENMAN, 2017). No entanto, pesquisas futuras precisam determinar os processos responsáveis por essa transferência entre domínios ao longo da trajetória de desenvolvimento, esta mesma observação se constata na passagem do ensino médio para o superior, quando ocorre uma ruptura entre os meios e modos de se construir conhecimento.

Esses processos de mudança de nível de aprendizagem levantam questões relacionadas à transferência, conexão entre instrução e *feedback* fornecido por professores, pais e colegas, e o desenvolvimento desses processos em ambientes educacionais e locais de trabalho formais e informais. A acessibilidade onipresente a diferentes tipos de tecnologias de aprendizagem (por exemplo, jogos, simulações, sistemas virtuais imersivos) levanta a questão de saber se o desenvolvimento da metacognição pode ser acelerado com base no uso das TDIC's (tecnologia digital de informação e comunicações) em nossa sociedade.

Desta forma, quando se pensa nos pilares que darão sustentabilidade à metacognição como estratégia de aprendizagem, pensa-se rapidamente na própria capacidade de

autorreflexão. Esta característica humana, vinculada à própria necessidade de aprender Cálculo é fator motivador para transpor a didática, vencer os obstáculos didáticos, criar campos conceituais em função de situações didáticas para a gênese da formação do conhecimento matemático, sendo seu efeito didático a metacognição (BROUSSEAU, 1996, 1996a).

Segundo Beber *et al.* (2014, p. 145):

Aprender é diferente de compreender, pois provoca mudanças de comportamento, proporciona reflexão sobre o próprio fazer pedagógico e faz do aprender um prazer. As situações de aprendizagem demandam diversas estratégias para que seja viabilizado o aprender. O aprendizado é uma organização de procedimentos, com função clara que suscita o sujeito à realização de tarefas.

Pensar em como se constrói ou modifica o saber no estudante adulto não é uma tarefa suave. Pode ser uma questão de método ou questão metodológica do como se faz e do como se pensa acerca dos fatos, entre a cognição e a metacognição e seus meios de suporte. No que diz respeito à apropriação e construção do saber e do conhecimento de Cálculo na graduação, busca-se aqui retratar conceitos já aceitos que apoiem não de forma incondicional a visão do pesquisador, mas que garantam uma aplicação irrefutável sobre a característica ensinável da metacognição.

Sabemos que a falta de sentido na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral origina-se, em parte, das dificuldades decorrentes dessa transposição. O aluno só compreende os vínculos do conteúdo estudado quando fica compreensível para ele essa passagem. Por isso, contextualizar no ensino de Cálculo vincularia os conhecimentos aos lugares onde foram criados e onde são aplicados, isto é, incorporar vivências concretas ao que vai se aprender e incorporando o aprendizado a novas vivências. (BARBOSA, 2004, p. 41)

Mudanças significativas ocorreram na educação matemática nas últimas décadas. No contexto brasileiro, somos capazes de acompanhar os desenvolvimentos que ocorrem em países mais avançados e mais resilientes a práticas educativas eficientes. Isso inclui áreas como compreensão conceitual, raciocínio e resolução de problemas versus ensino convencional, que é caracterizado pela apresentação de fatos e procedimentos, seguido de práticas com o uso de procedimentos, sem foco em conceitos matemáticos subjacentes (STEIN *et al.* 2017).

Beber *et al.* (2014, p.145), afirma que para o sujeito compreender as formas pela qual aprende e amplia seu repertório de saberes, “se faz necessário a presença de um mediador, que proporcionará ao aprendente mecanismos de interação e superação dos insucessos na aprendizagem de Cálculo”.

## 1.1 METACOGNIÇÃO E CONHECIMENTO METACOGNITIVO

Na última década, grandes avanços foram feitos na avaliação da metacognição. Embora questionários de autorrelato, entrevistas e observações ainda sejam amplamente usados por pesquisadores, tem havido um aumento recente na pesquisa usando métodos orientados para o processo, como a combinação de *think-louds* simultâneos, rastreamento ocular, gravações de interações de aprendizagem e assim por diante (AZEVEDO *et al.*, 2019; AZEVEDO e ALEVEN, 2013).

Segundo Taub e Azevedo (2019), esses métodos intrusivos e discretos têm sido usados extensivamente em estudos de laboratório, mas estão lentamente mudando para configurações do mundo real, como salas de aula, casas, ambientes informais, locais de trabalho e incorporados em tecnologias de aprendizagem avançadas (por exemplo, cursos EAD).

Os processos metacognitivos agora podem ser detectados, medidos, rastreados e modelados com mais precisão e exatidão. Apesar dos pontos fortes dessas novas técnicas e métodos, os pesquisadores continuam a lutar com questões de validade, confiabilidade, ausência de dados, erros do instrumento, inferências sobre processos metacognitivos específicos com base em canais de dados multimodais, dados de alinhamento temporal, mapeamento de processos metacognitivos para suposições baseadas em teorias (ADAGIDELI, SARAÇ e ADER, 2015; BATEN, PRAET e DESOETE, 2017).

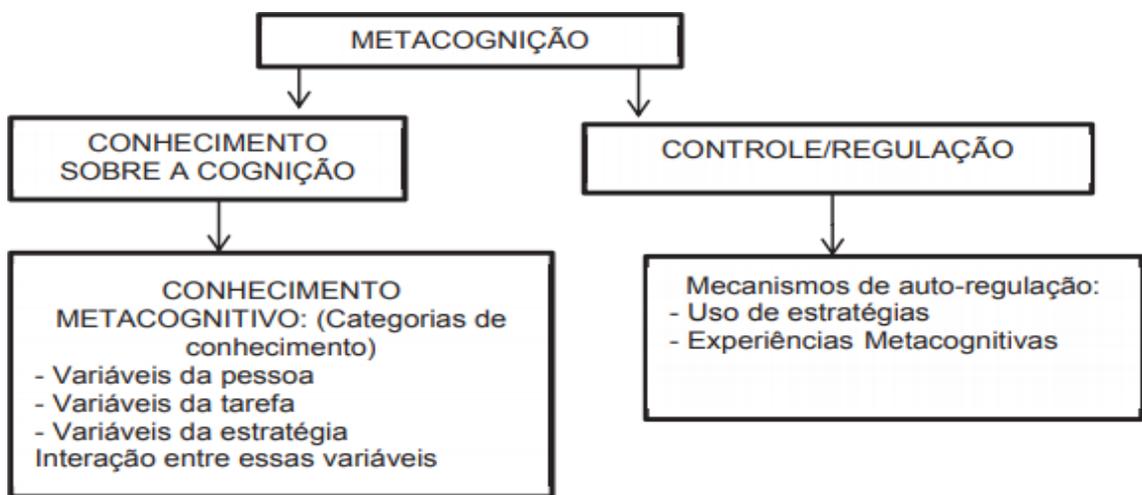
Para Baten e Desoete (2019), além de resolver esses desafios, o trabalho também precisa ser aumentado usando projetos de métodos múltiplos que convergem fontes múltiplas de dados metacognitivos com estudos que duram mais do que alguns minutos, horas ou dias (ou seja, estudos longitudinais seriam ideais, mas nem sempre são práticos e são caros de realizar). Por último, o recente surgimento do uso de mineração de dados e aprendizado de máquina para estudar a metacognição, contribuiu imensamente para compreender a natureza dos processos metacognitivos, especialmente com o aprendizado avançado em tecnologias.

Crenças metacognitivas, consciência metacognitiva, experiências metacognitivas, conhecimento metacognitivo, sentimento de saber, julgamento de aprendizagem, teoria da mente, metamemória, habilidades metacognitivas, habilidades executivas, habilidades de ordem superior, meta-componentes, monitoramento de compreensão, estratégias de aprendizagem, estratégias heurísticas e autorregulação são vários os termos comumente associados à metacognição, para este trabalho reduzimos o termo a metacognição apenas.

No sentido da aprendizagem no ensino superior, Araújo (2002) considera como definição de metacognição o conhecimento que o estudante tem sobre seus próprios processos

cognitivos ou a questões relacionadas a eles, como as situações envolvidas para assimilar certo conteúdo de cálculo, os procedimentos cognitivos adequados para executar uma atividade, o emprego de estratégias para resolver problemas, entre outras.

Em seu estudo, Grendene (2007) conclui a problemática da definição da metacognição, apresentando os dois componentes mais gerais propostos por Flavell que contam com ampla aceitação: o conhecimento sobre a cognição e o controle ou regulação da cognição. A seguir apresenta-se, na Figura 1, o esquema construído por Grendene (2007), visando favorecer a compreensão do modelo elaborado por Flavell (1979).



**Figura 1: Organização do modelo metacognitivo proposta por Flavell (1979)**

*Fonte: Grendene, 2007*

O esquema de Grendene (2007) se mostra consonante com as considerações de Ribeiro (2003) a respeito do modelo de Flavell, para a segunda autora há uma íntima relação entre o conhecimento e a regulação da cognição, justificativa que a conduz a aprofundar o estudo sobre eles. No estudo em questão, apresenta o conhecimento metacognitivo como conhecimento ou crença que o aprendiz possui sobre si próprio, sobre os fatores ou variáveis da pessoa, da tarefa e da estratégia e sobre o modo como a metacognição se transforma e cria conhecimento.

A importância da Metacognição no desenvolvimento das habilidades dos alunos, relacionada à solução de problemas de matemática foi apresentada por Chairani (2016). O autor afirma que as implicações da aplicação da Metacognição na didática dos professores não são apenas sentidas em matemática e sim em todo o quadro de disciplinas do ensino superior. Os alunos vão aprendendo, mas monitorando os processos de pensamento deles para desenvolver um caráter positivo e formação de personalidade que podem ser desenvolvidos em cada

aprendizado. Para este autor, os alunos são ditos ter metacognição se, na resolução de problemas matemáticos apresentarem habilidades que se realizam em três estágios:

- (1) compilar um plano de ação,
- (2) monitorar ações de solução de problemas e;
- (3) avaliar a solução de problemas e ações.

O que se verifica como afirmação positiva é que o desenvolvimento da metacognição ocorre gradualmente, construindo ou identificando eficientes estratégias cognitivas para substituir as ineficiências na aprendizagem de cálculo no ensino superior. Para Lai (2011) as habilidades metacognitivas melhoram com a idade; no entanto, verifica-se que o monitoramento e avaliação da cognição se desenvolvem lentamente e pode não estar completo em muitos adultos, o que torna mais lento a aprendizagem de cálculo, neste caso requerendo por parte do aluno mais rigor no próprio desenvolvimento da metacognição. Desta forma acredita-se que a metacognição é ensinável como conhecimento estratégico e que continua a se desenvolver quando os alunos compreendem as interações entre variáveis de memória, como características da tarefa, esforço e estratégias metacognitivas (LAI, 2011).

Nesta dissertação assumiremos como definição de metacognição – “aquilo que tem sido usado para descrever nosso conhecimento sobre como percebemos, lembramos, pensamos e agimos; isto é, o que sabemos sobre o que sabemos”. Esta definição foi originalmente desenvolvida para caracterizar mudanças em si mesmo numa reflexão durante o desenvolvimento inicial da aprendizagem autônoma e dos domínios subjacentes, em particular a matemática (FLAVELL, 1979).

## **1.2 METACOGNIÇÃO E A MATEMÁTICA**

O conhecimento metacognitivo, foco deste estudo, é um conhecimento declarativo sobre cognição que deriva da memória de longo prazo de uma pessoa sobre si mesma ou sobre os outros. Isso se refere a conhecimento explícito ou implícito dos indivíduos (por exemplo, ideias e crenças) sobre diferentes fatores, incluindo pessoas, tarefas, objetivos e estratégias (EFKLIDES, 2006, 2008; MARULIS *et al.*, 2016; YEN *et al.*, 2017).

Automonitoramento, monitoramento das atividades cognitivas de outras pessoas, comunicação com outras pessoas e a conscientização sobre experiências metacognitivas pessoais poderia ajudar a manter constante, atualizada e revisando constantemente o conhecimento metacognitivo (EFKLIDES, SCHWARTZ e BROWN, 2018).

Recentemente, Radmehr e Drake (2017, 2018, 2019) exploraram as experiências e habilidades metacognitivas dos estudantes em relação ao cálculo de derivadas e de integral. Os resultados mostraram que, durante a resolução matemática de problemas, muitos estudantes não verificam suas respostas e seus julgamentos sobre sua capacidade de resolver problemas matemáticos, para estes pesquisadores a rotina é puramente mecanizada.

Para Radmehr e Drake (2019a, 2019b), o conhecimento da metacognição é uma possibilidade de interação entre o conhecimento de alguém e a capacidade de realizar suas tarefas, os caracteres da tarefa e a estratégia que podem ser usadas para realizar as tarefas. A observação de regulação ou metacognição são as atividades relacionadas ao planejamento, monitoramento, avaliação de alguém e ao processo de cognição para controlar o processo, atos negligenciados por estudantes e professores nas atividades de resolução de problemas.

Alunos que são continuamente desafiados a empregar a metacognição enquanto estão construindo sua compreensão conceitual, tornam-se cientes do que já sabem, mas também estão cientes do que não sabem e precisam adquirir habilidades para prosseguir com sua compreensão. Os alunos que empregam metacognição tornam-se “aprendizes estratégicos, autorreguladores habilidosos que periodicamente verificam a utilidade de seus métodos de aprendizagem, monitorando seu progresso em direção aos objetivos de aprendizagem”. Aumentar o conhecimento metacognitivo ajuda os alunos a se tornarem mais responsáveis por seu processo de aprendizagem e autonomia.

### **1.3 METACOGNIÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA**

Em um estudo realizado por La Misu, Budayasa e Lukito (2018), estes pesquisadores estudaram a metacognição entre dois grupos de estudantes: alunos de Matemáticos e alunos de Educação Matemática em função dos seus interesses de formação. Para entender o conceito de cálculo integral usaram a teoria de Bloom desenvolvida por Anderson *et al.* (2001) e pode ser vista na Tabela 1, a forma que construíram suas categorias de estudo.

**Tabela 1: Teoria de Bloom desenvolvida por Anderson et al. (2001)**

categorias	indicadores	definição
interpretando	esclarecendo, parafraseado, representando e transpondo	mudando de uma forma de representação para outra
exemplificando	ilustrando e instanciando	encontrando um exemplo específico ou ilustrando um conceito ou princípio
classificando	categorizando	determinando algo que pertence a uma categoria
sumarizando	abstraindo e generalizando	abstraindo um tema geral ou ponto principal
inferindo	concluindo, extrapolando, interpolando e predizendo	desenhando uma lógica conclusiva da informação apresentada
comparando	construindo, mapeando e combinando	encontrando similaridades e diferenças entre dois ou mais objetos, eventos, ideias, problemas ou situações
explicando	construindo modelos	construindo as causas e os efeitos do modelo do sistema

**Fonte: Adaptado pelo Autor**

Estes autores pesquisaram apenas duas categorias de compreensão conceitual: interpretando e exemplificando. O perfil de metacognição na compreensão do conceito de cálculo integral, especialmente a categoria resumir e explicar, pode ser visto a partir de dois componentes da metacognição, ou seja, para estes autores o conhecimento cognitivo consiste em conhecimento declarativo, conhecimento procedimental e conhecimento condicional como afirma Flavell (1979) e habilidades de metacognição consistindo em planejamento, monitoramento e avaliação (La MISU, BUDAYASA e LUKITO, 2018).

A revisão do perfil de metacognição dos alunos foi diferenciada entre alunos de Matemática e alunos de Educação Matemática. Assim, o objetivo dos pesquisadores foi produzir o perfil de metacognição de alunos de Matemática e Educação Matemática na compreensão do conceito de cálculo integral.

Estes autores concluíram que: A categoria interpretando para os alunos de Matemática e alunos de Educação Matemática foram capazes de usar conhecimentos e habilidades de metacognição na compreensão do conceito de integrais indefinidas. Os autores também concluíram que para os conceitos de integrais definidas, os alunos de Matemática, não foram competentes e capazes de usar seus conhecimentos e habilidades de metacognição. Para os alunos de Educação Matemática concluíram que os mesmos usaram apenas habilidades de metacognição. Na categoria exemplificação, os alunos de Matemática usaram o conhecimento e as habilidades de metacognição na compreensão do conceito de integrais indefinidas,

enquanto para os conceitos de integrais definidas usaram apenas habilidades de metacognição (La MISU, BUDAYASA e LUKITO, 2018; TARRICONE, 2011).

Enquanto isso, os alunos de Educação Matemática usaram o conhecimento e as habilidades de metacognição na compreensão do conceito de integrais indefinidas e definidas. Portanto, os alunos de Matemática precisaram aprender como expressar seus pensamentos aos outros quando foi solicitado para descreverem suas ações na solução do problema. Como descrito por estes pesquisadores, ensinar estratégias metacognitivas para o aluno pode levar a uma melhoria significativa em seu desempenho (La MISU, BUDAYASA e LUKITO, 2018).

La Misu, Budayasa e Lukito (2018), sugerem que os alunos podem estar aprendendo a pensar seus próprios processos de pensamento e aplicar estratégias de aprendizagem específicas para pensar por si próprios através de tarefas difíceis. Isso possibilita ao professor de Cálculo mediar com o aluno a buscar estratégias metacognitivas, que devem ser aperfeiçoadas e ensinadas independentes do contexto. Questões essas que reforçam as falas dos principais pesquisadores como Flavell, ao estudar a metacognição, como uma estratégia de ensino (YEN, WANG, CHANG, CHEN, HSU e LIU, 2017).

Segundo Tarricone (2011), até estudos recentes e apontamentos realizados pelo MEC (2018), dentre essas questões encontra-se o fato de um elevado número de estudantes não conseguirem obter êxito na disciplina de Cálculo, não aprendendo o conteúdo de forma duradoura, mesmo após sua saída da faculdade; caso tão recorrente e que se evidencia no semestre seguinte, com perda significativa do conhecimento retido na memória de curto prazo.

O MEC (2018) instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em engenharia e tecnologia; definindo (RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019):

#### CAPÍTULO II: DO PERFIL E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DO EGRESSO

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:

a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

b) aprender a aprender.

Assim, o progresso no conhecimento de Cálculo através da Metacognição e sua experimentação e construção pelo aluno deve-se muito às estratégias de ensino para a promoção da aprendizagem e autonomia do aluno (SCHNEIDER e ARTELT, 2010; SCHRAW, 1998; SCHRAW e DENNISON, 1994).

A Matemática tem uma relevância social e científica considerável e contribui significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico de um país. Sabe-se que inúmeros alunos possuem certa aversão ao estudo de conceitos matemáticos e nosso desafio, enquanto professor de Matemática é despertar em nossos alunos o prazer por aprender Matemática, fazendo com que superem possíveis repulsas ou preconceitos (NELSON e NARENS, 1994).

#### **1.4 FERRAMENTAS PARA A PROMOÇÃO NO DESENVOLVIMENTO METACOGNITIVO**

Na faculdade, há oportunidades de romper com o paradigma da educação bancária, oportunizando aos estudantes a busca e a construção de conhecimentos de forma autônoma e reflexiva. Contudo, desafiá-los continuamente a lerem textos, a assistirem a vídeos e a resolverem desafios antes de sua chegada à sala de aula, se faz necessário para problematizar conteúdos na área de cálculo com significado.

A investigação desenvolvida junto à literatura especializada identificou a existência de uma variedade de recursos e ferramentas didáticas que apresentam como suporte uma concepção de aprendizagem construtivista. Tomando por referência as pesquisas que além de promover a construção do conhecimento, também favorecem o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, encontram-se três ferramentas, consideradas como favorecedoras do pensar sobre o próprio pensamento e aplicada nesta dissertação (EFKLIDES, SCHWARTZ e BROWN, 2018).

Um dos fatores mais importantes que vinculam as ferramentas aqui apresentadas é o fato de convergirem para a pessoa do aluno, do aprendente numa característica intrínseca: intrapessoalidade da metacognição. A relação do ser com o ser e a construção dos conhecimentos fundamentada na mediação, na existência de um guia para o aluno que se aventura na construção do seu saber pela aprendizagem de métodos, procedimentos e atitudes que fortaleçam seu crescimento como cidadão.

### 1.4.1 Mapas Conceituais

Os mapas conceituais são recursos gráficos que destacam as relações entre os conceitos, ligados por palavras. São representados por uma estrutura que vai desde conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. Novak, considerado o criador dos mapas conceituais, apresenta uma proposta de trabalho baseada na teoria de aprendizagem de David Ausubel, a qual estabelece que o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, cabendo ao professor determinar e ensinar de acordo com suas necessidades.

O conceito central desta teoria é o de aprendizagem significativa, entendida como um processo no qual novas ideias e informações interagem com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende a aprender (MOREIRA, 1999).

Nesse sentido, vários pesquisadores e professores vêm associando a utilização dos mapas conceituais como ferramenta metacognitiva, uma vez que a sua construção requer dos estudantes conhecimentos que decorrem da identificação daquilo que já sabem, e também da regulação deste conhecimento no momento da realização das atividades, ou seja, das habilidades metacognitivas (CALLAN e SHIM, 2019).

A construção dos mapas requer uma trajetória de passos que vão desde a identificação do conceito central; da organização hierárquica desses conceitos; da identificação das palavras que permitam ligá-los entre si, formando as proposições que são as que outorgam significado aos mesmos; da busca por pontes de ligações indiretas; da constante avaliação e dos ajustes na estrutura do mapa.

Monereo e Castelló (1997) relatam que, ao utilizar mapas conceituais como ferramenta didático-metodológica, é necessário que sua introdução seja feita de forma lenta e gradual, uma vez que os estudantes não estão preparados para a sua utilização. Assim, os autores sugerem alguns passos anteriores à construção dos mapas, que poderão auxiliá-los na sua confecção, tais como: iniciar por uma breve explicação sobre os conhecimentos em discussão; solicitar a realização de um resumo do conteúdo; identificar os conceitos chaves e as palavras de conexão entre os conceitos (conectores); e, por fim, construir os mapas propriamente ditos.

Os mesmos autores acrescentam que, em muitas situações, se torna importante incrementar alguns procedimentos mais detalhados para que os estudantes cheguem à elaboração de tais mapas. Entre as sugestões está a de solicitar aos mesmos a construção de mapas referentes aos conhecimentos que eles já possuem, antes de iniciar o novo, como forma de retomar aquilo que eles já sabem; entregar a eles uma lista com os principais conceitos do

conteúdo, deixando por conta deles os conectores destes conceitos; ou ainda, entregar mapas já construídos, mas com conceitos ou conectores apagados.

Tais sugestões são importantes de serem mencionadas neste estudo, uma vez que a utilização dos mapas conceituais no ensino de Cálculo vem tomando uma significativa dimensão nos últimos anos, porém percebe-se que os alunos não estão sendo preparados para sua utilização, dificultando e limitando a potencialidade desta importante ferramenta na apropriação/construção do conhecimento.

#### **1.4.2 Estratégia POE (Previsão-Observação-Explicação)**

A estratégia composta pela tríade: prever-observar-explicar, apresentam-se como uma importante ferramenta metacognitiva, uma vez que permite ao estudante, através da criação de situação-problema, resgatar suas concepções e propor alternativas de solução, antes mesmo de operar sobre o objeto do conhecimento. O questionamento pode tratar de explicitar as ideias, as relações entre as ideias prévias dos alunos e as teorias que permitem explicar adequadamente o fenômeno em estudo (ROSA e PINHO ALVES, 2008).

Predizer é entendido como a formulação de hipóteses, o que não significa, como se costuma pensar, que estas sejam livres de pressupostos teóricos; ao contrário, são hipóteses muitas vezes construídas a partir das discussões anteriores, ou mesmo decorrentes das concepções alternativas dos estudantes. O importante é permitir que os alunos, individualmente ou em pequenos grupos, tenham a oportunidade de expressar suas hipóteses.

Observar está voltado a questões de retomada de experiências vividas, seja ela uma reflexão individual, ou compartilhada com os demais colegas. Nas atividades experimentais, a capacidade de observação dos eventos é uma habilidade fundamental, pois o autocontrole diante do objeto de observação apresenta-se como indispensável na aprendizagem. Outra característica que se faz presente neste momento é saber compartilhar com os colegas o que foi observado, saber ouvir, discutir, expor suas ideias e aceitar a dos outros. O trabalho em equipe é o espaço no qual cada membro é instigado a trazer suas contribuições pessoais e assim elaborar um resultado compartilhado.

Explicar refere-se à retomada das hipóteses iniciais e o confronto com novos conhecimentos. Saber explicitar ideias e formas de pensamento é fundamental para a construção do conhecimento. Quando o trabalho é realizado em equipe, a capacidade de explicação oportuniza construir relações de respeito, confiança, apoio mútuo e também valoriza a autonomia e a autossuficiência. O fato de ter que explicar aos outros o seu pensamento e os

mecanismos pelos quais chegou à determinada conclusão ou hipótese, obriga a tomada de consciência de si mesmo e da sua verbalização.

Esse confronto de ideias, a sua permanente análise, possibilita aos estudantes o controle e a regulação dos seus processos cognitivos. Esta ferramenta didática se torna fundamental quando se busca desenvolver o pensamento metacognitivo, principalmente no desenvolvimento de atividades experimentais. Não se pode confundir com as tradicionais experiências de demonstração de cátedra, presente no ensino tradicional do começo do século XX, conforme chama a atenção Campanário (2000). Mas, sim, são atividades que primam pela interação entre aprendiz e objeto do conhecimento, de modo que aquele reflita sobre seu conhecimento e faça suposições, tomando consciência de seus próprios processos cognitivos. Continua o autor mencionando que as atividades de predizer-observar-explicar, além de permitirem resgatar as concepções prévias dos estudantes, fazendo-os tomar consciência de seu pensamento, podem mostrar a eles que a ciência é contraintuitiva, e que a aprendizagem requer certo esforço de abstração. Acrescenta ainda o autor que esta estratégia metacognitiva permite aos alunos se convencerem de que o Cálculo serve para entender situações e problemas cotidianos.

### **1.4.3 Questionamentos ou Perguntas Metacognitivas**

De acordo com Giaconi (2006) um bom pensador é um sujeito cuja mente observa a si mesmo. Aquele que se observa, guia e avalia a si mesmo intelectualmente, é aquele que pode organizar seus próprios processos de pensamento com eficácia, que pode dar um passo atrás mentalmente e deter-se, a observar seu pensamento enquanto este se desenvolve, diagnosticando suas deficiências e identificando seus pontos fortes. Continua a autora destacando que, como forma deste processo metacognitivo ser estabelecido, as situações didáticas precisam favorecer aos alunos a capacidade de estabelecer parâmetros que lhes permitam exercer um trabalho cada vez mais autônomo sobre o processo de desenvolvimento das tarefas (AZEVEDO *et. al.*, 2019).

Do mesmo modo, é preciso adotar critérios e referenciais para que eles possam planejar, controlar e avaliar o desenvolvimento das tarefas a serem realizadas. Neste sentido, a utilização de um guia de perguntas, que se refere aos conhecimentos específicos da disciplina de Cálculo esteja vinculada às atitudes frente à apropriação/construção deste conhecimento, surge como alternativa.

Tais perguntas ou indagações podem ser de caráter auto-questionador: ou com formas explicitadas pelo professor ou, ainda, formuladas por parte dos próprios estudantes. O

autoquestionamento é uma forma de promover atitudes de busca pelo conhecimento e de tomada de consciência do seu modo de pensar. Pode ser de diversos tipos e estar orientado a fomentar a utilização de estratégias de estudo, de aprendizagem, de compreensão ou, até mesmo, de desenvolvimento de metodologias adequadas ao controle da própria compreensão.

O autoquestionamento é constituído de uma variedade significativa de questões de cunho interpretativo e orientador, devendo apresentar caráter contestador e avaliador para o estudante, uma vez que sua função é de reflexão sobre a ação (ROSA e PINHO ALVES, 2007).

Dentro de uma perspectiva metacognitivista, as perguntas que compõem o autoquestionamento poderão ser utilizadas sem a necessidade de estarem ligadas à atividade do conteúdo, explicitamente. Ou seja, as questões podem ser feitas pelo aprendiz, mesmo que não sejam sugeridas na atividade. Por exemplo, na resolução de problemas de Cálculo, não há necessidade de explicitar uma lista de perguntas, basta que o estudante as faça mentalmente.

A formulação de perguntas previamente organizadas pelo professor e cujo intuito está na orientação da aprendizagem, é uma estratégia propícia ao autoquestionamento, porém se distingue dele por apresentar o professor como elaborador das questões. As perguntas podem estar voltadas a estratégias de aprendizagem mais gerais ou mesmo a outras mais específicas do conteúdo em discussão.

Nesse sentido, torna-se evidente que essa opção de estratégia de aprendizagem busca promover no estudante a busca pelos seus recursos próprios, apresentando um caráter mais autodidático. Enquanto o autoquestionamento requer que o estudante seja preparado de antemão para efetuar as perguntas a ele mesmo, a formulação de questões por parte dos professores se apresenta como um mecanismo no qual as estratégias metacognitivas vão sendo ensinadas conjuntamente com exemplos de aplicação.

Ou seja, não há a necessidade de um ensino explícito da metacognição, mas ela acaba estando diluída na ação didática metodológica do professor. A terceira estratégia de aprendizagem, por questionamentos metacognitivos, representa a oportunidade dos estudantes realizarem perguntas referentes aos conteúdos, atuando como mecanismo favorecedor da identificação de possíveis problemas de compreensão ou eventuais distorções na compreensão da atividade proposta.

A verbalização na forma de linguagem escrita ou oral pode ser de três tipos: predicativa, quando se refere à planificação para a realização das tarefas, ou mesmo na forma de explicitação da concepção prévia sobre o objeto do conhecimento; simultânea à realização da tarefa, de forma a relatar os passos adotados ou os mecanismos pelo qual está concebendo o

conhecimento; e, ainda, de caráter retrospectivo, após a realização da atividade ou aquisição do conhecimento.

A crença de que os estudantes apresentam potencial para se tornarem aprendizes bem-sucedidos, assim como a consciência de que ensinar a ser autônomo e a gerenciar sua aprendizagem são fatores possíveis de serem integrados às ações pedagógicas e, ainda, a importância concedida ao ensino de estratégias de aprendizagem para melhorar o desempenho escolar, constituem-se nas principais contribuições de um processo aprendizagem metacognitivos.

## **CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA**

O presente estudo tem origem na observação das dificuldades enfrentadas pelos alunos na aprendizagem de Cálculo, que ao longo de vários semestres em sala de aula o pesquisador observou nas inquietações de alunos e suas inúmeras expressões de desconforto na aprendizagem da disciplina de Cálculo que se refletiam ao longo da graduação, tendo como resultado a sua retenção com recuperação ou promoção sem que o discente houvesse construído o conhecimento mínimo necessário para sua formação como cidadão ou profissional de nível superior.

Devido a restrições de tempo e recursos, a pesquisa foi realizada com estudantes de duas turmas do curso de Tecnologia em Mecatrônica em uma faculdade da rede privada da cidade de São Caetano do Sul em São Paulo, durante o ano letivo em que a disciplina de Cálculo I e II foi ensinada, tendo em sua ementa os seguintes temas: funções, limites, derivadas e integral a uma e várias variáveis que foram ministrados no ano de 2020.

### **2.1 SUJEITOS DA PESQUISA**

São quarenta e oito estudantes da IES regularmente matriculados no momento desta pesquisa. Todos possuem o português brasileiro como idioma primário, não relataram transtornos psiquiátricos ou doenças neurológicas em uma entrevista não estruturada aplicada pela IES (2019/2020), não estavam em uso de substâncias psicoativas que poderiam afetar seu funcionamento cognitivo e não possuíam limitações motoras ou sensoriais que poderiam afetar diretamente seu estudo e finalização do curso.

A entrevista acima citada faz parte do processo de entrada dos alunos na IES (2020), sendo realizada pelos coordenadores técnico e pedagógico da instituição, sendo armazenados no prontuário do aluno para consultas internas e registros enquanto integrante da unidade de ensino. Os participantes realizaram o processo seletivo no vestibular 2019/2020. O quadro atual de alunos da instituição é detalhado na Figura 2.



**Figura 2: Composição e distribuição do corpo discente.**

*Dados extraídos da IES fev. /2020*

Do total de alunos (92 alunos), os quarenta e oito ingressante se prontificaram de livre e espontânea vontade a fazer parte da pesquisa, desta forma cem por cento de toda a população entrante no ano de 2020 fez parte da pesquisa.

Todos assinaram um termo de consentimento quanto à participação na pesquisa, que foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFSP – Campus São Paulo (CAAE 20407119.5.0000.5473) visto no APENDICE 1. O estudo está em acordo com a Declaração de Helsinki e fará parte do trabalho de conclusão de curso do pesquisador deste manuscrito. Todos os nomes aqui constantes foram criados para manter o anonimato dos pesquisados.

## 2.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Os dados do estudo foram coletados por meio de questionários apresentados aos alunos através do Google Forms, aplicados diretamente na plataforma Teams educacional e no decorrer das aulas ao longo de 2020, seguindo o próprio plano de ensino da IES. O grupo de pesquisa é formado por:

- 22 amostras no grupo de controle/piloto – ensino tradicional/convencional;
- 26 amostras no grupo experimental/teste – ensino metacognitivo: aplicação de sequências de testes de inteligência para promoção da metacognição;
- 6 Variáveis de estudo: metodologia de ensino, gênero, escola, estratégia, quantidade e notas (obtidas nas sequências dos testes de inteligência metacognitivas e avaliações semestrais da própria unidade curricular de Cálculo).
- Sequência didática com aplicação em dois semestres de 16 testes, divididos em: memória, lógica, criatividade, inteligência emocional e matemática; todos os testes foram aplicados em inglês por questões de direitos autorais;
- Teste de normalidade Shapiro - Wilk, aplicado aos resultados obtidos;
- Aplicação do teste de Levene para verificação da homogeneidade das variâncias;
- Verificação das interações;
- Construção do boxplot e histograma;
- Aplicação do R studio para análise estatística dos dados.
- Os nomes aqui adotados são fictícios para preservação da identidade dos sujeitos da pesquisa.

O plano de Ensino da IES é elaborado dentro do contexto do curso, seguindo determinações explícitas do Projeto Pedagógico e deve conter os elementos, a saber: identificação, objetivos, ementas, conteúdo programático, metodologia, avaliação e bibliografia. Vale destacar a existência de um processo vertical, escalonado e hierarquizado das atribuições e execução do plano de Ensino, que não será exposto neste trabalho.

Desta forma foram realizados 40 encontros, no ano de 2020, dos quais 16 deles foram para aplicação da sequência didática de testes de inteligência.

A promoção do ensino metacognitivo através dos testes de inteligência antecede o ensino de Cálculo, fato este a ser apresentado no decorrer do trabalho aqui apresentado. Os testes aplicados para o delineamento da pesquisa foram obtidos da pesquisa publicada em 2005 por Philip Carter e disponibilizados em formato de livro, intitulado “*The complete book of intelligence tests*”.

“A inteligência pode ser definida estritamente como a capacidade de adquirir conhecimento e compreensão, e usá-lo em diferentes situações novas. É essa habilidade, ou capacidade, que permite ao indivíduo lidar com situações reais e lucrar intelectualmente com a experiência sensorial”. (Carter, 2005, pp. 1).

### CAPÍTULO 3 - SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Todavia, por se tratar do objetivo da pesquisa em que a sequência didática se insere, há especial interesse nas questões referentes à dimensão metacognitiva, por essa razão embasando-se nas afirmações de Flavell (1979), Feurstein (1984) e Denison *et al.* (1994) e Mortimer (2011), sobre a importância da tomada de consciência ser um processo de conceituação, em que primeiro ocorre a assimilação da prática para finalmente chegar a assimilação de conceitos, concebeu-se as atividades dos momentos para se desenvolver procedimentos que favoreçam o processo de aprendizado de cálculo, ou seja, partindo de atividades mais simples, com uma etapa intermediária em que precisa colocar em ação conhecimentos escolares já adquiridos, para enfim ir caminhando rumo a atingir a conceituação para se construir estratégias mais elaboradas para a resolução de problemas.

Antes do início de cada atividade, a mesma era explicada de forma síncrona a todos os alunos participantes do experimento, traduzindo cada questão para o português, sobre como deveria ser respondido e anotando todas as estratégias que usavam para solucionar os problemas.

Para Pais (2015), esta etapa é de suma importância na construção metacognitiva, para garantir a proximidade dos resultados de uma boa prática com a análise teórica já realizada.

Uma sequência didática é formada por um número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática. Essas aulas são também denominadas de sessões, tendo em vista o seu caráter específico para a pesquisa. Em outros termos, não são aulas comuns no sentido da rotina de sala de aula (PAIS, 2015, p. 102).

A pontuação dada em cada sequência didática era escalonada de 0 a 100 pontos, e para alunos que adotavam um número de estratégias menor ou igual a três, para este aluno era dado a classificação como não usou de estratégias (N). Para aqueles alunos com um número maior ou igual a quatro foi dado a classificação como usou de estratégias (S).

Foi realizada uma divisão na sequência didática como proposto por Carter (2005) como apresentado na sequência de dezesseis atividades que ocorreram ao longo da pesquisa:

Para facilitar a compreensão do leitor a respeito do percurso metodológico do presente estudo, apresentaremos a seguir um cronograma de cada uma das etapas que compuseram a realização da pesquisa.

- ✓ 12/02/2020 – aula Cálculo
- ✓ 19/02/2020 - aula Cálculo – teste 1(1 ao10). ANEXO 1.
- ✓ 26/02/2020 - aula Cálculo – teste 2. (11 ao 20). ANEXO 1.
- ✓ 04/03/2020 - aula Cálculo – teste 3.(21 ao 30). ANEXO 1.
- ✓ 11/03/2020 - *Feedback*
- ✓ 20/05/2020 - aula Cálculo – teste 4.(31 ao 40). ANEXO 1.
- ✓ 27/05/2020 - aula remota Cálculo – teste 5.(1 ao 10). ANEXO 2.
- ✓ 03/06/2020 - aula remota Cálculo – teste 6.(11 ao 20).ANEXO 2.
- ✓ 10/06/2020 – *Feedback*
- ✓ 17/06/2020 - Avaliação regimental.
- ✓ 24/06/2020 - aula remota Cálculo – teste 7. ANEXO 3
- ✓ 01/07/2020 - aula remota Cálculo – teste 8.ANEXO 4
- ✓ 08/07/2020 - aula remota Cálculo – teste 9. ANEXO 4
- ✓ 15/07/2020 - aula remota Cálculo – teste 10. ANEXO 4
- ✓ 22/07/2020 – *Feedback*.
- ✓ 29/07/2020 - aula remota Cálculo – teste 11. ANEXO 5
- ✓ 05/08/2020 - aula remota Cálculo - teste 12. ANEXO 6
- ✓ 12/08/2020 - aula remota Cálculo - teste 13. ANEXO 7
- ✓ 19/08/2020 - aula remota Cálculo - teste 14. ANEXO 8
- ✓ 26/08/2020 – aula remota Cálculo – teste 15. ANEXO 9
- ✓ 02/09/2020 - aula remota Cálculo– teste 16. ANEXO 10
- ✓ 09/12/2020 – 22/07/2020 – *Feedback*.
- ✓ 16/12/2020 – avaliação final semestre Cálculo.

Nos Anexos 11, 12 e 13, é visto o material de apoio para as aulas de Cálculo, bem como as observações do aluno para as aulas. Para caracterizar e diferenciar o que era aula de Cálculo e o que era momento de promoção metacognitivo com os testes de inteligência.

## **CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCURSÕES**

Apresentaremos a seguir o conjunto de observações verificadas na aplicação dos testes aplicados via Teams Educacional:

- Verificou-se que os participantes eram capazes de identificar e relatar as suas estratégias para a solução dos problemas apresentados. Partindo da concepção do pensar acerca das ideias que eles traziam como conhecimento construído ao longo do semestre. Optamos pela nomenclatura “estratégias” para propiciar aos participantes a possibilidade de responder à questão da própria Metacognição e não à solução algébrica dos exercícios propostos, além de categorizar e investigar a estratégia utilizada por cada um deles para responder a questão da pesquisa.
- Verificaram-se quais as estratégias seriam mobilizadas pelos alunos, frente aos problemas propostos.

### **4.1 CATEGORIZAÇÕES DAS ESTRATÉGIAS APRESENTADAS A PRIORI E POSTERIORI PELOS SUJEITOS DA PESQUISA**

A priori, no dia 23/01/2020, 26 alunos responderam a uma pergunta feita pelo pesquisador: Como aprender Cálculo?

Os alunos deram como resposta três frases que foram categorizadas e são descritas abaixo:

Resposta 1

Treinando exercícios iguais;

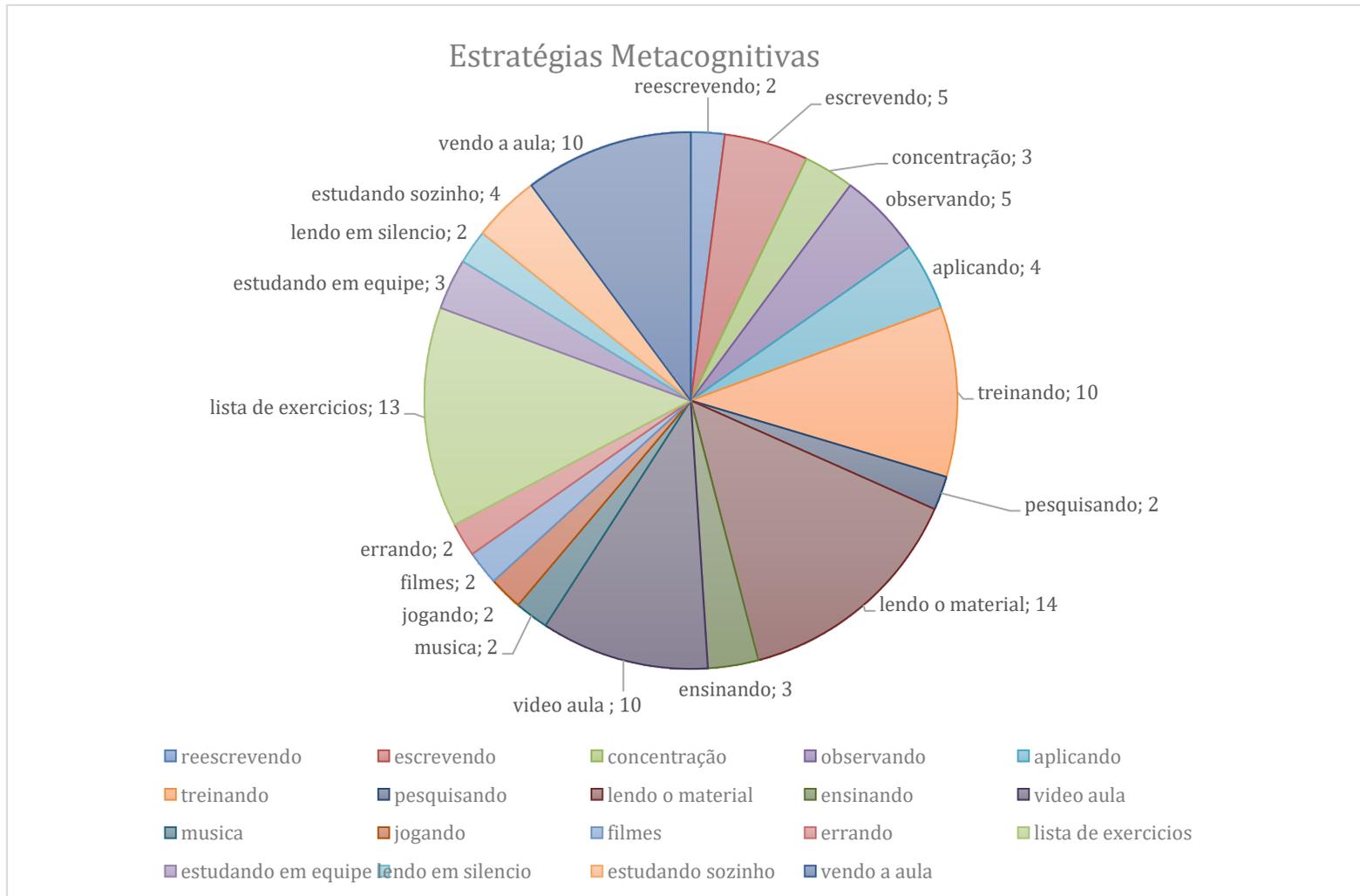
Resposta 2

Lendo o material de aula;

Resposta 3

Fazendo listas de exercícios.

A posteriori, no dia 18 de dezembro de 2020, os 26 sujeitos da pesquisa responderam à mesma pergunta: Como aprender Cálculo? As respostas dadas pelos alunos, após dois semestres de estudos fundamentados nos aspectos metacognitivos, são vistos no quadro da Figura 3.



**Figura 3: Categorização das estratégias apresentadas pelos sujeitos da pesquisa após a oficina de aprendizagem com a aplicação de métodos para a promoção da Metacognição.**

**Fonte: Autor**

De acordo com Almeida (2019), a representação e a visualização estão no núcleo da aprendizagem de alunos que constroem seus conhecimentos em função da metacognição e sua compreensão é fundamental no pensar e no aprender matemática.

Segundo Tall (2007), o pensamento é entendido como uma atividade interna e racional que envolve a reflexão sobre uma ação, sobre aquilo que vemos e pensamos acerca do que nos cerca, este mesmo autor (Tall, 2004), afirma que o pensamento matemático avançado envolve um ciclo de atividades a considerar desde o ato de modelar um problema para a pesquisa matemática até a sua formulação criativa de conjecturas, concluindo com a prova ou avaliação final onde o aluno é promovido para períodos mais avançados de sua formação acadêmica.

#### 4.2. APRESENTAÇÃO DAS NOTAS OBTIDAS NOS TESTES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA PROMOÇÃO DA METACOGNIÇÃO

Para esta simulação foi usado o R Studio versão 4.1.0 a fim de se constatar a normalidade dos dados como demonstrado na Figura 4, onde é verificado o valor de p-value, para as variáveis: Estratégia, Gênero, Escola e Metodologia.

```
R 4.1.0 - G:/DISSERTAÇÃO_2022/
> byf.shapiro(SEMANA.5~ESTRATEGIA,dados)

      Shapiro-wilk normality tests
data:  SEMANA.5 by ESTRATEGIA

      w      p-value
N 0.8694 0.007622 **
S 0.8909 0.009849 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> byf.shapiro(SEMANA.5~GENERO,dados)

      Shapiro-wilk normality tests
data:  SEMANA.5 by GENERO

      w      p-value
F 0.8311 0.01243 *
M 0.8118 4.374e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> byf.shapiro(SEMANA.5~ESCOLA,dados)

      Shapiro-wilk normality tests
data:  SEMANA.5 by ESCOLA

      w      p-value
PRIVADA 0.8066 0.0014279 **
PUBLICA 0.8295 0.0002967 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> byf.shapiro(SEMANA.5~METODOLOGIA,dados)

      Shapiro-wilk normality tests
data:  SEMANA.5 by METODOLOGIA

      w      p-value
METACOGNITIVA 0.8909 0.009849 **
TRADICIONAL   0.8694 0.007622 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> |
```

Figura 4: Teste de normalidade dos dados.

Fonte: Autor

O Teste de Shapiro-Wilk aplicado nas variáveis de estudo comprovam a falta de normalidade entre os dados coletados entre os sujeitos da pesquisa para um teste de significância de 0,05.

Resumidamente, o processo de análise utiliza um arquivo gerado no Excel chamando o *databrief*, como visto no APENDICE 2. Esse arquivo fornece as notas obtidas por cada indivíduo nas proporções de respostas corretas ao item para cada grupo numa escala de 0 a 100, ou seja, na intersecção do intervalo percentil 5 (P5) e percentil 95 (P95) dos grupos convencional e metacognitivo.

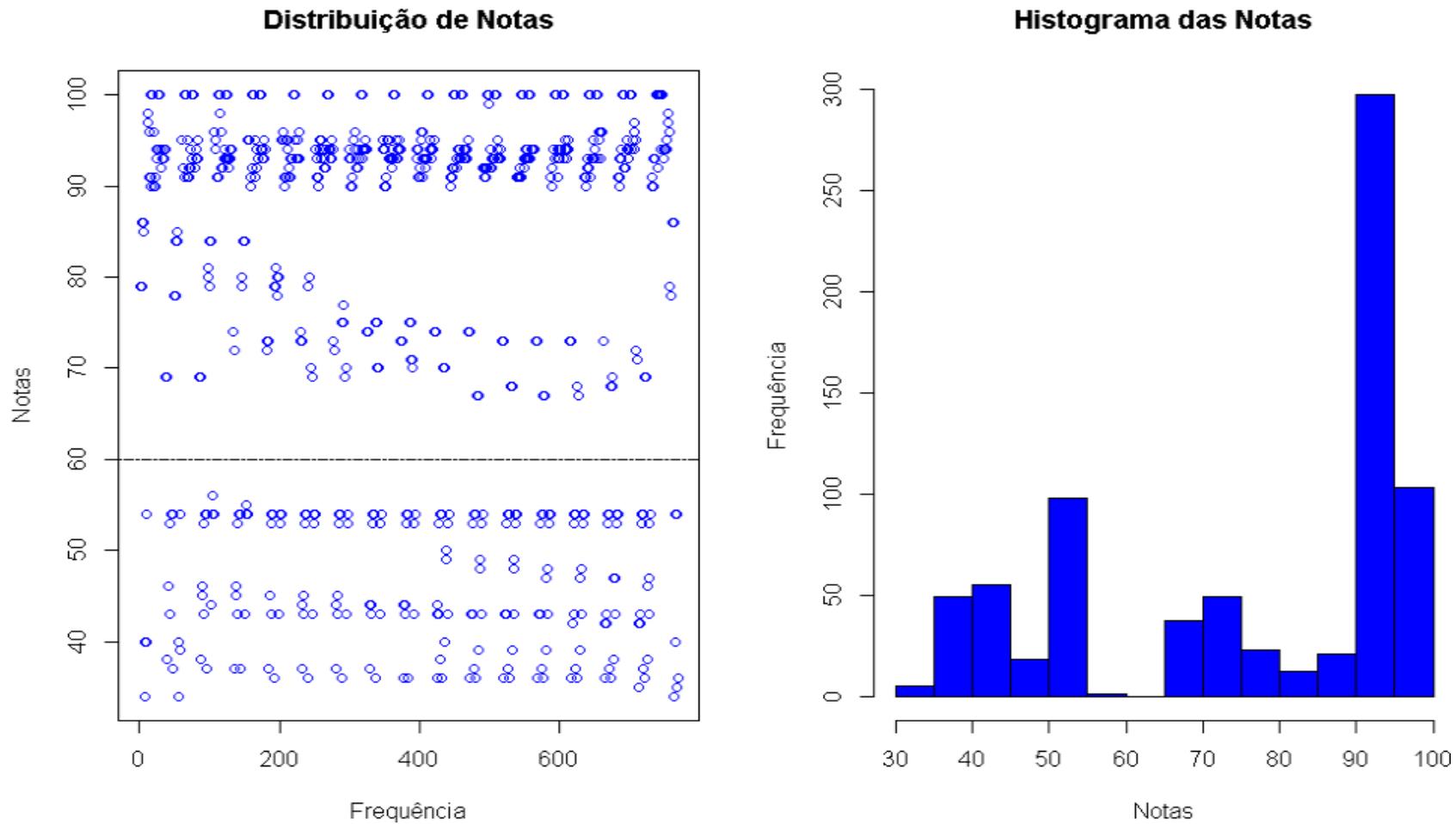
O gráfico de dispersão e o histograma das notas obtidas pelos sujeitos da pesquisa se apresentam como características não paramétricas. Como fator de análise, foi sorteado ao acaso a semana 5 para gerar os gráficos demonstrados nesta dissertação, o *databrief* dos dados contendo todas as semanas se encontra no APENDICE 3. Para o teste de homogeneidade foi aplicado o teste de Levene como demonstrado na Figura 5.

```
> LeveneTest(SEMANA. 5~METODOLOGIA,dados)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group 1 28.471 2.826e-06 ***
  46
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> LeveneTest(SEMANA. 5~ESCOLA,dados)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group 1 0.3161 0.5767
  46
> LeveneTest(SEMANA. 5~GENERO,dados)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group 1 0.1718 0.6805
  46
> LeveneTest(SEMANA. 5~ESTRATEGIA,dados)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
  Df F value Pr(>F)
group 1 28.471 2.826e-06 ***
  46
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> |
```

*Figura 5: Teste de Levene de homogeneidade dos dados.*

*Fonte: Autor*

Como pode ser visto o teste é significativo para Metodologia e a Estratégia, descrevendo que para estas duas variáveis não a homogeneidade nos dados obtidos. É apresentado a dispersão e o histograma de todas as notas obtidas pelos 48 sujeitos da pesquisa nas dezesseis intervenções produzidas ao longo do ano de 2020 para promoção da metacognição no gráfico da Figura 6.



*Figura 6: Dispersão e histograma dos dados apresentados pelos sujeitos da pesquisa em resposta aos 16 testes aplicados.*

*Fonte: Autor*

Dados da pesquisa extraídos dos questionários aplicados aos alunos na IES.

Destaca-se que o gráfico apresenta resultados das respostas dos sujeitos da pesquisa ao das 16 intervenções realizadas em 2020.

### 4.3. APRESENTAÇÃO DOS DADOS DA SEMANA 5 NOS TESTES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para analisar o impacto não paramétrico dos dados, cenário encontrado nas dispersões e histogramas dos dados, foi aplicado testes não paramétricos para interpretação destes dados. Como tratamento às informações levantadas foi aplicado o método de Mann-Whitney ou como é formulado no R Studio, teste de Wilcoxon, para comprovação da hipótese da pesquisa. O aspecto visual da distribuição das notas obtidas por todos os sujeitos da pesquisa como indicado na rotina do R Studio e indicado na Figura 7 que demonstra a não normalidade dos dados.

```

Console Terminal x Jobs x
R 4.1.0 · G:\DISSERTAÇÃO_2022/
warning message:
In wilcox.test.default(x = c(95L, 96L, 95L, 91L, 90L, 91L, 95L, :
cannot compute exact p-value with ties
> wilcox.test(SEMANA.5~ESCOLA,data=dados)

wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: SEMANA.5 by ESCOLA
W = 296, p-value = 0.672
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

warning message:
In wilcox.test.default(x = c(80L, 80L, 43L, 91L, 90L, 95L, 100L, :
cannot compute exact p-value with ties
> wilcox.test(SEMANA.5~ESTRATEGIA,data=dados)

wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: SEMANA.5 by ESTRATEGIA
W = 0, p-value = 2.993e-09
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

warning message:
In wilcox.test.default(x = c(79L, 79L, 81L, 78L, 80L, 80L, 43L, :
cannot compute exact p-value with ties
> wilcox.test(SEMANA.5~GENERO,data=dados)

wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: SEMANA.5 by GENERO
W = 242.5, p-value = 0.9274
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

warning message:
In wilcox.test.default(x = c(80L, 80L, 43L, 53L, 54L, 95L, 96L, :
cannot compute exact p-value with ties
> |

> wilcox.test(SEMANA.5~METODOLOGIA,data=dados)

wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: SEMANA.5 by METODOLOGIA
W = 572, p-value = 2.993e-09
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

warning message:
In wilcox.test.default(x = c(95L, 96L, 95L, 91L, 90L, 91L, 95L, :
cannot compute exact p-value with ties
> |

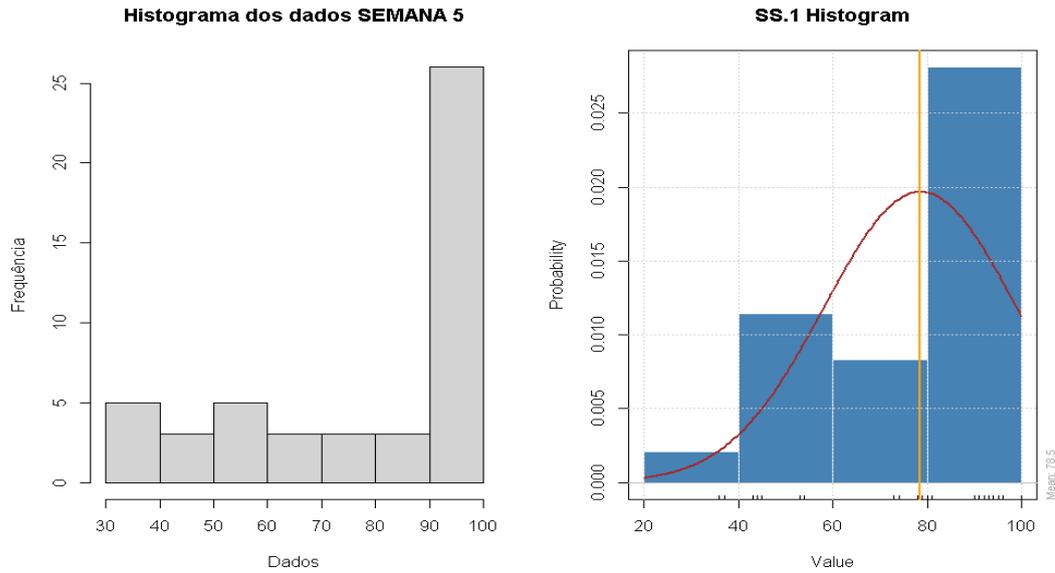
```

*Figura 7: Teste de normalidade dos dados com aplicação do método Mann-Whitney.*

*Fonte: Autor*

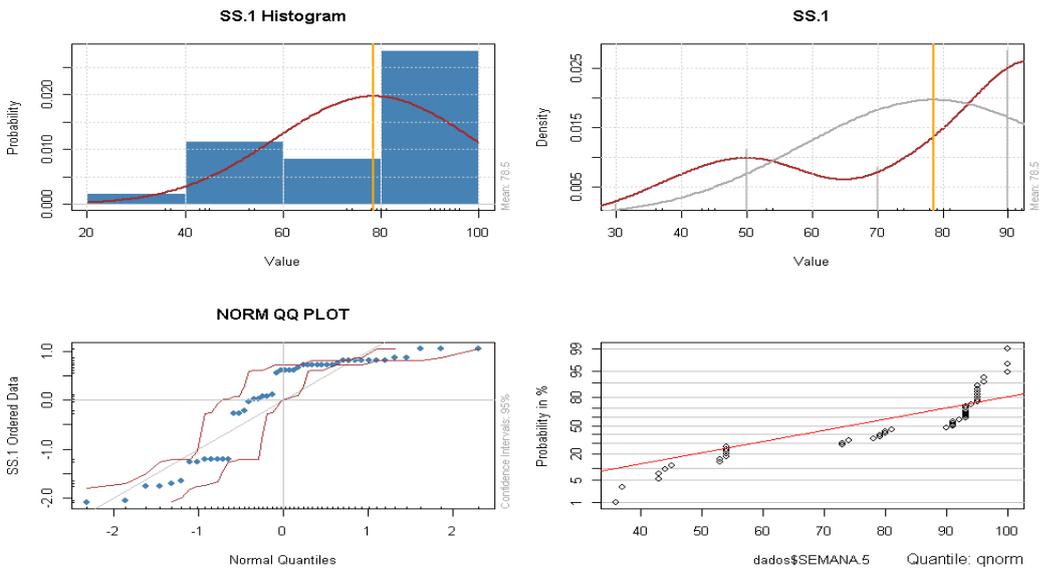
O QQ plot gerado no gráfico da Figura 8 e gráfico da Figura 9 garantem que procedimentos paramétricos não podem ser aplicados à análise dos dados obtidos na pesquisa.

Os dados obtidos na semana 5, apresentam em seu histograma uma distribuição sem normalidade, o que comprova sua condição não paramétrica, como é verificado no gráfico da Figura 8 na distribuição de frequência de notas, bem como na curva de curtose.



**Figura 8:** Histograma e curva de curtose para os dados da Semana 5 para averiguação de características não paramétricas.

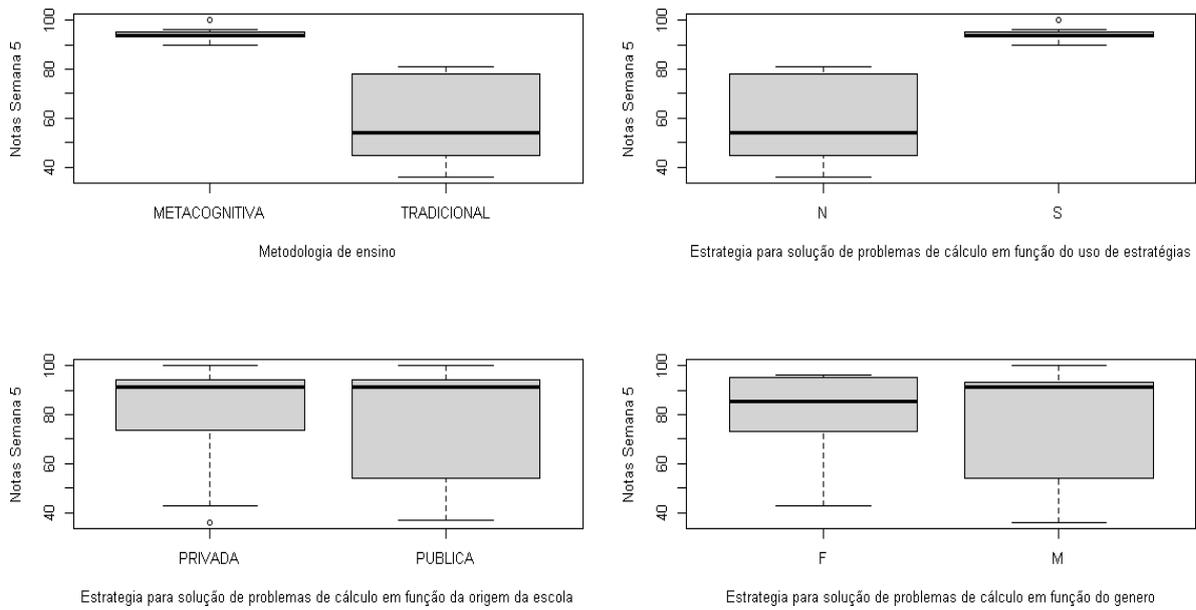
Fonte: Autor



**Figura 9:** Dispersão e normalidade dos dados obtidos dos sujeitos da pesquisa.

Fonte: Autor

Na Figura 10, tem-se como referência a metodologia de ensino chamada de Metacognitiva e Convencional, pode-se perceber que alunos que foram mediados com a metodologia metacognitiva obtiveram notas maiores que os alunos que estudaram com a metodologia convencional.



**Figura 10: Box plot das variáveis de estudo, apresentado os resultados obtidos pelos sujeitos da pesquisa e submetidos às metodologias de ensino.**

**Fonte: Autor**

A distribuição segue uma característica de não normalidade entre os dados. Como forma de otimizar o entendimento dos gráficos da Figura 10, o rotulo de cada gráfico traz o seu significado em relação às variáveis, Metodologia, Estratégia, Origem e Gnero.

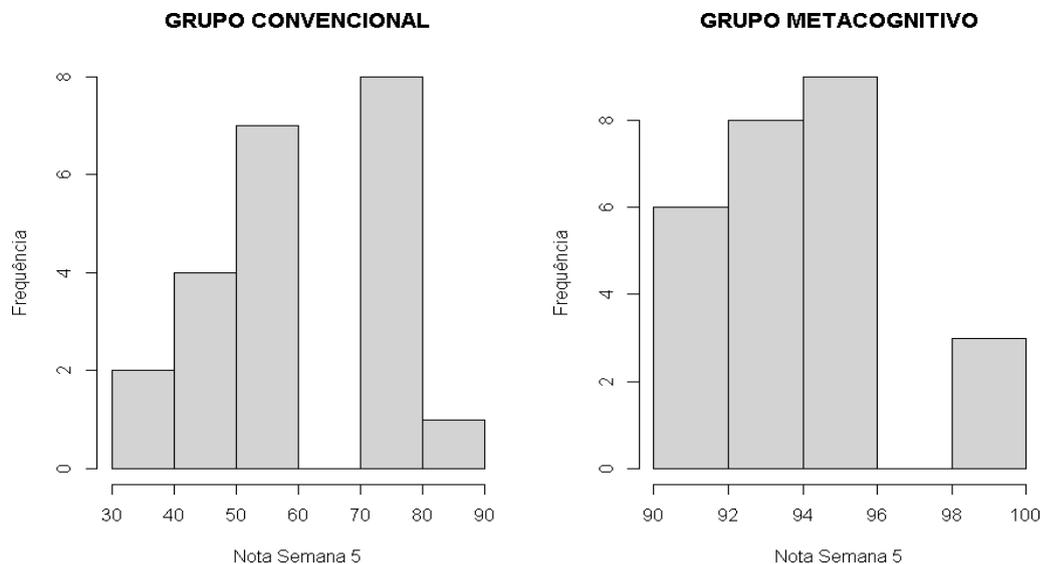
Quando comparamos a construção de estratégias para solução de problemas através das notas obtidas nas sequências didáticas aplicadas aos alunos que usaram da metacognição para resolver problemas de ordem lógica, memória, ou de cálculo, alunos metacognitivos também obtiveram notas maiores que os alunos convencionais que usaram de poucas estratégias para resolver problemas de mesma ordem.

Quando analisamos a origem dos sujeitos da pesquisa, se de escola privada ou publica no desenvolvimento do seu aprendizado a média das notas não diferiram entre si. A mesma comparação foi feita em relação ao gnero, as maiores mdias foram obtidas pelo sexo feminino.

Este comparativo visual em primeiro momento nos fornece as variáveis: gênero, estratégia, metodologia e origem como fatores a serem detalhados com mais rigor estatístico para comprovação da hipótese desta dissertação.

No início das aulas, percebeu-se o quanto os estudantes tinham resistências, a estudar formas de melhorar e construir estratégias mais elaboradas para o aprendizado de Cálculo, porém com recursos que não tratavam do Cálculo em si, mas, à medida que as aulas ocorreram, eles se tornaram protagonistas da aprendizagem, e acabaram buscando e construindo seu conhecimento mediado pelo docente, pelas tecnologias e pela promoção de um ambiente de aprendizagem. Assim, percebeu-se que, com autonomia, a aprendizagem foi aprofundada e com aplicabilidade na construção do conhecimento de cálculo.

Para uma visualização do efeito do uso de estratégias por alunos metacognitivos sobre as notas dos sujeitos apresentamos o gráfico da Figura 11, notas maiores pertencem aos indivíduos que praticam e desenvolveram estratégias melhores e mais adequadas à solução de problemas. Na semana 5 as maiores notas são obtidas por alunos que apresentam na solução dos problemas, estratégias em número maior ou igual a 4.



**Figura 11:** Histograma dos dados em função da frequência das notas obtidas na Semana 5 pelos dois grupos de estudo.

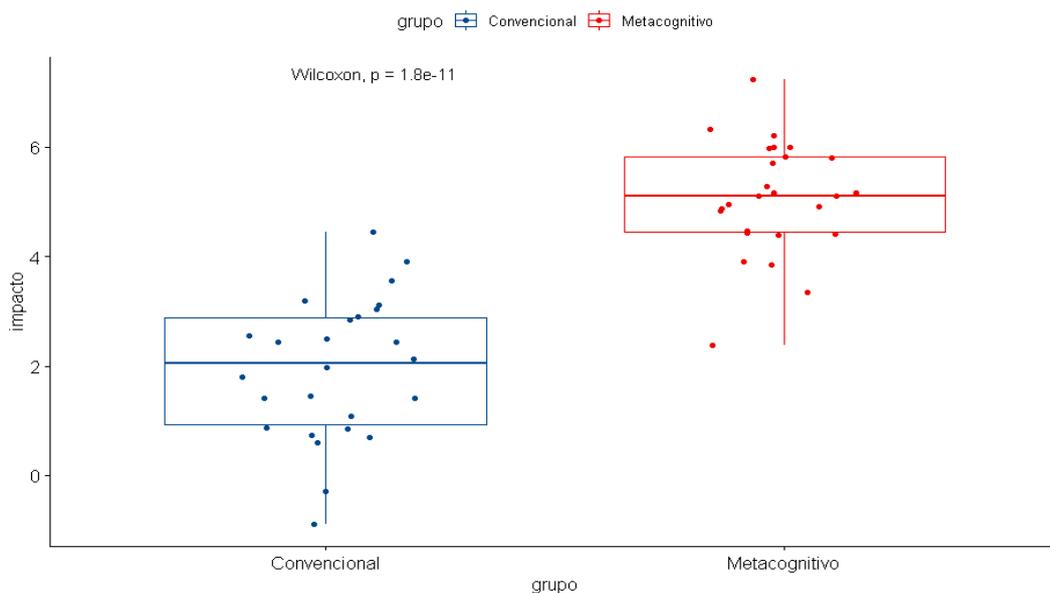
**Fonte:** Autor

Os estudantes foram desafiados a questionar, a participar, a analisar, a problematizar e a contribuir com seu conhecimento, ao passo que o docente não é mais o centro, mas sim um

sujeito que faz a mediação do processo educativo na construção e na promoção da metacognição em sala de aula e fora dela.

Estas notas foram plotadas em um histograma comparando os dois grupos de sujeitos da pesquisa o Convencional e o Metacognitivo. As notas mínimas obtidas na promoção da metacognição para a solução dos problemas apresentados na semana 5, para os sujeitos metacognitivos começam em um patamar de 90, ao mesmo tempo que o grupo convencional tem sua maior nota em 90, uma diferença substancial na forma de apresentar conhecimentos fundamentado na promoção da metacognição.

O gráfico da Figura 12 nos apresenta um boxplot onde a distribuição das notas para os dois grupos de estudo: convencional e metacognitivo comparado com o impacto da metodologia no resultado dos sujeitos da pesquisa. Maiores impactos se fazem presente no grupo intitulado metacognitivo, bem como seu reflexo nos resultados individualmente.



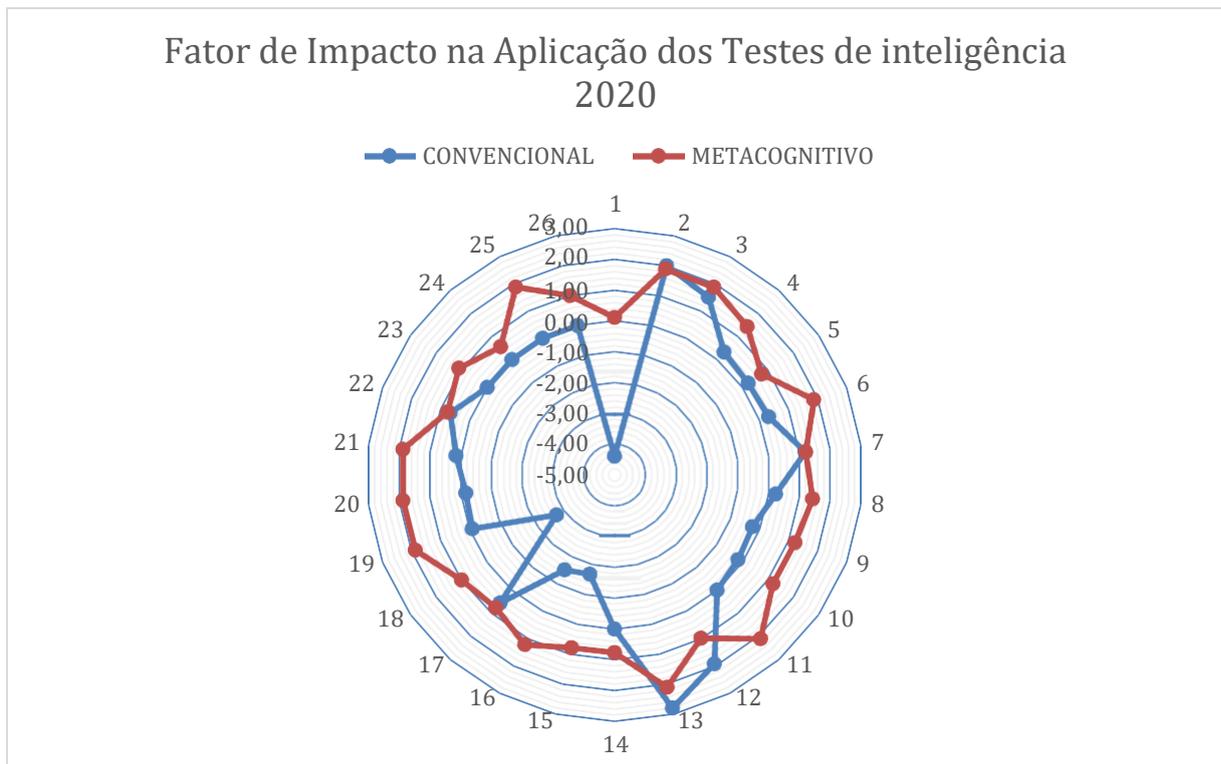
**Figura 12:** Box plot em função do impacto da metodologia usada na construção do conhecimento pelos dois grupos de estudo.

**Fonte:** Autor

Este impacto traduz a mudança comportamental e de resultados nos testes propostos ao longo do período. O comparativo entre os dois grupos de estudo envolve a estratégia, metodologia e impacto na construção da metacognição. Estas três variáveis definem as diferenças entre os dois grupos em função dos melhores resultados diante dos testes metacognitivos.

Desta forma as análises prévias nos mostram que alunos fortemente influenciados pela promoção metacognitiva apresentam melhores resultados em seus rendimentos acadêmicos, independentemente de sua origem ou gênero. Sendo o grande destaque a metodologia e a estratégia os fatores que diferencia do ensino convencional.

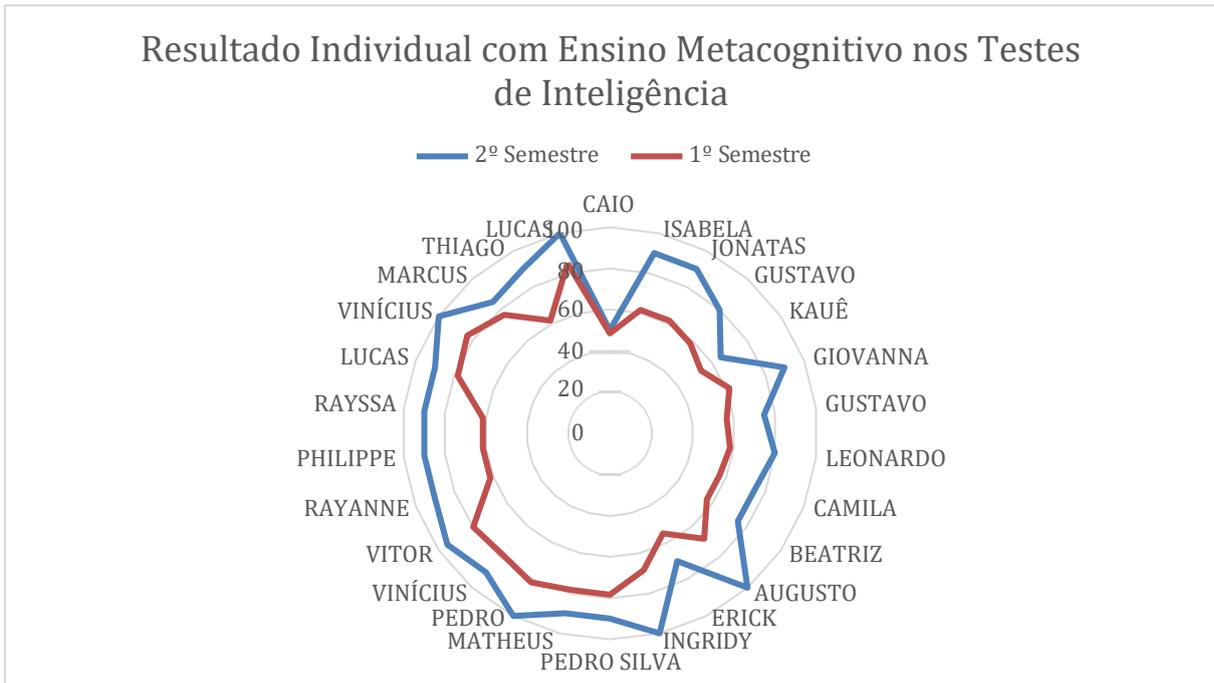
No gráfico da Figura 13, os dados são apresentados de forma individual entre o fator de impacto e a metodologia de ensino e sua relação com as notas dos sujeitos da pesquisa e nos mostra o impacto que o mesmo causa na aprendizagem e construção de estratégias melhores e em maior quantidade significativa para o discente.



*Figura 13: Fator de impacto na aprendizagem em função da metodologia de ensino aplicada na solução dos testes de inteligência.*

*Fonte: Autor*

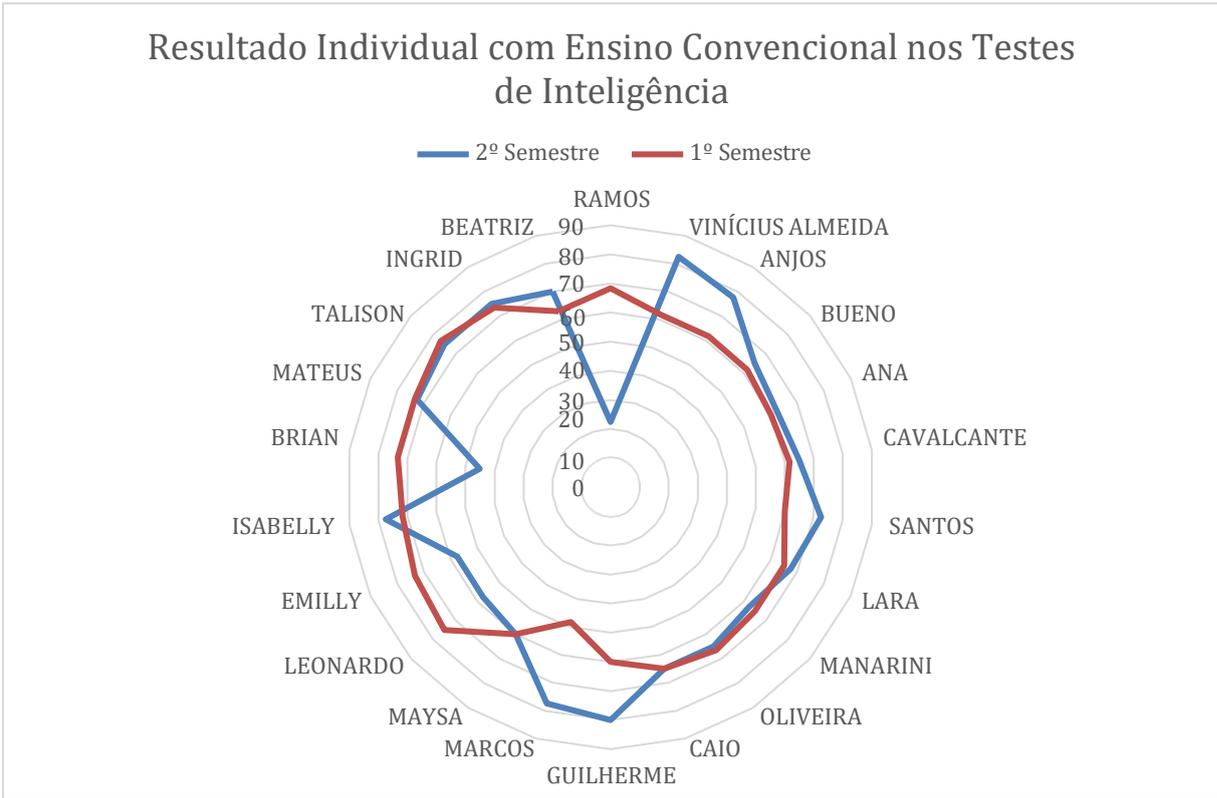
O gráfico da Figura 14, apresenta o resultado final entre o primeiro e segundo semestres letivos dos alunos metacognitivos, apresentado uma mudança em termos de faixa de aprendizagem e autonomia. Percebe-se um salto quantitativo em relação às notas obtidas para a aprovação no semestre.



**Figura 14: Evolução individual em função da metodologia de ensino metacognitiva na aplicação dos testes de Inteligência.**

*Fonte: Autor*

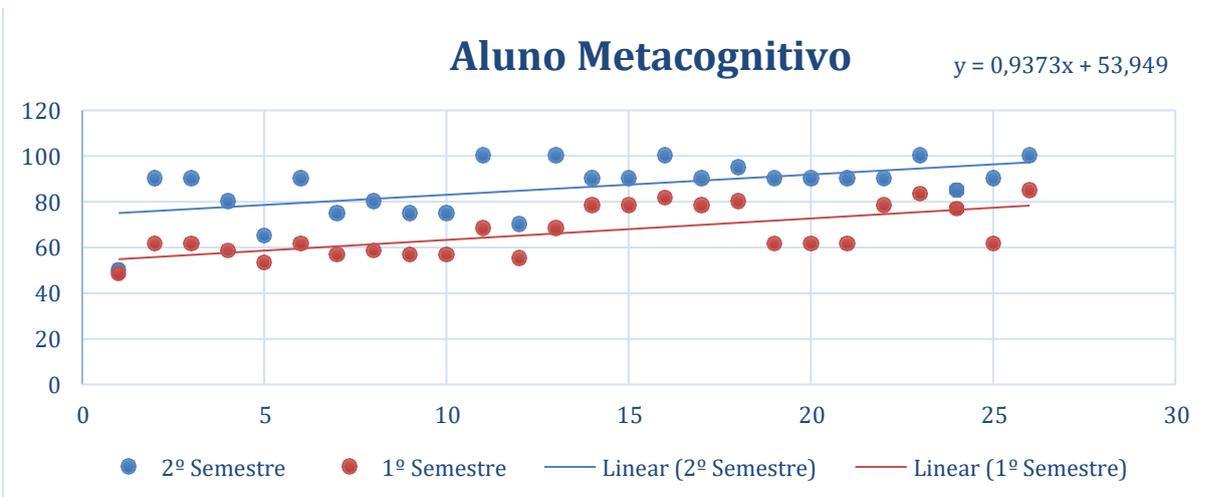
O gráfico da Figura 15 apresenta os resultados dos alunos que foram trabalhados na metodologia convencional de ensino, percebem-se algumas mudanças pontuais em alguns sujeitos da pesquisa, mas na maioria não há mudança na aprendizagem significativa no processo convencional.



**Figura 15:** Evolução individual em função da metodologia de ensino convencional na aplicação dos testes de inteligência.

Fonte: Autor

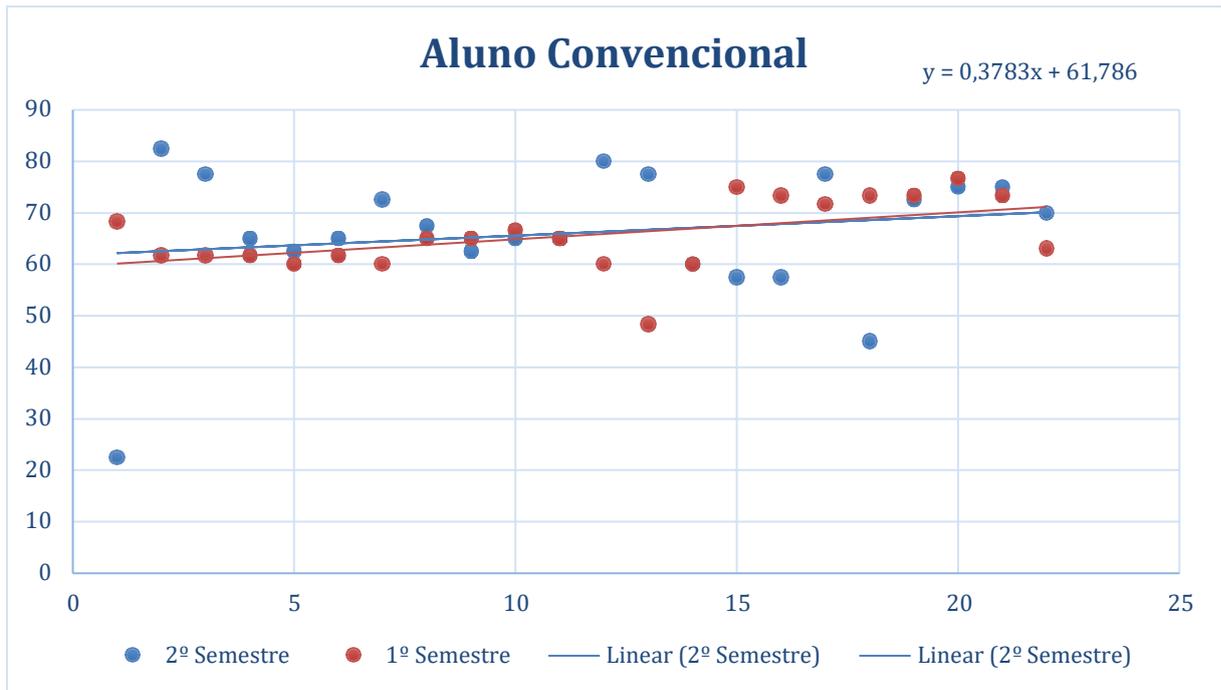
Para verificar o comportamento dos alunos frente à metodologia de ensino, foi gerado um gráfico de correlação de notas finais do semestre. No gráfico da Figura 16, percebe-se a mudança nas duas retas com aumento significativo nas notas finais dos alunos do grupo metacognitivo.



**Figura 16:** Dispersão dos dados dos sujeitos com a metodologia metacognitiva na aplicação dos testes de inteligência.

Fonte: Autor

No gráfico da Figura 17, o grupo intitulado convencional apresenta suas retas evolutivas quase que sobrepostas ao longo dos seus resultados acadêmicos, o que podemos caracterizar que mesmo em aulas dadas em instituições que dizem ser construtivistas, prevalece a educação bancária, repetitiva e com poucas mudanças e diferenças entre a entrada e saída do aluno na passagem dos anos enquanto membro da instituição de ensino superior.



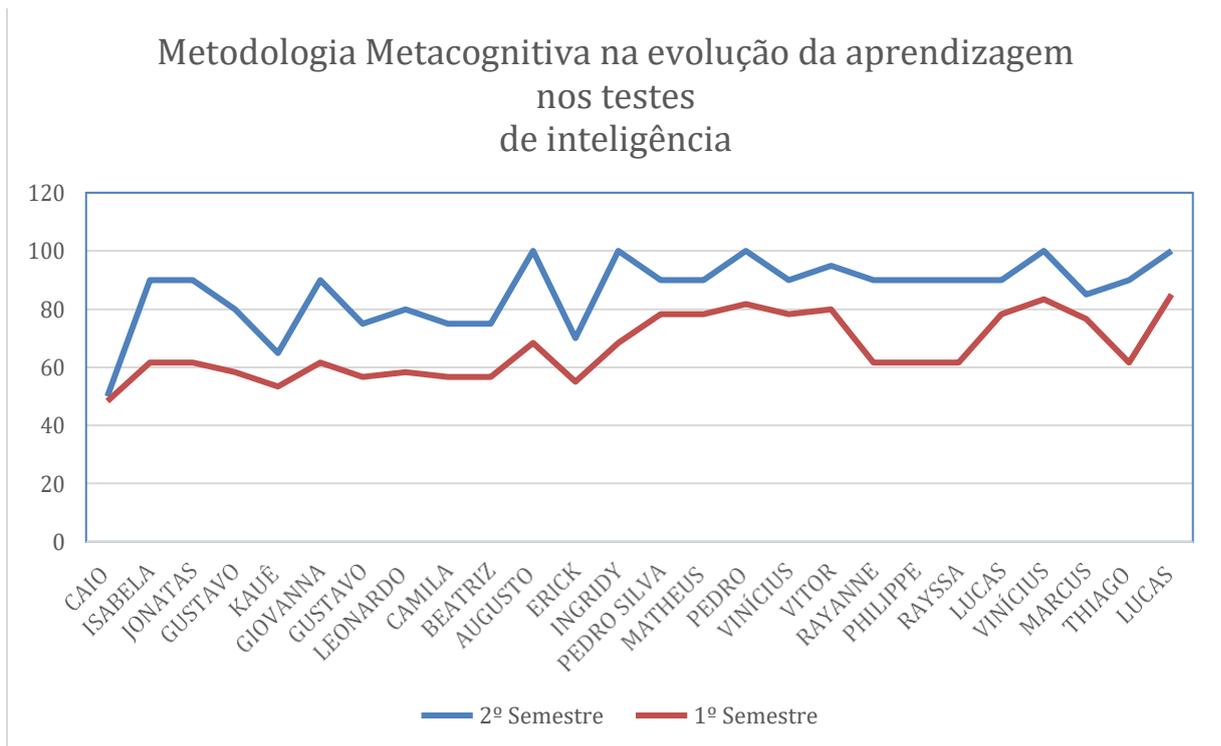
**Figura 17:** Dispersão dos dados dos sujeitos com a metodologia convencional nos testes de inteligência.

*Fonte: Autor*

Para o fator de impacto, recorreremos à abordagem que Hattie (2017), que criou uma métrica denominada de fator de impacto ou tamanho do efeito na aprendizagem que uma metodologia ou estratégia de ensino pode provocar no aluno, este mesmo autor, chama a esta mudança no comportamento do aluno de aprendizagem visível para o professor (HATTIE, 2017).

$$\text{tamanho do efeito} = \frac{\text{Média fim} - \text{Média início}}{\text{Desvio padrão}}$$

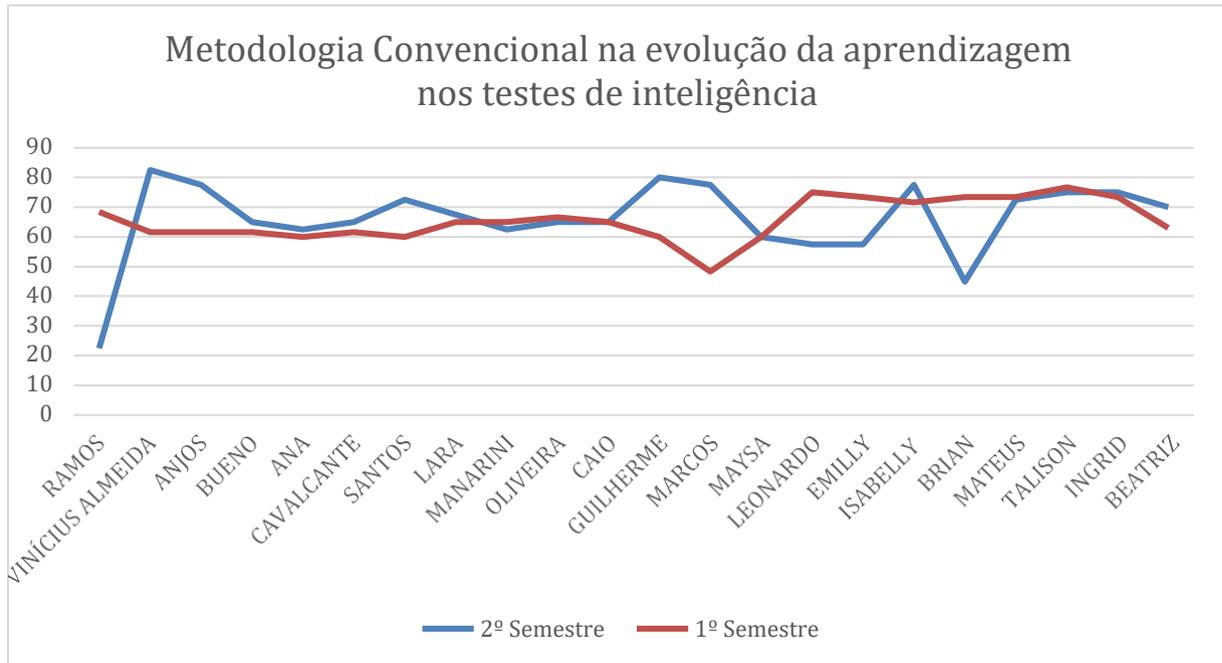
A evolução dos sujeitos da pesquisa metacognitiva foi estratificada num gráfico onde se pode ver um crescimento quando comparamos os semestres. Este crescimento é visto no gráfico da Figura 18, o grupo metacognitivo apresenta ao longo do período evoluções nos resultados de suas avaliações nos testes de inteligência com resultados progressivos à medida que são promovidas atividades testes para construção de estratégias.



**Figura 18: Evolução dos sujeitos da pesquisa com a metodologia metacognitiva nos testes de inteligência.**

**Fonte: Autor**

No gráfico da Figura 19, o grupo intitulado convencional tem uma evolução quase de forma inalterada, mantendo uma tendência de avanços e retrocessos na aprendizagem. Como é característica da IES, processos de recuperação acontecem continuamente o que favorece a aprovação dos alunos, mesmo não havendo mudanças significativas no conhecimento dos mesmos.



**Figura 19: Evolução dos sujeitos da pesquisa ao longo dos semestres na solução dos testes de inteligência.**

**Fonte: Autor**

No que tange aos processos educacionais, cabe destacar a customização de sistemas de avaliação da IES, seu sistema próprio de recuperação precisou ser mantido como preconizado no seu plano político pedagógico, sendo desnecessário nesta dissertação explicar ou detalhar como ocorrem tais processos.

Seguindo as premissas da análise de conteúdo das respostas dos questionários, de acordo com Bardin (2011), no primeiro momento, buscou-se a pré-análise, por meio da “leitura exhaustiva”, de modo a identificar as principais premissas que constituíram as respostas dos participantes. Nada foi omitido, buscou-se a elucidação total dos argumentos e posições dos participantes; da representatividade, de modo a compreender a posição dos participantes na esfera acadêmica da IES e sua relação com o sistema Professor-aluno-saber; da homogeneidade, pois os participantes que se propuseram à participação na pesquisa fazem parte da mesma categoria; da pertinência, com relação aos questionários pré-definidos e adaptados a fim de dar conta dos objetivos da pesquisa.

Como prática, os alunos metacognitivos perceberam quatro pontos básicos em seu desenvolvimento discente: planejamento, organização, execução e controle de toda a atividade para se construir o saber e conhecimento necessários para a apropriação a longo prazo dos tópicos apresentados nos encontros remotos, uma mudança baseada na própria modificabilidade cognitiva estrutural (FEURSTEIN, 1980).

#### 4.4. APRESENTAÇÃO DAS NOTAS FINAIS DOS GRUPOS DE ESTUDO NA AVALIAÇÃO DE CÁLCULO

Como processo de promoção da metacognição, todos os testes aplicados não ensinavam Cálculo e sim meios de se criar estratégias para aprender e continuar a aprender Cálculo. O processo de análise dos dados coletados junto aos sujeitos da pesquisa, nas fases inicial e final, foi elaborado com a organização das informações obtidas por meio das avaliações semestrais aplicados na unidade de ensino, ou seja, a avaliação de Cálculo.

Dessa forma, a pesquisa tem seu desenvolvimento junto aos sujeitos de pesquisa organizado em três fases:

**Diagnóstico:** o pesquisador procurou entender o que cada aluno trazia de bagagem para a aula, suas motivações e sua disposição para se empenhar na aprendizagem metacognitiva;

**Intervenção:** o pesquisador buscou múltiplas intervenções ao longo dos encontros, além da sequência didática aqui descrita, de tal forma a viabilizar aos alunos questionamentos acerca do seu saber, autonomia em aprender e a autorregulação na construção do conhecimento;

**Avaliação,** onde o pesquisador conheceu as habilidades metacognitivas criadas e aperfeiçoadas pelos alunos na aprendizagem de Cálculo.

Os resultados das avaliações dos semestres para um grupo sorteado ao acaso entre os participantes da pesquisa são vistos na Tabela 2.

*Tabela 2: Resultados das avaliações aplicadas aos sujeitos das pesquisas.*

	METODOLOGIA TRADICIONAL									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
Calculo 1ª avaliação	70	80	90	90	40	50	60	70	50	50
Calculo 2ª avaliação	20	30	10	20	0	10	0	20	10	10
	METODOLOGIA METACOGNITIVA									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Calculo 1ª avaliação	80	90	80	80	90	80	70	80	80	80
Calculo 2ª avaliação	90	100	100	90	100	100	90	100	100	100

*Dados extraídos das avaliações aplicadas no semestre*

*Fonte: Autor*

Para essas três abordagens avaliativas, voltamos a usar a métrica proposta por Hattie (2017). Para aplicação do tamanho do efeito das aulas metacognitivas, efetuamos a comparação entre o antes e depois de uma avaliação do mesmo tipo ocorrida em momentos diferentes.

$$\text{tamanho do efeito} = \frac{\text{Média fim} - \text{Média inicio}}{\text{Desvio padrão}}$$

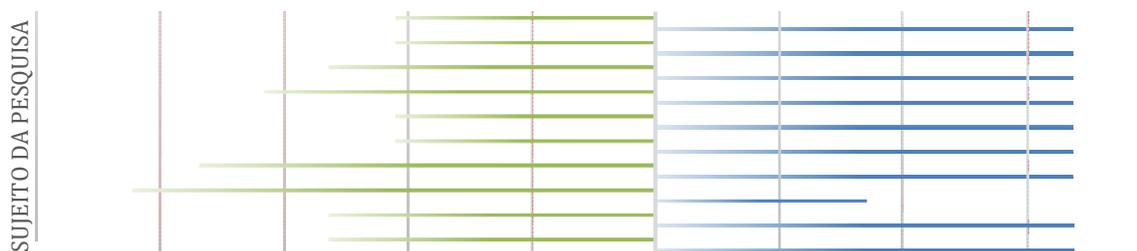
Desta forma então foram calculados o tamanho do impacto de cada grupo, de acordo com a Tabela 3.

**Tabela 3: Tamanho do impacto dos grupos de pesquisa.**

TESTE		PILOTO	
A	1,69	A1	-1,32
B	1,69	A2	-1,32
C	0,85	A3	-2,11
D	1,69	A4	-1,84
E	1,69	A5	-1,05
F	1,69	A6	-1,05
G	1,69	A7	-1,58
H	1,69	A8	-1,32
I	1,69	A9	-1,05
J	1,69	A10	-1,05

**Fonte: Autor**

Os dados informam que os alunos no grupo Piloto não foram capazes de se apropriar do conhecimento sobre Cálculo e que num primeiro momento estudaram apenas para tirar nota, sem a devida preocupação em criar estratégias de aprendizagem, ou até mesmo de autorreflexão sobre seu saber de longo prazo ou de se autorregular ao longo do período para a construção do conhecimento e retenção do mesmo. Para a equipe Teste, a prática construtiva da metacognição foi capaz de se diferenciar nos resultados obtidos. A metacognição como estratégia de aprendizagem, foi capaz de melhorar o tamanho do impacto na aprendizagem de forma significativa para os alunos ao longo do período, contribuindo para a modificabilidade da aprendizagem e na promoção da metacognição (FLAVELL, 1979; FEUERSTEIN, 1994). A comparação entre as duas equipes e o efeito da metacognição na aprendizagem da equipe de Teste é vista na Figura 20.



**Figura 20: Impacto da Metacognição na aprendizagem dos sujeitos da pesquisa.**

**Fonte: Autor**

## CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

Por se tratar de uma amostra pequena, não representativa de toda as instituições superiores de ensino, sugerimos um aprofundamento nos estudos para que se confirmem em outras IES em curso diferentes os resultados aqui encontrados e que de fato a metacognição possa ser usada como ferramenta de ensino-aprendizado por parte dos atores que dele queiram usufruir.

**Retomando a pergunta inicial da pesquisa: É viável o uso da metacognição como estratégia de aprendizagem dos conceitos de Cálculo nos cursos de graduação em Mecatrônica, melhorando as atribuições de nota no ciclo básico de formação inicial, usando como metodologia de ensino temas paralelos ao currículo básico da graduação para a construção de melhores estratégias de aprendizado?**

Podemos afirmar diante dos dados apresentados nesta pesquisa, que o uso de metodologias metacognitivas é um meio que proporciona ao aluno desenvolver de forma autorregulada e autônoma sua aprendizagem, mediados pelo professor, apoiado na promoção de atividades que apoiem o aprender a aprender (FLAVELL, 1979; FEUERSTEIN, 1994).

A metacognição permite refletir sobre os processos cognitivos realizados pela pessoa, possibilitando identificar as condições e operações que influenciam o processo de aprendizagem de forma que experiências, sentimentos e emoções possam ser reconhecidos e valorizados. Essa reflexão orienta o desenvolvimento de competências e percepções dos alunos, contribuindo para o seu progresso no processo de aprendizagem de cálculo nos anos iniciais da graduação e na construção de estratégias mais adequados ao seu desenvolvimento.

Sendo a reflexão sobre o seu próprio pensamento a base fundamental da metacognição na resolução de problemas matemáticos, o pesquisador verificou nas intervenções os seguintes pontos demonstrados pelos estudantes; categorizados como segue:

1. Criação de conhecimento de estratégia metacognitiva preparatória:
  - A. Construindo significado e desenvolvendo interpretação.
  - B. Analisando a informação.
  - C. Revendo o problema.
2. Conhecimento da estratégia metacognitiva de produção:
  - A. Explorando / descobrindo.
  - B. Especulando.
  - C. Refletindo na exploração / descoberta e especulação.

- D. Formulando um plano de ação.
- E. Refletindo a viabilidade do plano.
- F. Dividindo o plano (quando necessário).
- G. Avaliando o plano.
- H. Aplicando o plano.
- I. Refletindo sobre a correção da ação.

3. Estratégia metacognitiva de avaliação:

- A. Relendo o problema.
- B. Avaliando o plano.
- C. Perguntando se a resposta faz sentido.
- D. Decidindo aceitar ou rejeitar a solução.
- E. Refletindo sobre todo o processo da solução.

F. Refletindo sobre o rigor matemático envolvido, a confiança em lidar com o processo e o grau de satisfação ao finalizar a tarefa.

Procuramos usar testes de inteligência para levantar dados que colaborassem com a hipótese de que trabalhar com metacognição em sala de aula na graduação é de certa forma prolífico desde que exista interesse por parte dos envolvidos no processo. Por se tratar de uma instituição de ensino privado com utilidade pública, a IES onde se desenvolveu a pesquisa também acredita numa modificabilidade de se ensinar e aprender cálculo ou qualquer outra área de exatas ou humanas.

A metacognição quando promovida em um ambiente significativo, proporciona aos discentes meios de se tornarem autônomos no processo aprendizagem, reflexivos sobre o que e como devem aprender, trazendo para si o papel principal na autoregulação no processo de aprendizagem e na apropriação do saber de forma duradoura, como verificado nesta pesquisa.

No presente trabalho, foi nossa intenção apresentar um arcabouço razoavelmente completo, sem ser cansativo sobre o que se encontrou na sala de aula e como se deu o desenvolvimento dos sujeitos da pesquisa. Temos consciência da importância de um aluno autônomo e metacognitivo no ensino superior em relação ao seu próprio crescimento intelectual.

Sabemos ainda que existem muitos tópicos relacionados com o assunto que permanecem em aberto, sendo passíveis de investigação, e que não foram abordados em maior profundidade neste texto. Acreditamos, entretanto, que dentro do escopo básico a que nos propusemos, podemos oferecer ao leitor a oportunidade de compreender em seus aspectos fundamentais a

utilização da metacognição como estratégia de ensino, no respectivo campo de ensino de Cálculo.

A presente pesquisa até o momento parece ter identificado algumas características pertinentes ao aspecto metacognitivo, que possivelmente auxiliem iniciativas de estudo relacionadas com a compreensão da metacognição. Pois se considera que, em termos de promoção de estratégias metacognitivas para a aprendizagem de Cálculo, foram empreendidos somente os primeiros passos e para avançar seriam necessárias mais oportunidades que favorecessem os alunos nessa exploração. Para atingir tal intuito, pondera-se a necessidade de empreender esforço no planejamento de uma sequência didática que busque contemplar também meios para desenvolver as estratégias metacognitivas referentes a outras áreas da Matemática, além do Cálculo.

A utilização de estratégias de aprendizagem vem ganhando espaço cada vez mais significativo no contexto acadêmico, tais estratégias podem ser de âmbito cognitivo e metacognitivo. Enquanto as de ordem cognitiva se referem aos comportamentos e pensamentos que influenciam o processo de aprendizagem de modo que a informação seja armazenada de forma mais eficientemente, as de ordem metacognitivas são entendidas como procedimentos que os estudantes usam para planejar, monitorar, regular e avaliar o seu próprio pensamento. Ou seja, quando falamos de estratégias de aprendizagem metacognitivas, referimo-nos àquelas utilizadas para potencializar e avaliar o progresso cognitivo.

Assim, as estratégias de aprendizagem metacognitivas incluem as estratégias de ordem cognitiva, de modo a envolver a tomada de consciência por parte do aprendiz como elemento norteador das ações autorreguladoras (GARNER; ALEXANDER, 1989).

A atual sociedade passa por profundas mudanças, praticamente em todos os seus segmentos. No mercado de trabalho é exigido cada vez mais que as pessoas saibam e utilizem informações digitais. O mundo se transforma em velocidades cada vez maiores, em inúmeras áreas, entre as quais podemos destacar a tecnologia, ou seja, de certa forma enfrentamos uma revolução tecnológica e, como não poderia deixar de ser, a educação também está entrincheirada neste processo.

Atualmente os recursos didáticos e equipamentos relacionados ao uso das TDIC's se tornaram fundamentais para a vida contemporânea, sobretudo para a educação, que, além de fornecer o acesso às novas tecnologias, deve também propor ambientes de aprendizagem que

auxiliem o aluno a selecioná-las, interpretá-las, classificá-las e usá-las. Nos últimos anos presenciou-se um acelerado avanço tecnológico.

Assim, o computador passou a fazer parte do cotidiano de inúmeras pessoas e, é claro, está presente em incontáveis IES e escolas. Tendo em vista o uso das tecnologias da informação dentro do ambiente escolar, especificamente nas aulas de Matemática, Ponte (2003) afirma que essas tecnologias digitais permitem perspectivar o ensino da Matemática de modo profundamente inovador, reforçando a importância dos cálculos, permitindo que o professor dê maior atenção ao desenvolvimento de capacidades de exploração, investigação e modelação (BOURDIEU; PASSERON, 1975).

O uso das tecnologias na disciplina de Matemática, bem como nas demais, é parte essencial da educação, na medida em que os alunos apreendem com o uso eficaz das diferentes ferramentas que as tecnologias proporcionam. A utilização da tecnologia possibilita experimentar e testar hipóteses, confrontar ideias, trocar experiências, construir gráficos, entre tantas outras possibilidades.

Tópicos para trabalhos futuros:

1. Realizar pesquisas teóricas fundamentadas em Conhecimento de estratégia metacognitiva em processo matemático de resolução de problemas que podem incluir outras áreas de conhecimento em matemática, como estatística, geometria e outras.
2. Pesquisas adicionais podem incluir outras ferramentas como método *think-a-loud* e pode limitar o problema em um ou dois problemas em estudo concentrado/ focado na metacognição de certo indivíduo na solução de problemas.
3. Resolução matemática de problemas que promovam a estratégia, conhecimento metacognitiva ou metacognição em geral entre alunos e pode definir um ambiente de sala de aula que promova o desenvolvimento da estratégia metacognitiva usando esse estudo como quadro de referência.
4. De que forma a acessibilidade tecnológica mais onipresente afeta a estrutura e o desenvolvimento da metacognição.

## CAPÍTULO 6 – PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional, construído como um livreto e disponível no site dos autores, no endereço:

<https://sites.google.com/view/calculoamaevariasvariveis/produtos-educacionais/produto-educacional-4>

O livreto tem como objetivo encaminhar os alunos na sua prática e promoção metacognitiva. Este livreto intitulado de MDMArC – Metodologia de Desenvolvimento Metacognitivo e Autorregulação na aprendizagem de Cálculo. Esse material, apresentado como Produto Educacional, é parte integrante de nossa pesquisa intitulada: **“PROMOÇÃO DA METACOGNIÇÃO PARA A APRENDIZAGEM DE CÁLCULO NOS ANOS INICIAIS DA GRADUAÇÃO”**, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), sob a orientação da Professora Doutora Lucia Collet.

Nosso Produto Educacional consiste em um livreto procedimental, que objetiva auxiliar o professor e o aluno durante o processo de construção, escolha e análise de estratégias metacognitivas para serem utilizados como ferramenta de aprendizagem no processo pedagógico. Em nosso estudo percebemos que diversos professores e alunos não consideram o processo de pensar seus próprios pensamentos como potencial a ser utilizado a ser utilizado como recurso didático, contudo, percebeu-se também que este procedimento tem suas ressalvas, indicando a necessidade de um olhar crítico do professor para realizar tal escolha em seu processo de mediação na construção metacognitiva, bem como a melhor estratégia de aula no ensino de Matemática, a fim de que possíveis erros conceituais, distorções e eventuais estereótipos fossem cuidadosamente trabalhados. Assim, entendemos a metacognição como um recurso eficaz, dessa maneira, pensamos numa ferramenta com uma linguagem acessível, que fosse baseada nas categorias metacognitivas referenciadas em nosso trabalho, para que pudessem servir de norte para professores e alunos em sua tarefa diária de aprendizagem. O produto educacional é visto no APENDICE 5.

## REFERÊNCIAS

ADAGIDELI, F. H., SARAÇ, S., & ADER, E. (2015). **Assessing preschool teachers' practices to promote self-regulated learning**. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 7(3), 423–439.

ADER, E. (2019). **What would you demand beyond mathematics? Investigating teachers' promotion of students' self-regulated learning and metacognition**. *ZDM Mathematics Education*, 51 (4), this issue.

ALMEIDA, T. **Sólidos Arquimedianos e Cabri-3D: um estudo de truncaturas baseadas no renascimento**. São Paulo: PUC. 2019.

ANDERSON, L.W.; KRATHWOHL, D.R.; AIRASIAN, P.W.; CRUIKSHANK, K.A.; MAYER, R.E.; PINTRICH, P.R.; RATHS, J.; WITTRICK, M.C. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives** (Complete Edition); Longman: New York, NY, USA, 2001.

ARAÚJO, J. D. **Cálculo, tecnologias e modelagem matemática: as discussões dos alunos**. Rio Claro: UNESP. 2002.

AZEVEDO, R., MUDRICK, N. V., TAUB, M., BRADBURY, A. (2019). **Self-regulation in computer-assisted learning systems**. In J. Dunlosky & K. Rawson (Eds.), *Handbook of cognition and education* (pp. 587–618). Cambridge: Cambridge University Press.

AZEVEDO, R.; ALEVEN, V. (Eds.). **International handbook of metacognition and learning technologies**. New York: Springer. 2013.

BARBOSA, M. A. **O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral**. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

BATEN, E., DESOETE, A. (2019). **Metacognition and motivation in school-aged children with and without learning disabilities in Flanders**. *ZDM Mathematics Education*, 51 (4), this issue. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-01024-6>.

BATEN, E., PRAET, M., DESOETE, A. (2017). **The relevance and efficacy of metacognition for instructional design in the domain of mathematics**. *ZDM Mathematics Education*, 49, 613–623. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0851-y>.

BEBER, B, SILVA E, BONFIGLIO SU. **Metacognição como processo da aprendizagem**. *Na. Psicopedagogia* 2014;31(95):144-151

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12. Ed. Porto: Porto, 2003.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

BROUSSEAU, G. **Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques**. In: BRUN, J. (Org.). *Didactique des Mathématiques*. Lausanne-Paris: Delachaux, 1996.

BROUSSEAU, G. **Fundamentos e Métodos da Didáctica da Matemática**. In: BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Tradução de: Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996<sup>a</sup>. p. 35-113.

BROWN, A. **Metacognition, executive control, self regulation and other more mysterious mechanisms**. In F. WEINERT; R. KLUWE (Eds). *Metacognition, Motivation and Understanding*. Hillsdale, NY: Erlbaum. 1987.

CHAIRANI, Z. **Metakognisi Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika**. Yogyakarta: Deepublish. 2016.

CALLAN, G., SHIM, S. (2019). **How teachers define and identify self-regulated learning**. *The Teacher Educator*, 54, 295–312.

CAMPANÁRIO, J. M. **El desarrollo de la metacognición na el aprendizaje de las ciencias: estrategias para o profesor y actividades orientadas al aluno**. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v.18, n.3, 2000, p. 369-380.

CARTER, P. **The complete book of intelligence tests**. Published by John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, England. 2005, 1<sup>a</sup> edition.

DIGNATH, C., BÜTTNER, G. (2018). **Teachers' direct and indirect promotion of self-regulated learning in primary and secondary school mathematics classes—insights from video-based classroom observations and teacher interviews**. *Metacognition and Learning*, 13(2), 127–157. <https://doi.org/10.1007/s11409-018-918>.

DUNLOSKY, J., RAWSON, K. (2019). (Eds.). **The Cambridge handbook of cognition and education**. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- EFKLIDES, A. **Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?** Educ. Res. Na. 1, 3–14. 2006
- EFKLIDES, A. **Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation.** Eur. Psychol. 13, 277. 2008
- EFKLIDES, A., SCHWARTZ, B., BROWN, V. (2018). **Motivation and affect in self-regulated learning: Does metacognition play a role?** In D. Schunk & J. A. Greene (Eds.), Handbook of self-regulation of learning and performance (2nd ed., pp. 64–82). New York: Routledge.
- FEUERSTEIN, R.; KLEIN, P. S.; TANNENBAUM, A. J. **Mediated learning experience (MLE): Theoretical, Psychosocial And Learning Implications.** London: Freund, 1994.
- FLAVELL, J.H. **Metacognition and cognitive monitoring: A new área of cognitive-developmental inquiry.** American Psychologist, Volume 34, pp. 906 – 911. 1979.
- GARNER, R.; ALEXANDER, P. A. **Metacognition: answered and unanswered questions.** Educational Psychologist, v, 24, n. 2, p. 145-158, 1989.
- GIACONI, E. **Perguntas Metacognitivas.** Revista Conexiones Educativas, marzo de 2006.
- GREENE, J. A., BOLICK, C. M., JACKSON, W. P., CAPRINO, A. M., OSWALD, C., & MCVEA, M. (2015). **Domain specificity of self-regulated learning processing in science and history digital libraries.** Contemporary Educational Psychology, 42, 111–128.
- GRENDENE, M.V.C. **Metacognição: uma teoria em busca de validação.** Dissertação (Mestrado em psicologia Social) – Faculdade de Psicologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- HATTIE J. **Aprendizagem visível para professores: como maximizar o impacto da aprendizagem** [recurso eletrônico] / John Hattie; tradução: Luís Fernando Marques Dorvillé; revisão técnica: Luciana Vellino Corso. – Porto Alegre: Penso, 2017.
- <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/DocDiretoria.pdf>
- JACOBSE, A.E.; HARSKAMP, E.G. **Towards efficient measurement of metacognition in mathematical problem solving.** Metacognition Learn. 2012, 7, 133–149.

JOU, G. I.; SPERB T. M. **A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem.** *Psicol Reflex Crit.*; 19:177-85. 2006.

KIAT, S.E. **Analysis of students' difficulties in solving integration problems.** *Math. Educ.*, 9, 39–59. 2005.

KLEITMAN, S., NARCISS, S. (2019). **Introduction to the special issue “applied metacognition: real-world applications beyond learning”.** *Metacognition and Learning*, 14, 335–342.

LA MISU, BUDAYASA, K.; LUKITO, A. **Profile of Metacognition of Mathematics and Mathematics Education Students in Understanding the Concept of Integral Calculus.** Published under licence by IOP Publishing Ltd *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 974, International Conference on Mathematics: Pure, Applied and Computation, Surabaya, Indonesia. 2018.

LAI, E.R. **Metacognition: A Literature Review.** Person Research's Report. April 2011. Available online: [https://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/Metacognition\\_Literature\\_Review\\_Final.pdf](https://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/Metacognition_Literature_Review_Final.pdf) (accessed on 12 Março 2020).

LAKOFF, G. **Women, fire, and dangerous things: what categories reveal about the human mind.** Chicago: University of Chicago Press, 1987.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. **Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to western thought.** New York: Basic Books, 1999.

LOCATELLI, S. W. **Tópicos de Metacognição—para aprender e ensinar melhor.** Curitiba: Appris, 2014.

MARULIS, L.M.; PALINCSAR, A.S.; BERHENKE, A.L.; WHITEBREAD, D. **Assessing metacognitive knowledge in 3–5 year olds: The development of a metacognitive knowledge interview (McKI).** *Metacognition Learn.* 11, 339–368. 2016.

MONEREO, C.; CASTELLÓ, M. **Las estrategias de aprendizaje: como incorporarlas a la práctica educactiva.** Barcelona: Edebé, 1997.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

NELSON, T.O.; NARENS, L. **The role of metacognition in problem solving.** In Metcalfe & Shimamura (Eds) *Metacognition.* Cambridge: MIT Press. 1994.

- NORMAN, E., PFUHL, G., SAELE, R., SVARTDAL, F., LÅG, T., DAHL, T. (2019). **Metacognition in psychology**. *Review of General Psychology*, 23, 403–424.
- PAIS, L. C. **Didática da Matemática; uma análise da influência francesa**. — 3. Ed.; 1. Reimp. — Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.
- PANADERO, E. (2017). **A review of self-regulated learning: six models and four directions for research**. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–28.
- PONTE, J. P. **Investigar, ensinar e aprender**. Actas do ProfMat, Lisboa: APM, 2003.
- PORTILHO, E. **Como se Aprende? Estratégias, Estilos e Metacognição**. Rio de Janeiro, RJ: Wak Ed., p. 149-155. 2009.
- RADMEHR, F.; DRAKE, M. **Na assessment-based model for exploring the solving of mathematical problems: Utilizing revised bloom’s taxonomy and facets of metacognition**. *Stud. Edu. Eva.* 59, 41–51.2018.
- RADMEHR, F.; DRAKE, M. **Exploring students’ mathematical performance, metacognitive experiences, and skills in relation to fundamental theorem of calculus**. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* 48, 1043–1071. 2017.
- RADMEHR, F.; DRAKE, M. **Revised Bloom’s taxonomy and major theories and frameworks that influence the teaching, learning, and assessment of mathematics: A comparison**. *J. Math. Educ. Sci. Technol.* 50, 895–920. 2019<sup>a</sup>.
- RADMEHR, F.; DRAKE, M. **Students’ mathematical performance, metacognitive experiences, and metacognitive skills in relation to integral-área relationships**. *Teach. Math. App.* 38, 85–106. 2019<sup>b</sup>.
- RIBEIRO, C. **Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem**. *Psicol Reflex Crit.*;16(1):109-16. 2003.
- ROSA C. T. W.; ALVES FILHO J. P. **Ferramentas didáticas metacognitivas: alternativas para o ensino de física**. In: Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba; 2008.
- ROSA, C. T. W.; PINHO ALVES, J. F. **A metacognição como estratégia de aprendizagem em Física: o que mostram as pesquisas brasileiras**. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 2007, Florianópolis. Anais... Belo Horizonte, MG: ABRAPEC, 2007.

SCHNEIDER, W.; ARTELT, C. **Metacognition and mathematics education**. ZDM 42, 149–161. 2010.

SCHRAW, G. **Promoting general metacognitive awareness**. Ins. Sci. 1998, 26, 113–125.

SCHRAW, G.; DENNISON, R. **Assessing metacognitive awareness**. Contemporary Educational Psychology. 19(4) (pp460-475). 1994.

SCHUNK, D., GREENE, J. (2018). **Handbook of self-regulation of learning and performance** (2nd ed.). New York: Routledge.

SHILO, A., KRAMARSKI, B. (2019). **Mathematical-metacognitive discourse: How can it be developed among teachers and their students? Empirical evidence from a videotaped lesson and two case studies**. ZDM Mathematics Education, 51 (4), this issue.

STEIN, M., ENGLE, R., SMITH, M.; HUGHES, E. **Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell**. Mathematical Thinking and Learning, 10(4), 313-340. 2017.

TALL, D. **Developing a theory of mathematical growth**. ZDM – The International Journal on Mathematics Education, pp. 145-154. 2007.

TALL, D. **Thinking Through Three Worlds Of Mathematics**. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 2004.

TARRICONE, P. **The Taxonomy of Metacognition**. Psychology Press: East Sussex, UK, 2011.

VEENMAN, M. V. J. (2017). **Learning to self-monitor and self-regulate**. In R. Mayer & P. Alexander (Eds.), Handbook of research on learning and instruction, 2nd revised edition (pp. 233–257). New York: Routledge.

VEENMAN, M. V. J., VAN HOUT-WOLTERS, B. H. A. M., AFERBACH, P. (2006).

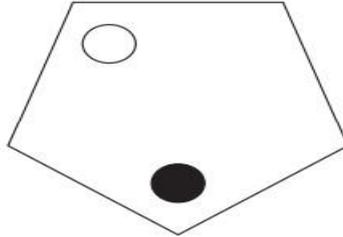
**Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations**. Metacognition Learning, 1, 3–14. [https:// doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0](https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0).

YEN, M.H.; WANG, C.Y.; CHANG, W.H.; CHEN, S.; HSU, Y.S.; LIU, T.C. **Assessing Metacognitive Components in Self-Regulated Reading of Science Texts in E-Based Environments**. Int. J. Sci. Math. Educ., 16, 797–816. 2017.

## ANEXO 1 – TESTE 1, 2, 3, 4

## Teste de desenvolvimento de habilidades metacognitivas

- 1 The white dot moves two places anti-clockwise at each stage and the black dot moves one place clockwise at each stage. After how many stages will they be together in the same corner?



- 2
- |           |       |       |      |
|-----------|-------|-------|------|
|           | 72496 | is to | 1315 |
| and       | 62134 | is to | 97   |
| and       | 85316 | is to | 167  |
| therefore | 28439 | is to | ?    |

continua

- 3 Put the following words into alphabetical order:

arthropod, artificer, arteriole, artichoke, arthritis, articular, artillery, arthritic

- 4 Which two words are most opposite in meaning?

imaginary, realistic, illegible, impracticable, radical, embellished

- 5 What numbers should replace the question marks?

2	6	3	7	?
6	3	6	3	?
3	6	3	6	?
5	2	6	3	?

6 Which group of letters is the odd one out?

CEFH	LNOQ	UWXZ
HJKN	PRSU	DFGI

7 Identify two words (one from each set of brackets) that form a connection (analogy) when paired with the words in capitals.

RESTRAIN (suppress, deny, conceal)

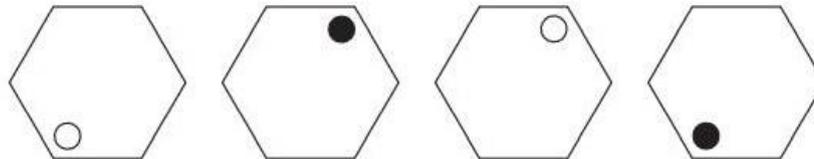
WITHHOLD (curb, reserve, conceal)

continua

8



Which figure should replace the question mark?



A

B

C

D

- 9 Spell out a 12-letter word by moving from letter to adjacent letter, horizontally and vertically (but not diagonally). You must find the starting point and provide the missing letters.

	C	A	I
C	L	O	D
N	E		E

- 10 What numbers should replace the question marks?

100, 95, ?, 79, 68, ?, 40, 23

- 11 Associate is to colleague as accomplice is to:

consort, friend, accessory, comrade, follower

- 12 Which is the odd one out?

famous, illustrious, acclaimed, fabulous, noteworthy

- 13 What number should replace the question mark?

	7	
9	3	6
	2	

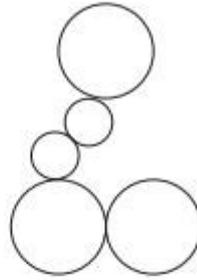
	5	
4	2	6
	1	

	13	
19	?	11
	5	

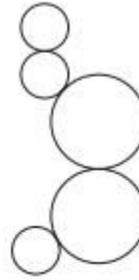
14 Which is the odd one out?



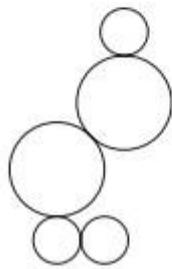
A



B



C



D

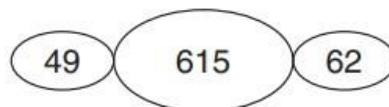


E

continua

15 GAINED VOTE is an anagram of which two words that are similar in meaning?

16 What number should replace the question mark?

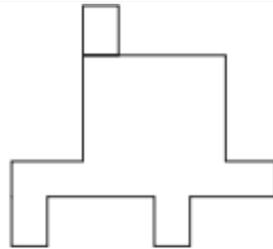


**17** Which word in brackets is most opposite in meaning to the word in capitals?

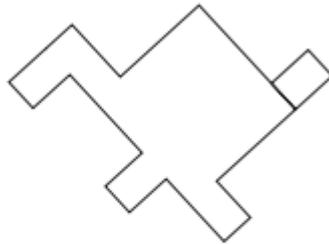
MITIGATE (augment, palliate, appreciate, trust, destroy)

continua

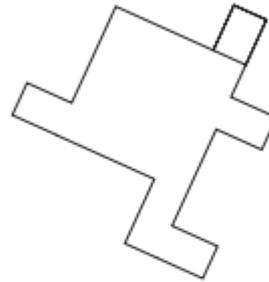
**18**



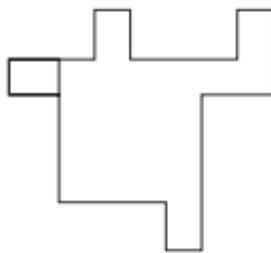
Which shape below is identical to the shape above?



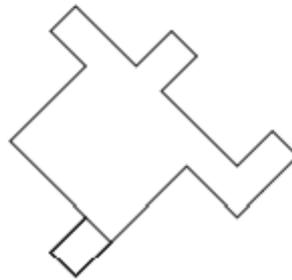
A



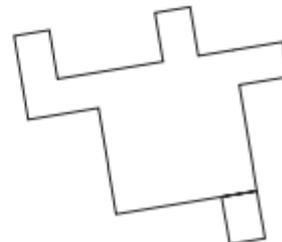
B



C



D



E

**19** Which two words are closest in meaning?

educated, clear, literal, enervated, wordy, verbatim

continua

20 What number should replace the question mark?

19	9	17
----	---	----

23	12	25
----	----	----

13	?	31
----	---	----

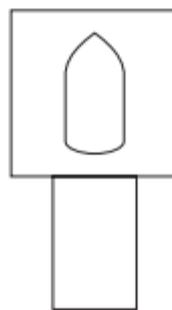
21



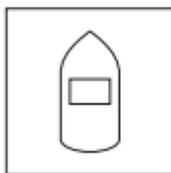
is to



as



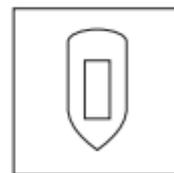
is to



A



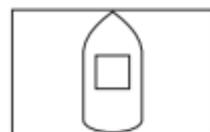
B



C



D



E



F

continua

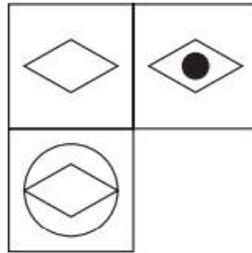
- 22 What letter is three to the right of the letter immediately to the left of the letter which is four to the left of the letter G?

A      B      C      D      E      F      G      H

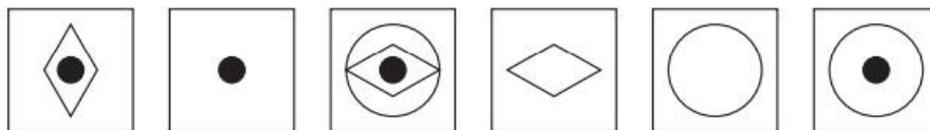
- 23 Which word in brackets is closest in meaning to the word in capitals?

HABITUATED (constant, accustomed, colonized, commonplace, energetic)

24



Which is the missing tile?

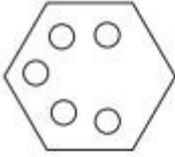


A      B      C      D      E      F

- 25 When full, a barrel of water contains 85 litres. How many litres remain after 40% has been used? (the use of a calculator is not permitted in this question).

- 26 DECISIVE LARK is an anagram of which two words that are opposite in meaning?

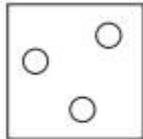
27



is to



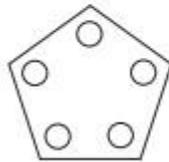
as



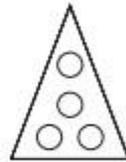
is to



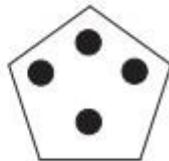
A



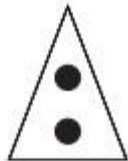
B



C



D



E

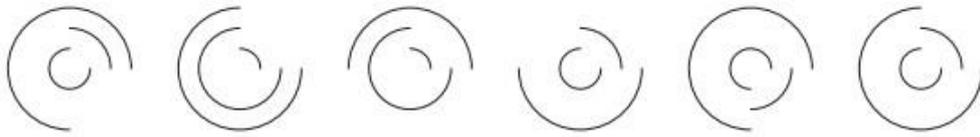
28 What number should replace the question mark?

0, 19, 38, 57, ?, 95

29



What comes next?



A

B

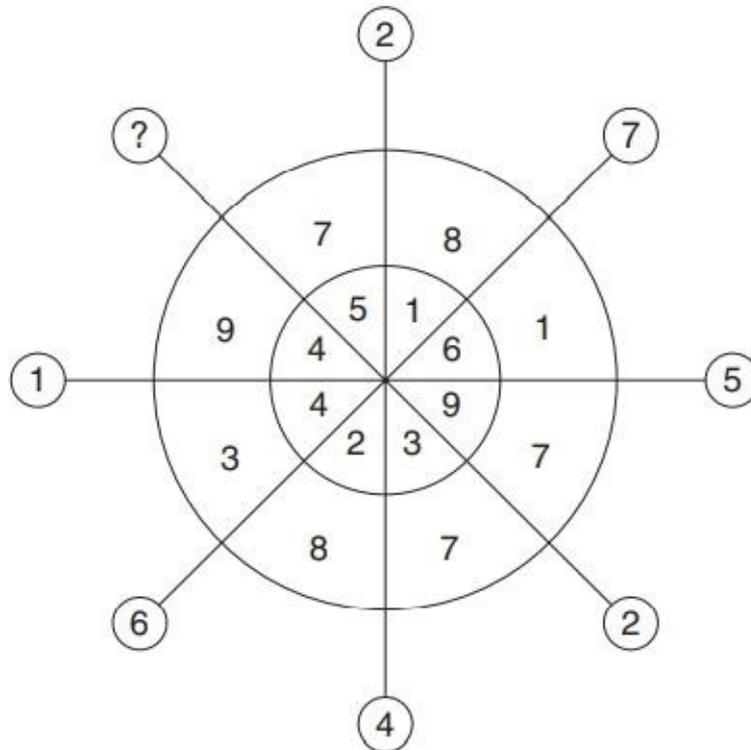
C

D

E

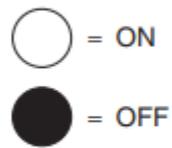
F

30 What number should replace the question mark?



continua

- 31** Switch A turns lights 1 and 2 on/off or off/on.  
Switch B turns lights 2 and 4 on/off or off/on.  
Switch C turns lights 1 and 3 on/off or off/on.



Switches A, C and B are thrown in turn, with the result that Figure 1 turns into Figure 2. Which of the switches A, B or C must, therefore, be faulty?

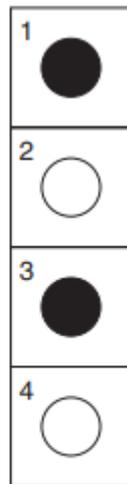


Fig. 1

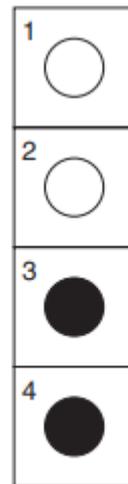
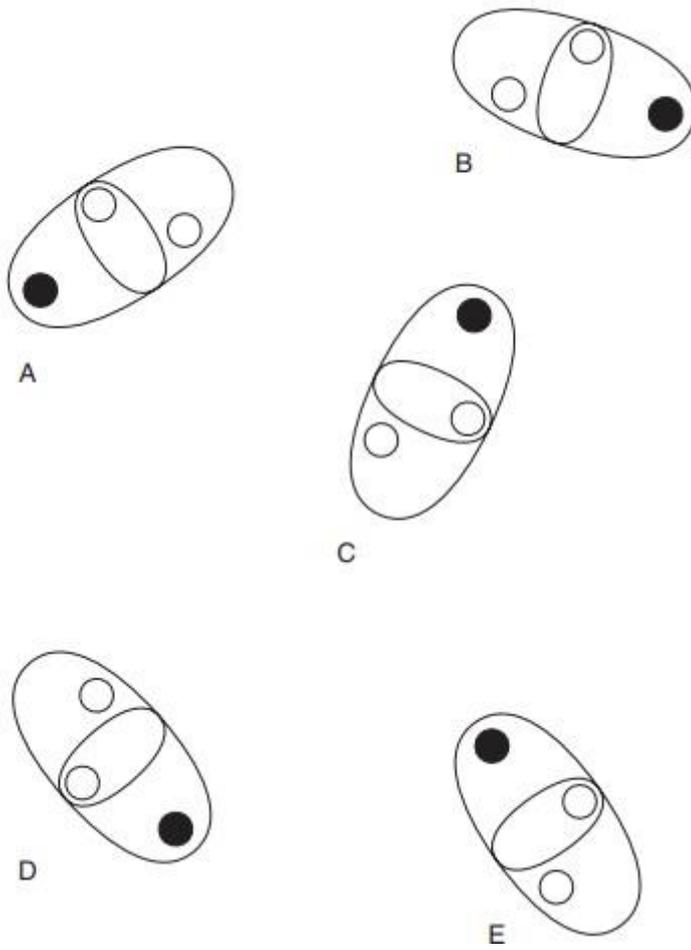
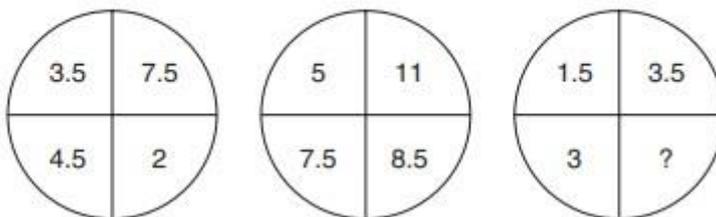


Fig. 2

32 Which is the odd one out?

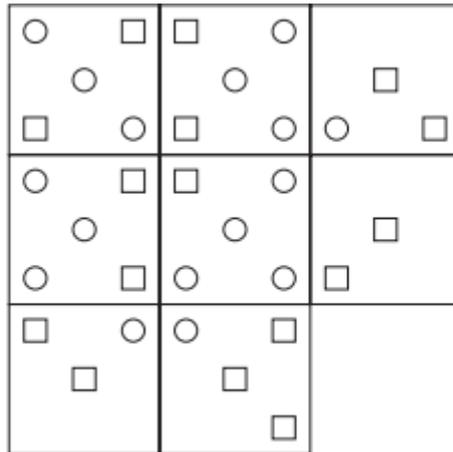


33 What number should replace the question mark?

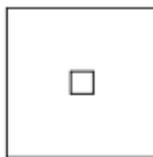


continua

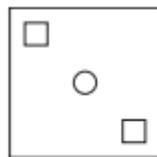
34



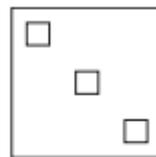
Which is the missing tile?



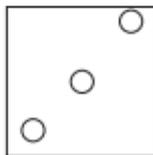
A



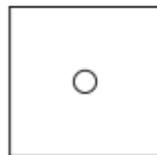
B



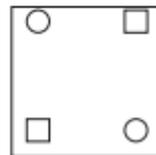
C



D



E



F

35 Start at one of the four corner letters and spiral clockwise round the perimeter, finishing at the centre letter to spell out a nine-letter word. You must provide the missing letters.

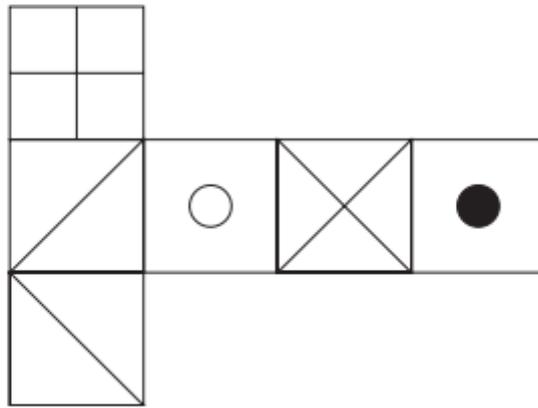
N	A	N
R		O
	T	C

36 What number should replace the question mark?

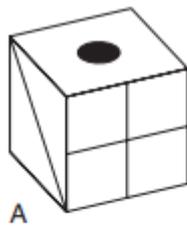
10, 21, 33, 46, 60, 75, ?

continua

37



When the above is folded to form a cube, which is the only one of the following that can be produced?



A



B



C



D



E

38 Joe has one and a half times as many as Mo, and Mo has one and a half times as many as Flo. Altogether they have 76. How many has each?

continua

39 Which one of the following sentences is correct?

- The Gardener's Association debated whether to hold it's bi-annual flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.
- The Gardeners' Association debated whether to hold its biennial flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.
- The Gardeners' Association debated whether to hold it's bi-annual flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.
- The Gardeners' Association debated whether to hold its bi-annual flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.
- The Gardener's Association debated whether to hold its biennial flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.
- The Gardeners' Association debated whether to hold it's bi-annual flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.
- The Gardener's Association debated whether to hold its biennial flower show at the beginning of April and September, or at the end of April and September each year.

40 What number should replace the question mark?

1	3	7	13
4	6	10	16
9	11	15	21
16	18	22	?

## ANEXO 2 -Teste 5(1~10), teste 6(11~20)

## Teste de desenvolvimento de habilidades metacognitivas

The use of calculators is not permitted in this test.

1 0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, ?

2 9, 18, 27, ?, 45, ?, 63

3 100, 96.75, 93.5, 90.25, 87, ?

4 0, 100, 6, 94, 12, 88, 18, 82, ?, ?

5 17, 34, 51, 68, ?

6 1, 1, 2, ?, 24, 120, 720

7 100, 98, 94, 88, 80, 70, ?

8 1.5, 3, 5.5, 9, 13.5, ?

9 100, 50, 200, 25, 400, ?

10 2, 5.75, ?, 13.25, 17, 20.75

11 100, 1, 97.5, 3.5, 92.5, 8.5, 85, 16, ?, ?

12 110, ?, 99, 81, 72, 63, 54, 45

13 1, 2, 3, 5, 7, 10, 13, 17, 21, ?, ?

14 5, 26, 131, 656, ?

15 1000, 971.4, 942.8, 914.2, 885.6, ?

16 1, 1, 3, 15, 105, ?

17 36, 72, ?, 144, 180, 216, 252

18 1, 1, 2.5, 3.5, 4, 6, 5.5, 8.5, ?, ?

19 1, 2, 6, 12, 36, 72, 216, ?, ?

20 14, 16, 28, 32, 42, 48, 56, 64, ?, ?

## ANEXO 3 -Teste 7(1~10), Teste 8(11~20), Teste 9(21~30)

- 1 What is 9 multiplied by 8?
- 2 What is 126 divided by 3?
- 3 What is 15 multiplied by 11?
- 4 What is 45% of 300?
- 5 Multiply 7 by 12 and divide by 6.
- 6 Divide 56 by 8 and add 17.
- 7 What is 35% of 250?
- 8 What is  $\frac{5}{8}$  of 240?
- 9 Multiply 15 by 6 and subtract 29.
- 10 What is  $\frac{3}{4}$  of 92 plus 13?
- 11 Multiply 7 by 4 by 6.
- 12 Divide 52 by 4 and add 17 multiplied by 3.
- 13 What is 3206 divided by 7?
- 14 Add  $32 + 8 + 18 + 25$ .
- 15 What is 55% of 320?
- 16 What is  $\frac{5}{9}$  of 270?
- 17 Which is greater,  $\frac{5}{8}$  of 112 or  $\frac{7}{8}$  of 88?
- 18 Add 5683 to 1729 and divide by 2.
- 19 Divide 672 by 12.
- 20 Subtract 369 from 1250.
- 21 Add  $\frac{2}{3}$  of 90 to  $\frac{5}{8}$  of 78.
- 22 Multiply 72 by 15.
- 23 What is  $\frac{8}{20}$  expressed as a decimal?
- 24 Deduct 865 from 1063.
- 25 Multiply 694 by 11.
- 26 Multiply 86 by 9 and add to 13 multiplied by 6.
- 27 What is 1000 less  $\frac{2}{3}$  of 117?
- 28 What is  $5.9 + 6.8 + 7.34$ ?
- 29 Deduct 7.3 from 34.2.
- 30 Multiply 6.85 by 7.

## ANEXO 4 -Teste 10

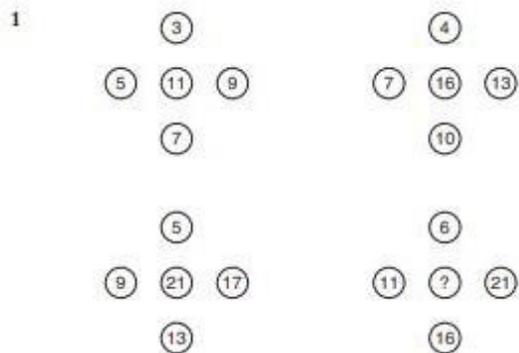
- 1 How many minutes is it before 12 noon if 68 minutes ago it was three times as many minutes past 10 a.m.?
- 2 Jack is three times as old as Jill, but in three years time he will only be twice as old. How old are Jack and Jill?
- 3 Mal is one and a half times as old as Sal, and Sal is one and a half times as old as Al. How old are Al, Sal and Mal if their combined ages total 114?
- 4 If Alice gives Susan £6.00 the money they each have is in the ratio 2 : 1; however, if Susan gives Alice £1.00 the ratio is 1 : 3. How much money have Alice and Susan each before they exchange any money?
- 5 Bill and Ben share flower pots in the ratio of 3 : 5. If Bill has 180 flower pots, how many has Ben?
- 6 Tom, Dick and Harry wish to share out a certain sum of money between them. Tom gets two-fifths, Dick gets 0.45 and Harry gets £21.00. How much is the original sum of money?
- 7 

How long are the sides of a rectangle which has a perimeter of 70 units and an area of 276 square units?
- 8 The call centre received its highest number of enquiries between 3 p.m. and 4 p.m., which was 40% more than the 250 enquiries it received between 2 p.m. and 3 p.m. How many calls did the call centre receive between 3 p.m. and 4 p.m.?
- 9 If  $A = 3$ ,  $B = 4$ ,  $C = 6$  and  $D = 7$ , calculate the following:
 
$$\frac{(C \times D) - (B \times C)}{(A + C)}$$
- 10 During the first week of a sale a suit originally costing £280.00 was reduced by 15%. At the beginning of the second week it was reduced by a further 10%. What was the final sale price?
- 11 If my taxi journey takes 23 minutes and my train journey takes 49 minutes longer, what is my total travelling time in hours and minutes?
- 12 In 7 years' time the combined age of my sister and her three children will be 92. What will it be in 4 years' time?

- 13 In a survey on the High Street on a Saturday afternoon,  $\frac{5}{10}$  of women questioned had bought just cosmetics,  $\frac{2}{5}$  had bought just clothing, while 115 women had just browsed and bought nothing. How many women had just bought cosmetics and how many had just bought clothing?
- 14 The average of three numbers is 19. The average of two of these numbers is 24. What is the third number?
- 15 Tins of carrots cost 4 pence (£0.04) more if bought individually than if bought in packs of 12. If a pack of 12 costs £5.76, what is the cost of seven tins bought individually?
- 16 A batsman is out for 26 runs, which raises his batting average for the season from 15 to 16. How many runs would he have had to have scored to raise his average to 20?
- 17 A greengrocer ordered 4500 items of fruit consisting of apples, oranges and plums in the ratio of 2:3:4, respectively. How many of each item did he order?
- 18 If I drive 210 miles, how long will the journey take if I drive at an average speed of 20 m.p.h. for 120 miles and an average speed of 30 m.p.h. for 90 miles, and have a 60 minute stop for refreshments mid-way through the journey?
- 19 If five men can build a house in 21 days, how long will it take seven men to build the house, assuming all men work at the same rate?
- 20 At a recent small town election for mayor, a total of 972 votes were cast for the four candidates, the winner exceeding his opponents by 52, 78 and 102 votes, respectively. How many votes were cast for each candidate?

## ANEXO 5 -Teste 11

<sup>4</sup> The use of a calculator is permitted in this test in respect of questions 6, 7, 9, 11, 13 and 14 only, but written notes are permitted throughout.



What number should replace the question mark?

- 2 A statue is being carved by a sculptor. The original piece of marble weighs 250 kg. In the first week 35% is cut away, in the second week 20% of the remainder is cut away and in the third week 25% is chiselled away and polished to produce the finished statue. What is the weight of the final statue?
- 3 10, 11, 9, 12, 8, 13, 7, 14, ?, ?

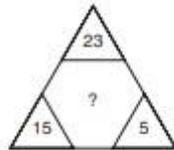
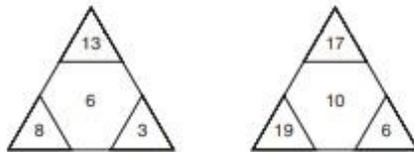
What are the next two numbers in the above sequence?

4 783:59  
 395:32  
 579:44  
 666:?

5 Three coins are tossed in the air at the same time. What are the chances that at least two of the coins will fall tails up?

6 A train travelling at a speed of 75 m.p.h. enters a tunnel that is 2.5 miles long. The length of the train is 0.25 miles. How long does it take for all of the train to pass through the tunnel, from the moment the front enters to the moment the rear emerges?

7

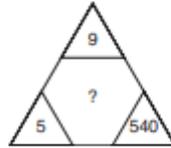


What number should replace the question mark?

8 10, 11, 14, 23, ?, 131

What number should replace the question mark?

9



What number should replace the question mark?

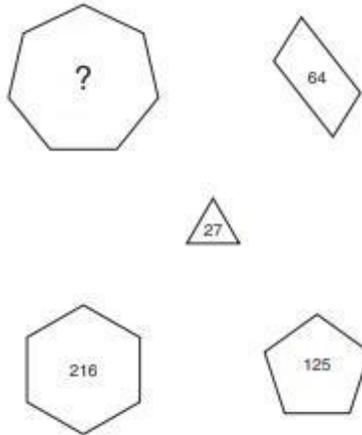
10

7	8	4	19
3	14	5	22
2	7	?	27
12	29	27	?

What two numbers should replace the question marks?

- 11 I have collected 91 apples, which I wish to put into bags for handing out to some of my neighbours. All bags must contain the same number of apples and I wish to use as few bags as possible. How many neighbours received a bag of apples and how many apples did each bag contain?
- 12 I completed a journey by bus, rail and taxi. If the train fare cost £27.35, the taxi fare cost £15.90 less than the train fare and the bus fare cost £9.55 less than the taxi fare, how much did the total journey cost me?

13



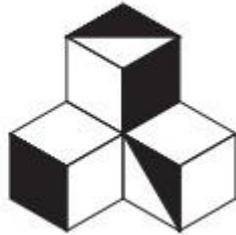
What number should replace the question mark?

- 14 I have three rolls of turf, each measuring 20 metres long by 4 metres wide, with which I intend to cover two rectangular areas of ground, one of which is 6 metres by 18 metres and the other 15.5 metres by 5.5 metres. How many square metres of turf will I have left over?
- 15 Out of 144 guests at a conference, a quarter took their coffee with sugar only,  $\frac{5}{8}$  took it with both milk and sugar, one out of every 16 guests took it with milk only and the rest took it black with neither milk nor sugar. How many guests took it black with neither milk nor sugar?

## ANEXO 6 -Teste 12

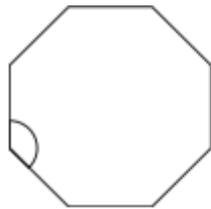
The use of calculators is permitted in this test.

1



What percentage of the visible figure is shaded?

2



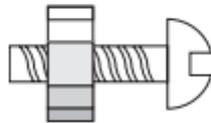
What is the value of the internal angle of an octagon?

3 Brass is an alloy made from two metals, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_.

Which two metals are missing?

- a) copper and iron
- b) copper and tin
- c) iron and tin
- d) nickel and tin
- e) iron and nickel
- f) zinc and copper
- g) iron and zinc

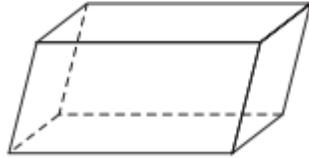
4



A nut is so tight on a screwed bolt you are having great difficulty unscrewing it. Which of the following is the most effective in freeing it?

- a) cooling it
- b) submerging it in warm water
- c) heating it
- d) none of the above

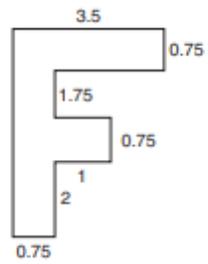
5



What is the name of the above figure?

- a) icosahedron
- b) rhombus
- c) ellipsoid
- d) parallelepiped
- e) rhomboid

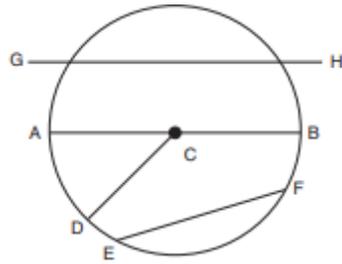
6



(not to scale)

What is the area in square units of the figure above?

7



AB = \_\_\_\_; CD = \_\_\_\_; EF = \_\_\_\_; GH = \_\_\_\_.

Given that point C is the centre of the circle, insert the names of the lines from the choice given below. One of the choices is not used:

secant, chord, radius, tangent, diameter

- 8 \_\_\_\_ is when heat travels from the warmed end of an object towards the cool end. \_\_\_\_ is when heat travels through space. \_\_\_\_ is when heat from a hotplate is transferred to water in a pan placed on the hotplate.

Insert the three types of heat below into their correct definition:

radiation, conduction, convection

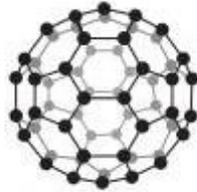
- 9 Dynamism is the doctrine that all substance involves \_\_\_\_.

Insert the correct word into the above definition from the choice below:

- a) momentum
- b) mass
- c) force
- d) motion
- e) gravity

- 10 The speed of sound is approximately 740 m.p.h. A fire engine with its siren sounding is approaching you at 80 m.p.h. At what speed is the sound from the siren approaching you?
- a) 820 m.p.h
  - b) 740 m.p.h
  - c) 660 m.p.h
  - d) 9.25 m.p.h

11



Buckminsterfullerene (as illustrated above) is a natural form, or allotrope, of carbon. It consists of 60 carbon atoms linked together to form an almost spherical  $C_{60}$  molecule. Which of the following does it consist of?

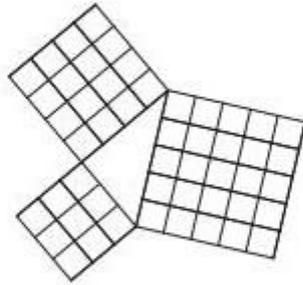
- a) 24 hexagons and 8 pentagons
- b) 12 pentagons and 20 hexagons
- c) 30 hexagons and 10 pentagons
- d) 16 hexagons and 12 pentagons
- e) 20 hexagons and 12 pentagons

12



If you picked up a single cube, turned it around, and looked at it from all directions, six faces would be visible. If you picked up the figure above and looked at it from all angles and directions, how many faces would be visible?

13



The above diagram is proof of which of the following?

- Fermat's last theorem
- Boyle's law
- Pythagoras' theorem
- Einstein's general theory of relativity
- Godel's theorem
- Euclid's algorithm
- Coulomb's law
- None of the above

14 In mathematical equations the order of operations is multiplication before addition. What is the value of ? in the following?

$$\{4[6 + (4 \times 9 + 14)]\} = ?$$

15 The \_\_\_\_\_ is a unit of frequency equal to one cycle per second.

Insert the correct word into the definition:

- Joule
- Hertz
- diode
- dyne
- Kelvin

## ANEXO 7 -Teste 13

- 1 elk  
mink  
mouse  
gibbon  
panther

Which creature comes next? Is it:

squirrel, tortoise, tigress, wildebeest, platypus or aardvark?

- 2 January  
February  
April  
July  
November  
April  
?

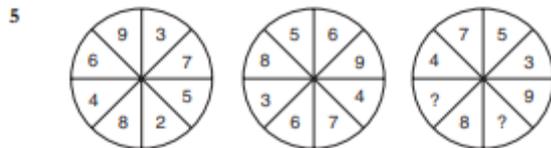
What comes next?

- 3
- |   |   |
|---|---|
| A | C |
| G | E |
- |   |   |
|---|---|
| B | E |
| K | H |
- |   |   |
|---|---|
| C | G |
| O | K |
- |   |   |
|---|---|
| ? | ? |
| ? | ? |

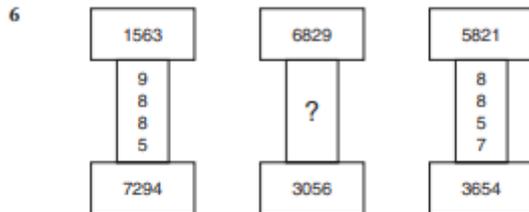
What letters should appear in the fourth square?

- 4
- |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 7 | 2 | 1 | 6 |
| 9 | 2 | 8 | 5 | 7 | 4 |
| 6 | 9 | 7 | 3 | 8 | 5 |
| 6 | 1 | 2 | 7 | 4 | 3 |
| 4 | 7 | 5 | 8 | 2 | 9 |
| ? | ? | ? | ? | ? | ? |

What numbers should appear on the bottom row?



What numbers should replace the question marks?

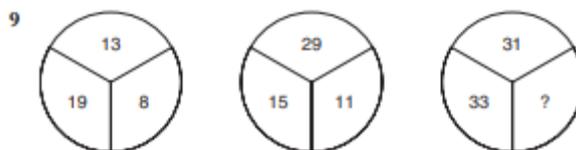


What number should replace the question mark?

- 7
- 7896432 is to 9872346  
and 9247183 is to 4293817  
therefore 8629471 is to ?

- 8 From the information already provided, find the link between the numbers in each row, and then fill in the missing numbers:

3859	1 1 1 4	--
4978	-----	4 6
7579	-----	--



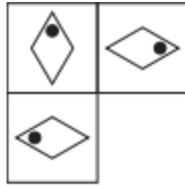
What number should replace the question mark?

- 10
- 3829718 is to 87283  
and 642735 is to 5346  
therefore 6917 is to ?

## ANEXO 8 -Teste 14

## Teste de desenvolvimento de habilidades metacognitivas

1

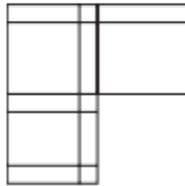


Which is the missing square?



A B C D E

2



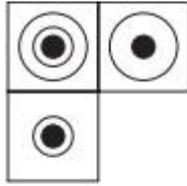
Which is the missing square?



A B C D E

continua

3



Which is the missing square?



A



B



C



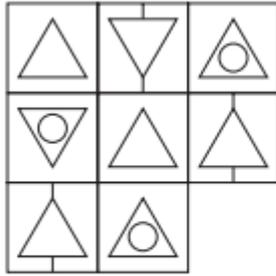
D



E

continua

4



Which is the missing square?



A



B



C



D



E



F



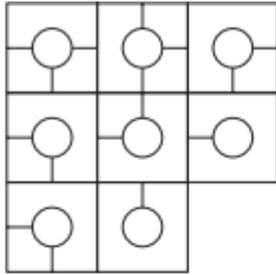
G



H

continua

5



Which is the missing square?



A



B



C



D



E



F



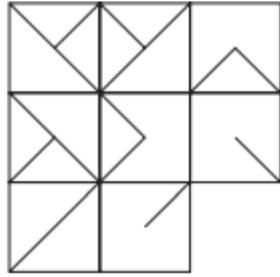
G



H

continua

6



Which is the missing square?



A



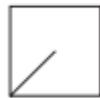
B



C



D



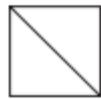
E



F



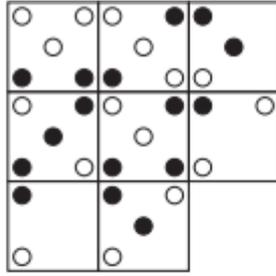
G



H

continua

7



Which is the missing square?



A



B



C



D



E



F



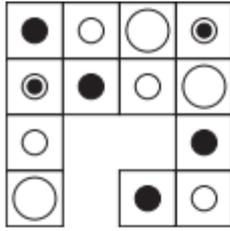
G



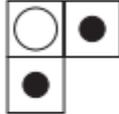
H

continua

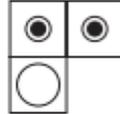
8



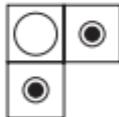
Which is the missing section?



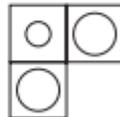
A



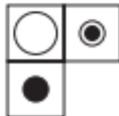
B



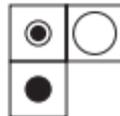
C



D



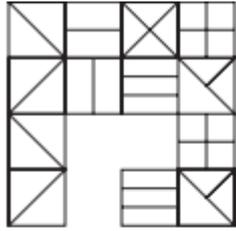
E



F

Continua

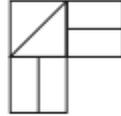
9



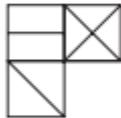
Which is the missing section?



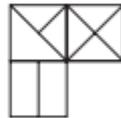
A



B



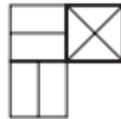
C



D



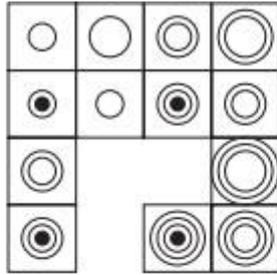
E



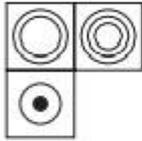
F

continua

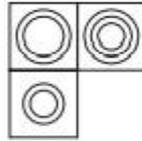
10



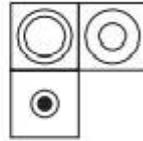
Which is the missing section?



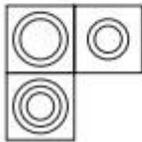
A



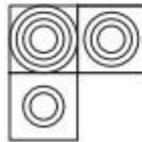
B



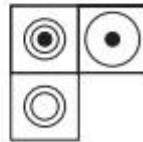
C



D



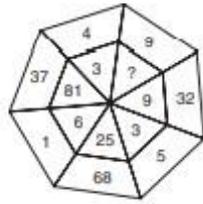
E



F

## ANEXO 9 -Teste 15

1



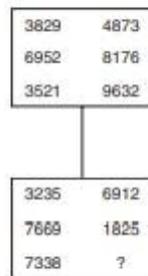
What number should replace the question mark?

2



What number should replace the question mark?

3



What number should replace the question mark?

4 senate, banana, mirage, curate, revoke

Which one of the words below belongs with the words above?

ginger, humane, abacus, yogurt, sector

5 Five suspects, one of whom is the guilty party, are being interrogated by the police. Who is the culprit if just three only of the following statements are correct?

Alf: 'Dave did it.'

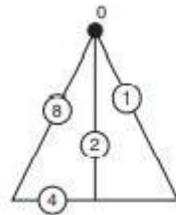
Ben: 'It wasn't me.'

Charlie: 'Ernie is innocent.'

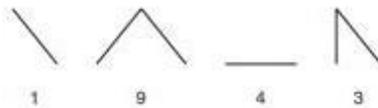
Dave: 'Alf is lying when he accuses me.'

Ernie: 'Ben is telling the truth.'

6



If the number 1943 is represented by the symbols:



what number is represented by the symbols:

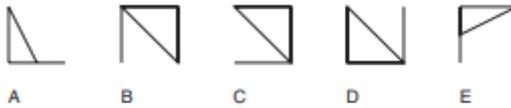


7

5	7	8	6	8	6
8	6	3	?	7	4
2	?	7	8	6	8
5	8	?	4	5	?
3	1	7	2	8	6
7	4	8	5	7	3

What numbers should replace the question marks?

8



Which is the odd one out?

- 9 ● Start with a full cup of black coffee (no milk) and drink one-third of it.
- Now pour into the cup an amount of milk equal to the coffee you have just drunk, and stir well.
  - Now drink a further half of the resultant mixture.
  - Now pour into the cup a further amount of milk equal to the mixture you have just drunk and stir well again.
  - Now drink one-sixth of the resultant mixture.
  - Now pour into the cup a further amount of milk equal to the mixture you have just drunk, stir well, and finally, drink the whole cup of liquid.

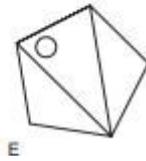
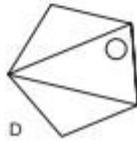
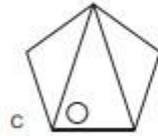
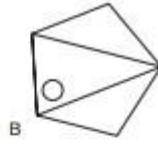
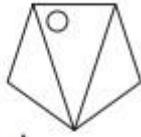
Have you drunk more milk or more coffee in total?

- 10 ● You have five bags, each containing 10 balls. One bag contains red balls, one bag contains yellow, one bag contains green, one bag contains blue and one bag contains brown.
- All of the balls in four of the bags weigh 20 grams and all the balls in one of the bags, you do not know which bag, weigh 18 grams, i.e. they are 2 grams less than the other balls.

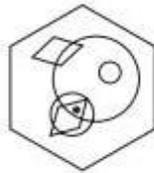
By using a single tray scale (and not a two-tray Libra-type scale), how can you find out in the *minimum* number of weighings which bag contains the lighter balls?

## ANEXO 10 -Teste 16

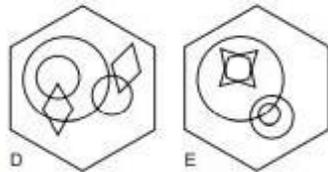
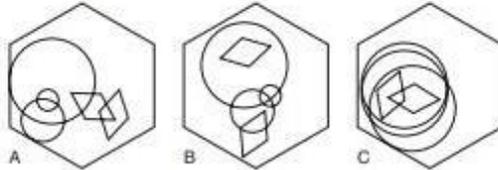
1 Which is the odd one out?



2



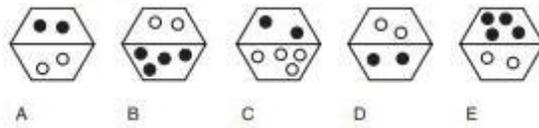
To which hexagon below can a dot be added so that it then meets the same conditions as in the hexagon above?



3

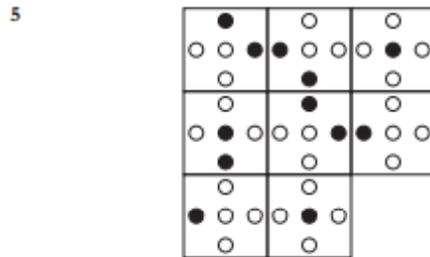
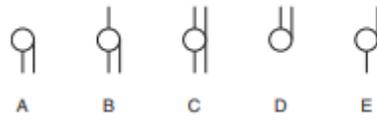


Which is missing?

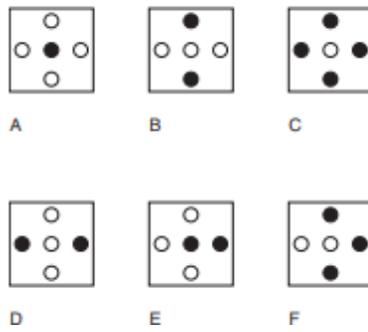


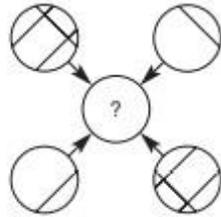
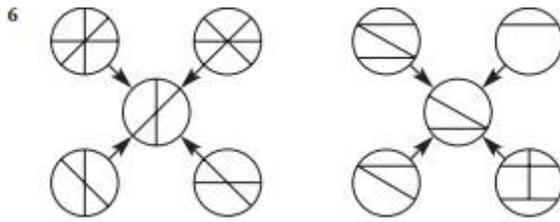


What comes next?

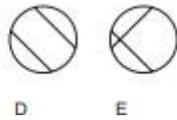
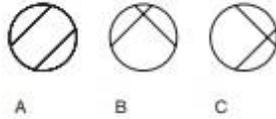


Which is the missing tile?

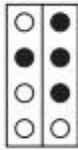




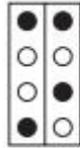
Which circle should replace the question mark?



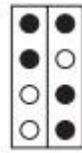
7 Which is the odd one out?



A



B



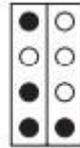
C



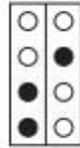
D



E

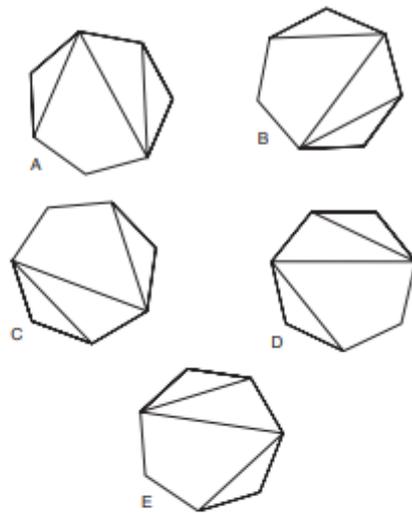


F

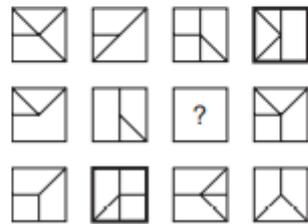


G

8 Which is the odd one out?



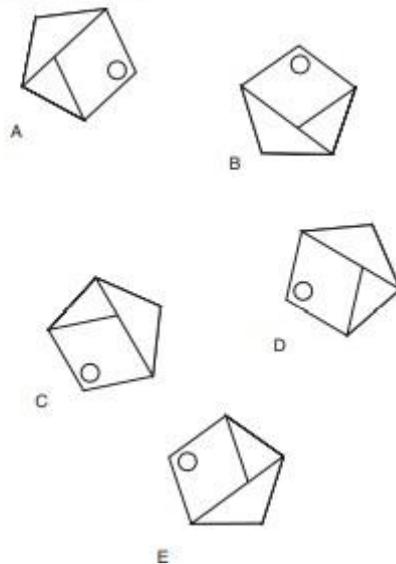
9



Which square should replace the question mark?



10 Which is the odd one out?



## ANEXO 11

## Material de aula.

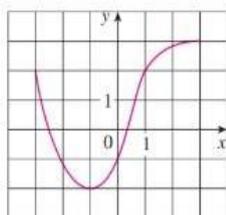
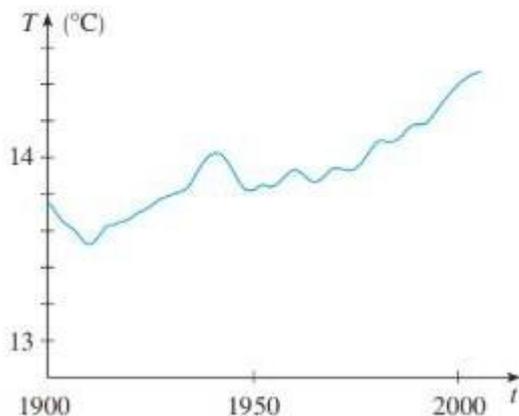


FIGURA PARA O PROBLEMA 1

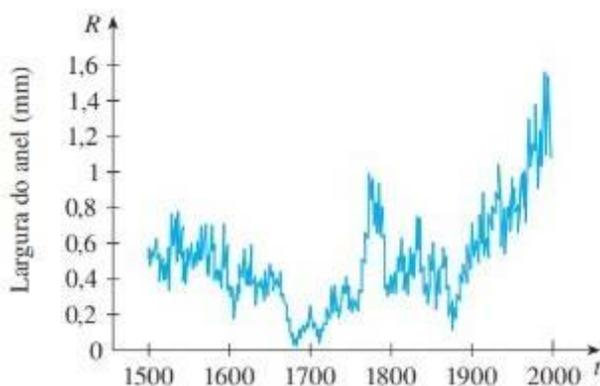
- O gráfico de uma função  $f$  é dado à esquerda.
    - Diga o valor de  $f(-1)$ .
    - Estime o valor de  $f(2)$ .
    - Para quais valores de  $x$  vale que  $f(x) = 2$ ?
    - Estime os valores de  $x$  tais que  $f(x) = 0$ .
    - Diga qual é o domínio e a imagem de  $f$ .
  - Se  $f(x) = x^3$ , calcule o quociente  $\frac{f(2+h) - f(2)}{h}$  e simplifique sua resposta.
  - Encontre o domínio da função.
    - $f(x) = \frac{2x+1}{x^2+x-2}$
    - $g(x) = \frac{\sqrt[3]{x}}{x^2+1}$
    - $h(x) = \sqrt{4-x} + \sqrt{x^2-1}$
  - Como os gráficos das funções são obtidos a partir do gráfico de  $f$ ?
    - $y = -f(x)$
    - $y = 2f(x) - 1$
    - $y = f(x-3) + 2$
  - Sem usar uma calculadora, faça um esboço grosseiro do gráfico.
    - $y = x^3$
    - $y = (x+1)^3$
    - $y = (x-2)^3 + 3$
    - $y = 4 - x^2$
    - $y = \sqrt{x}$
    - $y = 2\sqrt{x}$
    - $y = -2^x$
    - $y = 1 + x^{-1}$
  - Seja  $f(x) = \begin{cases} 1 - x^2 & \text{se } x \leq 0 \\ 2x + 1 & \text{se } x > 0 \end{cases}$ 
    - Calcule  $f(-2)$  e  $f(1)$ .
    - Esboce o gráfico de  $f$ .
  - Se  $f(x) = x^2 + 2x - 1$  e  $g(x) = 2x - 3$ , encontre cada uma das seguintes funções.
    - $f \circ g$
    - $g \circ f$
    - $g \circ g \circ g$
- 8. Resolva a equação. (Encontre apenas as soluções reais.)**
- $x + 5 = 14 - \frac{1}{2}x$
  - $\frac{2x}{x+1} = \frac{2x-1}{x}$
  - $x^2 - x - 12 = 0$
  - $2x^2 + 4x + 1 = 0$
  - $x^4 - 3x^2 + 2 = 0$
  - $3|x - 4| = 10$
  - $2x(4-x)^{-1/2} - 3\sqrt{4-x} = 0$
- 9. Resolva cada desigualdade. Escreva sua resposta usando a notação de intervalos.**
- $-4 < 5 - 3x \leq 17$
  - $x^2 < 2x + 8$
  - $x(x-1)(x+2) > 0$
  - $|x - 4| < 3$
  - $\frac{2x-3}{x+1} \leq 1$
- 10. Diga se cada equação é verdadeira ou falsa.**
- $(p+q)^2 = p^2 + q^2$
  - $\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b}$
  - $\sqrt{a^2 + b^2} = a + b$
  - $\frac{1+TC}{C} = 1 + T$
  - $\frac{1}{x-y} = \frac{1}{x} - \frac{1}{y}$
  - $\frac{1/x}{a/x - b/x} = \frac{1}{a-b}$

11. É mostrado um gráfico da temperatura média global  $T$  durante o século XX. Faça estimativas do seguinte.
- A temperatura média global em 1950.
  - O ano no qual a temperatura média era  $14,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - O ano de menor temperatura média ? De maior?
  - A imagem de  $T$ .



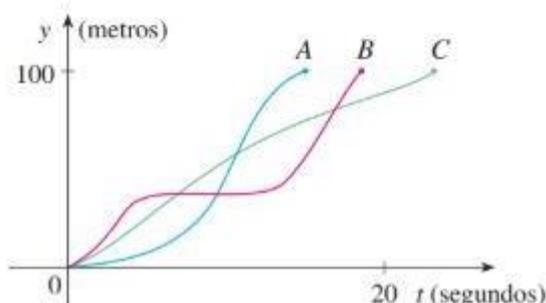
Fonte: Adaptado de *Globe and Mail* [Toronto], 5 de dezembro de 2009. Impresso.

12. As árvores crescem mais rápido e formam anéis maiores nos anos quentes e crescem mais lentamente e formam anéis mais estreitos nos anos mais frios. A figura mostra a largura dos anéis de um pinheiro da Sibéria de 1500 a 2000.
- Qual é a imagem da função largura dos anéis?
  - O que o gráfico parece dizer sobre a temperatura da terra? O gráfico reflete as erupções vulcânicas de meados do século XIX?

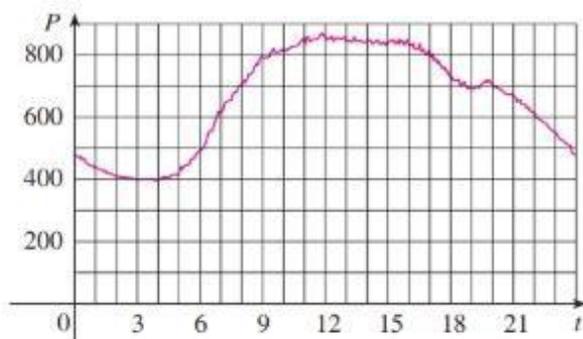


Fonte: Adaptado de G. Jacoby et al., Mongolia tree rings and 20th-Century Warning. *Science* 273 (1996): 771-73.

13. Ponha cubos de gelo em um copo, encha-o com água fria e deixe-o sobre uma mesa. Descreva como vai variar no tempo a temperatura da água. Esboce então um gráfico da temperatura da água como uma função do tempo decorrido.
14. Três corredores competem em uma corrida de 100 metros. O gráfico representa a distância da corrida como uma função de tempo para cada corredor. Descreva o que o gráfico diz sobre esta corrida. Quem ganhou? Todos os corredores finalizaram a prova?



15. O gráfico mostra o consumo de energia por um dia em setembro em São Francisco. ( $P$  é medido em megawatts;  $t$  é medido em horas a partir da meia-noite.)
- (a) O que acontece com o consumo de energia às 6 da manhã? E às 6 da tarde?
- (b) Quando houve o menor consumo de energia? E quando foi o maior? Esses horários parecem razoáveis?



Fonte: Pacific Gas & Electric

## ANEXO 12

## Material de aula.

$\frac{d}{dt} t^2 = 2t$   
 $\frac{d}{dt} t^3 = 3t^2$

} toda vez que eu derivo, eu quero  
 saber a inclinação

↳ regra da tangente

se por não ser importante

$x = 4t + 3t^3$   
 $v = 4 + 9t^2$   
 $a = 18t$

} quando eu derivo, eu  
 diminuo uma ordem

constante = 0

quando tenho uma reta tangente sem uma inclinação

"Dois corpos com a mesma frequência vibram"

Exercícios

⊕ Derive as seguintes funções

a-)  $f(x) = x^2$   
 $f(x) = x^2$   
 $= 2x$

b-)  $f(x) = 20$   
 $f(x) = 20$   
 $= 0$

c-)  $f(x) = 5x^3 + 2x$   
 $15x^2 + 2$

d-)  $f(x) = x^3 + 1000$   
 $= 3x^2$

e-)  $f(x) = x^3 + x^2 + x + 1$   
 $= 3x^2 + 2x + 1$   
 $= 6x + 2$   
 $= 6$

f-)  $f(x) = (x^2 + 1)^3$   
 $3(x^2 + 1)^2 \cdot 2x$   
 $6x(x^2 + 1)^2$   
 $6x^5 + 12x^3 + 6x$

g-)  $\sin(x^2)$   
 $2x \cdot \cos x^2$

Derivadas - Professor José

Representações

$\frac{dx}{dt}$   
 $f(x) = x^2$   
 $\frac{df(x)}{dx} = 2x^{2-1}$

$f(x) = z \cdot x^{c-1}$   
 $f(x)' = zx^{c-1}$

} z = regra

$f(x) = a^z$   
 $z \ln a$   
 $f(x) = x^z + a^5$   
 $f(x)' = zx + 5 \cdot \ln a$

} z = regra

## ANEXO 13

## Material de aula.

Coefficiente angular

$$a = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{dy}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0+h) - f(x_0)}{h}$$

Derivada!

Função derivada:

$$f'(x) = \frac{dy}{dx}$$

Limite de ângulo de uma reta

$x_0$  era um ponto específico!

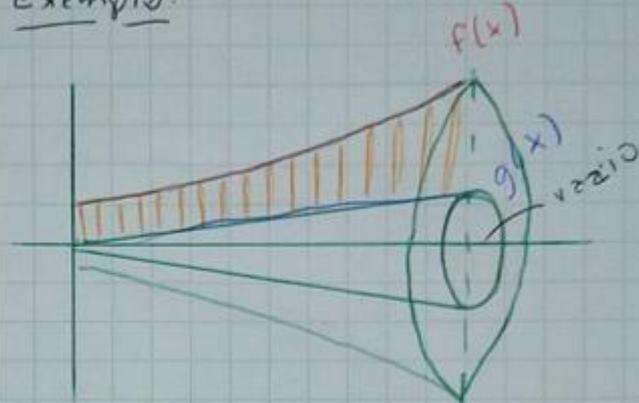
Agora queremos encontrar qualquer valor!

$$f'(x) = \frac{dy}{dx} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Volume por "discos ou arruelas"

$$V = \int_a^b \pi [f(x)]^2 dx$$

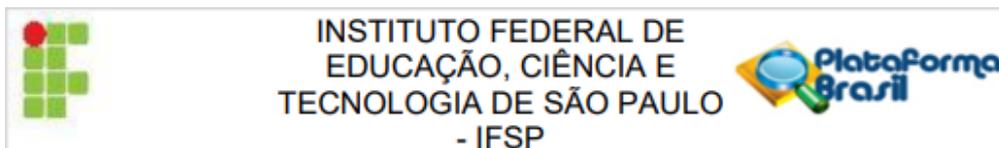
Exemplo:



The diagram shows a coordinate system with a vertical line at  $x=a$  and a curve  $f(x)$ . The region between the x-axis, the vertical line, and the curve is shaded with orange vertical lines. This region is rotated around the x-axis to form a solid. A cross-section of the solid is shown as a disk with radius  $g(x)$ . The volume of the solid is given by the integral of the area of these disks from  $x=a$  to  $x=b$ .

$$\int_a^b \pi [f(x)]^2 dx - \int_a^b \pi [g(x)]^2 dx$$

## APENDICE 1



Continuação do Parecer: 3.697.492

### Considerações Finais a critério do CEP:

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1335918.pdf	10/11/2019 11:51:53		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.doc	10/11/2019 11:31:16	JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	10/11/2019 11:30:32	JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS	Aceito
Outros	Questionario.pdf	12/10/2019 20:58:41	JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS	Aceito
Outros	PROVA_SENAI.pdf	08/09/2019 01:38:01	JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	25/08/2019 18:34:24	JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO_PESQUISA.pdf	25/08/2019 18:32:42	JOSÉ ADILSON SILVA DE JESUS	Aceito

### Situação do Parecer:

Aprovado

### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 11 de Novembro de 2019

---

**Assinado por:**  
**Camila Collpy Gonzalez Fernandez**  
**(Coordenador(a))**

## APENDICE 2: AVALIAÇÃO SEQUÊNCIA DIDÁTICA – TESTES DE INTELIGÊNCIA

SUJEITO	GENERO	ESCOLA	METODOLOGIA	ESTRATEGIA	QUANTIDADE_ESTRATEGIAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
1	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	79	78	80	79	79
2	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	2	79	78	81	80	79
3	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	79	78	79	79	81
4	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	2	86	84	84	84	78
5	F	PRIVADA	TRADICIONAL	N	2	85	84	84	84	80
6	F	PRIVADA	TRADICIONAL	N	3	86	85	84	84	80
7	F	PRIVADA	TRADICIONAL	N	3	34	34	44	43	43
8	F	PUBLICA	TRADICIONAL	N	2	40	40	54	54	53
9	F	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	40	39	56	55	54
10	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	1	54	54	54	54	54
11	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	7	97	95	96	95	95
12	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	98	95	94	95	96
13	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	96	95	95	95	95
14	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	7	91	92	91	91	91
15	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	5	90	92	91	90	90
16	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	6	91	91	91	92	91
17	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	7	100	100	100	100	95
18	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	100	100	98	100	95
19	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	9	100	100	100	100	95
20	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	96	95	96	95	94
21	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	6	90	91	92	91	92
22	F	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	7	91	91	92	92	91
23	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	90	92	92	92	91
24	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	9	93	94	93	94	93
25	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	94	92	94	93	93

26	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	6	94	93	93	93	93
27	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	7	100	100	100	100	100
28	M	PUBLICA	METACOGNITIVA	S	8	100	100	100	100	100
29	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	9	100	100	100	100	100
30	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	8	92	92	93	94	95
31	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	6	94	92	92	93	93
32	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	6	93	93	93	94	93
33	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	7	93	93	93	93	93
34	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	8	94	94	94	95	95
35	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	9	93	95	94	94	96
36	M	PRIVADA	METACOGNITIVA	S	8	94	93	94	94	93
37	F	PRIVADA	TRADICIONAL	N	3	69	69	74	73	73
38	F	PRIVADA	TRADICIONAL	N	3	69	69	74	72	74
39	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	2	69	69	72	73	73
40	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	38	38	37	37	37
41	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	46	45	45	45	44
42	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	2	46	46	46	45	45
43	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	43	43	43	43	43
44	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	53	53	53	53	53
45	M	PUBLICA	TRADICIONAL	N	3	54	54	54	54	54
46	M	PRIVADA	TRADICIONAL	N	2	54	54	54	54	54
47	M	PRIVADA	TRADICIONAL	N	3	54	54	54	54	54
48	M	PRIVADA	TRADICIONAL	N	1	37	37	37	36	36

**continua**





### APENDICE 3

#### RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SEMESTRAL 2020

RESULTADOS DA PRÉ AVALIAÇÃO SEMESTRAL 2020					
CONVENCIONAL	2º Semestre	1º Semestre	METACOGNITIVO	2º Semestre	1º Semestre
RAMOS	23	68	CAIO	50	48
VINÍCIUS ALMEIDA	83	62	ISABELA	90	62
ANJOS	78	62	JONATAS	90	62
BUENO	65	62	GUSTAVO	80	58
ANA	63	60	KAUÊ	65	53
CAVALCANTE	65	62	GIOVANNA	90	62
SANTOS	73	60	GUSTAVO	75	57
LARA	68	65	LEONARDO	80	58
MANARINI	63	65	CAMILA	75	57
OLIVEIRA	65	67	BEATRIZ	75	57
CAIO	65	65	AUGUSTO	100	68
GUILHERME	80	60	ERICK	70	55
MARCOS	78	48	INGRIDY	100	68
MAYSA	60	60	PEDRO SILVA	90	78
LEONARDO	58	75	MATHEUS	90	78
EMILLY	58	73	PEDRO	100	82
ISABELLY	78	72	VINÍCIUS	90	78
BRIAN	45	73	VITOR	95	80
MATEUS	73	73	RAYANNE	90	62
TALISON	75	77	PHILIPPE	90	62
INGRID	75	73	RAYSSA	90	62
BEATRIZ	70	63	LUCAS	90	78
DESISTENTE	0	0	VINÍCIUS	100	83
DESISTENTE	0	0	MARCUS	85	77
DESISTENTE	0	0	THIAGO	90	62
DESISTENTE	0	0	LUCAS	100	85

#### APENDICE 4

#### FATOR DE IMPACTO NA AVALIAÇÃO 2020

FATOR DE IMPACTO NA PRÉ AVALIAÇÃO 2020	
CONVENCIONAL	METACOGNITIVO
-4,40	0,11
2,00	1,88
1,52	1,88
0,32	1,44
0,24	0,77
0,32	1,88
1,20	1,22
0,24	1,44
-0,24	1,22
-0,16	1,22
0,00	2,10
1,92	1,00
2,80	2,10
0,00	0,77
-1,68	0,77
-1,52	1,22
0,56	0,77
-2,72	1,00
-0,08	1,88
-0,16	1,88
0,16	1,88
0,67	0,77
0,00	1,11
0,00	0,55
0,00	1,88
0,00	1,00

## APENDICE 5

### Produto Educacional



## PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

### PRODUTO EDUCACIONAL

MDMARC - Metodologia de Desenvolvimento Metacognitivo e  
Autorregulação em Cálculo

Jose Adilson de Jesus

Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet

São Paulo (SP)

**2020**

**Catálogo na fonte**  
**Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo**  
**Dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

j58m	Jesus, José Adilson Silva de Mdmarc - metodologia de desenvolvimento metacognitivo e autorregulação em cálculo / José Adilson Silva de Jesus, Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet. São Paulo: [s.n.], 2021. 72 f. il.  Orientadora: Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet  Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2021.  1. Metacognição. 2. Ensino Aprendizagem. 3. Autonomia. 4. Autoregulação. 5. Aprendizagem de Cálculo. I. Collet, Lucia II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo III. Título.
------	---

CDD 510

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-  
NãoComercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo. Aprovado em banca de defesa de mestrado no dia 20/05/2021.

## AUTORES

**José Adilson Silva de Jesus:** É licenciado em Pedagogia (2017) e Matemática (2019), Bacharel em Engenharia Elétrica, pós-graduado em Ensino de Matemática (2020), pela Universidade Cruzeiro do Sul, atualmente é Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de São Paulo. É professor no curso de Mecatrônica do SENAI na cidade de São Caetano do Sul - SP.

**Lucia Scott Franco de Camargo Azzi Collet.** Doutora em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo e Graduada em Engenharia Química pela mesma Universidade. Licenciada em química pela Faculdade Oswaldo Cruz. Tem experiência na indústria química. Lecionou no ensino médio estadual e na Escola Politécnica da USP. Atualmente é professora doutora no IFSP - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo e Diretora de Ensino no mesmo instituto, Campus São Paulo. Leciona disciplinas nos cursos de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Engenharias e Licenciaturas da referida instituição. Principais interesses: novas metodologias no ensino de ciências e no ensino de engenharia. Uso de metodologias ativas, aprendizado baseado em projetos. Experimentação remota no ensino.

# **SUMÁRIO**

**Apresentação do Produto Educacional**

**Introdução**

**Referencial teórico**

## **MDMARC - LIVRETO**

**Seção 1 Uma breve introdução sobre metacognição**

**1.1 O que é metacognição**

**1.2 Por que o conhecimento metacognitivo é importante para o professor**

**1.3 Por que as habilidades metacognitivas são importantes para o aluno**

**1.4 Como as habilidades metacognitivas se relacionam com a avaliação para a aprendizagem**

**1.5 Como o treinamento de habilidades metacognitivas pode beneficiar alunos**

**Seção 2 Metacognição na sala de aula e além do ambiente acadêmico**

**2.1 Quatro maneiras de promover a consciência metacognitiva geral**

**2.2 Habilidades de pensamento e questionamento de ordem superior - uma abordagem metacognitiva**

**2.2.1 O que são habilidades de pensamento de ordem superior (habilidades quentes)?**

**2.2.2 O que é taxonomia de Bloom?**

**2.2.3 Os seis níveis da Taxonomia de Bloom**

**2.2.4 Como a taxonomia de Bloom pode ser usada?**

**2.2.5 Usando as habilidades quentes para desenvolver questionamentos**

**3 A sequência didática metacognitiva de leitura e estudo de matemática**

**3.1 O método PPL3R de leitura e estudo para Matemática e Ciências**

**3.2 Gráfico S-Q-T**

**3.3 Mapas Conceituais**

**3.4 Técnicas de auto-reflexão e avaliação para o aluno**

**Seção 3 Ferramentas de Qualidade para promoção metacognitiva**

**4 Brainstorming**

**5 Ambientes motivacionais**

**Referências**

**Anexos**

## **Apresentação do Produto Educacional**

Esse material, apresentado como Produto Educacional, é parte integrante de nossa pesquisa intitulada: Promoção da metacognição como apoio na redução dos índices de retenção em Cálculo nos anos iniciais do curso superior de Mecatrônica, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), sob orientação da Professora Doutora Lucia Collet. Nosso Produto Educacional consiste em um livreto procedimental, que objetiva auxiliar o professor e o aluno durante o processo de construção, escolha e análise de estratégias metacognitivas para serem utilizados como ferramenta de ensino aprendizagem no processo pedagógica. Em nosso estudo percebemos que diversos professores e alunos não consideram o processo de pensar seus próprios pensamentos como potencial a ser utilizado a ser utilizado como recurso didático, contudo, percebeu-se também que este procedimento tem suas ressalvas, indicando a necessidade de um olhar crítico do professor para realizar tal escolha em seu processo de mediação na construção metacognitiva, bem como a melhor estratégia de aula no ensino de Matemática, a fim de que possíveis erros conceituais, distorções e eventuais estereótipos fossem cuidadosamente trabalhados. Assim, entendemos a metacognição como um recurso eficaz, dessa maneira, pensamos numa ferramenta com uma linguagem acessível, que fosse baseada nas categorias metacognitivas referenciadas em nosso trabalho, para que pudessem servir de norte para professores e alunos em sua tarefa diária de aprendizagem.

## Introdução

De vez em quando, uma ideia na educação “atinge a maioria”; sua relevância para a aprendizagem torna-se aparente e perdura além das tendências de política e pesquisa. A metacognição não é um fenômeno novo - tivemos a capacidade de pensar sobre nosso próprio pensamento muito antes de lhe darmos um nome - mas nos últimos 30 anos um programa sustentado de pesquisa enfocou este processo cognitivo, e embora ainda tenhamos muito a aprender, os impactos positivos que as habilidades metacognitivas podem ter para o aluno estão bem documentados.

Por que as habilidades metacognitivas são tão desejáveis em nossos alunos? Alunos com boas habilidades metacognitivas são flexíveis em suas abordagens de aprendizagem. Eles possuem um número de estratégias para melhor lidar com as informações de que precisam para interagir, e podem avaliar quais usar nos momentos mais apropriados. Técnicas de aprendizagem metacognitiva incentivam os alunos a verem a aprendizagem como um processo, no qual eles podem ter controle do próprio processo de aprendizagem e de autorregulação do mesmo. O aluno está no centro da atividade, direcionando-a, em vez de ficar à margem. Idealmente, desta forma, os alunos começam a ver como podem assumir o controle de sua própria aprendizagem e serem agentes de seu próprio sucesso.

As estratégias descritas neste livreto foram coletadas e reescritas principalmente para uso com alunos e professores que desejam modificar sua visão de aprendizagem e para os professores que desejam criar atividades que desenvolvam a metacognição como estratégia de ensino aprendizagem. No entanto, o treinamento de habilidades metacognitivas é benéfico para todos os alunos e muitas das técnicas e estratégias também são aplicáveis a qualquer disciplina.

Alguns exemplos básicos de como cada uma das técnicas pode ser usada são fornecidas, os professores que vierem a usar desta iniciativa encontrarão muitas maneiras de entendê-los e desenvolvê-los para melhor atender ao seu ensino, aos alunos e ao contexto organizacional em suas instituições de ensino. Esperamos que práticas e exemplos explorados nessas instituições sejam partilhados e incluídos numa edição futura deste livreto.

Melhorar as habilidades metacognitivas não é uma "solução mágica" para resolver todos os problemas encontrados por uma ampla gama de alunos em nossas instituições de ensino. Nem é um conserto rápido; ajudando os alunos a se tornarem mais metacognitivamente conscientes na maneira de como atividades devem ser abordadas; é um processo lento. No entanto, é uma abordagem para aprender como aprender; um kit de ferramentas de estratégias que serão relevantes não apenas na escola, mas além do ambiente acadêmico, do trabalho e na vida cotidiana podem ser desenvolvidas com treinamento..

## **Referencial teórico**

O termo metacognição foi usado pela primeira vez por Flavell em 1970 e traz em sua definição, conceitos muito complexos da área de psicologia. Este mesmo autor definiu este termo como sendo:

O conhecimento que as pessoas têm sobre seus próprios processos cognitivos e a habilidade de controlar esses processos, monitorando, organizando, e modificando-os para realizar objetivos concretos. Em outras palavras a metacognição se refere à habilidade de refletir sobre uma

determinada tarefa (ler, calcular, pensar, tomar uma decisão) e sozinho selecionar e usar o melhor método para resolver essa tarefa (FLAVELL, 1970, p. 25).

Autores como Costa (1984) resume a como o conhecimento sobre o próprio conhecimento. Para outro pesquisador GRANGEAT (1999) seria a habilidade de conhecer e regular a forma como pensamos, que engloba o controle consciente de processos cognitivos, como a memória, a atenção e a compreensão.

Para CARRASCO, (2004), a metacognição traz uma flexibilidade que torna a mente humana extremamente flexível, plástica que a torna única entre os animais. Assim que caracteriza a mente humana. COLL *et al* (1995) diz que é preciso entender os detalhes da metacognição para torná-la um conhecimento de ordem superior. Por isso o prefixo “meta” o torna altamente aplicável na educação como estratégia de aprendizagem. A metacognição para muitos pesquisadores é diferenciada em conhecimento metacognitivo e como controle metacognitivo (FLAVELL, 1970).

Brown (1978), explica cada uma dessas perspectivas e o que está envolvido com o tema. Conhecimento metacognitivo, trata do conhecimento sobre os próprios processos cognitivos como conhecimento geral, propriamente dito, conhecimento declarativo sobre a capacidade intelectual e a própria memória. Este tipo de conhecimento segundo Brown (1970) tem as seguintes características:

- É relativamente estável, como um modelo intuitivo sobre o conhecimento e como ele funciona.
- Constatável e comunicável, no sentido de que pode ser acessado para refletir e falar sobre ele.
- Falível, pois podem ocorrer raciocínios errôneos e ideias equivocadas.
- De desenvolvimento tardio, dado que aparece nas últimas etapas do desenvolvimento, já que requer uma grande capacidade de abstração.

Flavell (1970) detalhou três componentes principais para o conhecimento metacognitivo:

- pessoais. Trata-se do conhecimento referido a nós mesmos como pensadores e aprendizes. Ou seja, sobre nossas capacidades e experiências na realização de diversas tarefas. Por exemplo, pensar que nos damos melhor em

matemática do que em idiomas ou que somos melhores do que um amigo para nos lembrar de nomes.

- tarefa. Compreendem o conhecimento que temos sobre os objetivos, assim como todas aquelas características que influenciam em sua dificuldade. Por exemplo, saber que estudar requer muito mais esforço do que ler um romance.
- estratégicas. É o conhecimento sobre os meios que podem ajudar na execução da tarefa. Envolve a compreensão dos aspectos declarativos, procedimentais e condicionais das estratégias aplicáveis.

*Para o segundo componente, referenciado como Controle metacognitivo, Brown (1978), diz que o mesmo faz referência à supervisão ativa, e sua consequente regulação e organização, nos termos dos processos que agem em um dado momento.*

*Brown (1987), refere-se a este componente como a habilidade de estar atento a possíveis falhas e agir em conformidade para reduzi-las. É importante especificar que o processo metacognitivo está presente antes, durante e depois da tarefa-alvo.*

O controle metacognitivo conta com as seguintes características:

- Não se considera estável, já que está associado à atividade cognitiva e, portanto, depende da situação e da tarefa específica.
- É relativamente independente da idade, parece que uma vez desenvolvidos os processos metacognitivos, a idade não é uma variável influente.
- É um processo, em grande medida, procedimentalizado e subconsciente. Por conseguinte, muitos de seus aspectos são inacessíveis e incomunicáveis.

*Para MAYOR et al (1995), os componentes principais do controle metacognitivo são os seguintes:*

- Planejamento. Refere-se à elaboração de um plano estratégico antes de começar a tarefa. O que implica organizar os recursos e as estratégias a utilizar, levando em consideração os objetivos finais perseguidos.
- Supervisão. Consiste na revisão e no ajuste das ações durante o desempenho da tarefa para, assim, conseguir uma progressiva aproximação das metas. Isso representa um duplo processo interativo: um raciocínio “de baixo para cima”, detecção dos erros; e um raciocínio “de cima para baixo”, correção dos erros.
- Avaliação. É a análise dos resultados finais depois da realização da tarefa em relação aos objetivos prévios, para considerar correções e mudanças de estratégia em futuras tarefas.

CLAXTON (2005) afirma que a metacognição é aprender sobre como funciona o processo de aprendizagem. Ou a capacidade de prevermos o nosso próprio comportamento e o dos outros, graças à percepção de sensações, de emoções e de crenças. Nos processos pedagógicos de ensino aprendizagem, esse conceito é útil para alunos que desejam melhorar seu desempenho e aprendizagem

Para a pedagogia e as escolas, o conceito de metacognição vem tornando-se especialmente útil a partir de análises tanto de alunos que se saem extremamente bem como de alunos com "dificuldades"(COSTA, 1984)

Vários pesquisadores (Kuhl; Kraska (1989), Jones (1988), Garner; Alexander, . (1989)) chamaram a atenção para o fato de que muitas das dificuldades de alunos "fracos" decorrem de um bloqueio. Segundo estes pesquisadores os alunos não sabem o que fazer quando têm pela frente uma situação didática, como a resolução de uma sequência de problemas ou a escrita de palavras para aumento de vocabulário técnico. Diante de um desafio um pouco mais difícil, esses alunos dizem a si mesmos coisas como "não sei fazer nada em matemática", e esse "metarraciocínio" bloqueia toda sua atividade intelectual. Já um aluno "forte", mesmo diante de um problema novo, pode pensar coisas como "posso resolver", "posso experimentar essa técnica ou aquela outra" (FLAVELL, 1978).

Bloom; Krathwohl (1956) chamam a atenção para vários pontos importantes, entre eles que a dificuldade escolar pode estar mais relacionada a um problema de autoestima e de motivação do que à competência intelectual.



## MDMARC - LIVRETO

### MDMARC - Metodologia de desenvolvimento metacognitivo e autorregulação em Cálculo

#### Seção 1: Uma breve introdução à metacognição

##### 1.1 O que é metacognição?

A definição mais simples de metacognição é apenas "pensar sobre o pensamento" - uma noção que disfarça conceitos muito mais complicados que mantiveram os cientistas, filósofos e educadores intrigados por centenas de anos. Quebra-cabeças como "Como podemos realmente pensar sobre nosso próprio pensamento", quando o cérebro que está fazendo este processo de pensar também é o que está sendo pensado?

Muitos professores e alunos ao pensar nisso, fazem seu primeiro exercício metacognitivo. Pois bem, deixando os quebra-cabeças filosóficos de lado, a metacognição pode ser considerada mais útil como conhecimento e compreensão do que sabemos e como pensamos, incluindo a capacidade de regular nosso pensamento enquanto trabalhamos em uma tarefa. Enquanto habilidades cognitivas são necessários para realizar uma tarefa, as habilidades metacognitivas nos permitem entender como a tarefa foi realizada (GARNER, 1989).

<b>O que é cognição?</b> Cognição é o termo científico que se refere ao processos mentais envolvidos na obtenção de conhecimento e compreensão, incluindo pensamento, conhecimento, lembrar, julgar e resolver problemas.	<b>O que é metacognição?</b> Metacognição é o conhecimento e compreensão de nossos próprios processos cognitivos e habilidades e os de outros, bem como a regulamentação destes processos.
--	---

Figura 1: Definição de meta e cognição

O termo genérico “metacognição” pode ser dividido em duas partes separadas, mas inter-relacionadas: Conhecimento Metacognitivo e Autorregulação, como apresentado na figura 2.

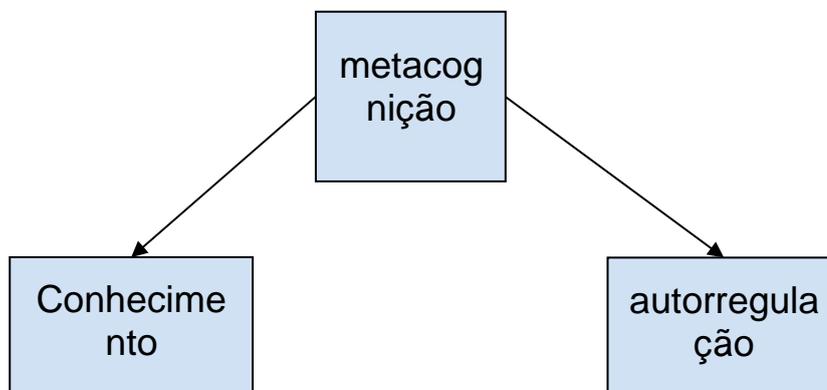


Figura 2: Conceitos metacognitivos

**Conhecimento metacognitivo** é o conhecimento que temos sobre nosso próprio pensamento e o pensamento de outras pessoas. Normalmente somos capazes de relatar conhecimento metacognitivo se formos questionados sobre nosso próprio pensamento e isso inclui coisas como:

1. Compreender que ter uma estratégia pode ajudá-lo a resolver um problema de forma mais eficiente, ou que ter um plano de redação pode ajudar a manter seu argumento no caminho certo.
2. Saber que é mais difícil se concentrar em uma sala que é barulhenta do que aquela que é silenciosa.
3. Saber que você é bom em lembrar o rosto das pessoas, mas não seus nomes, enquanto seu amigo é bom com nomes, não com rostos.

Existem três tipos de conhecimento metacognitivo, cada um desempenhando um papel na aprendizagem e na resolução de problemas:

1. Conhecimento declarativo: "saber o quê" - conhecimento próprio processos de aprendizagem e sobre estratégias de aprendizagem;
2. Conhecimento processual: "saber como" - saber quais habilidades e estratégias para usar e como aplicá-las;
3. Conhecimento condicional: "saber quando" - conhecimento sobre o porquê e quando várias estratégias de aprendizagem devem ser usadas.

A autorregulação, por outro lado, refere-se a um conjunto de atividades que ajudam os alunos a controlar sua aprendizagem. A pesquisa mostrou que a regulação metacognitiva apóia o desempenho de várias maneiras, incluindo a compreensão de para onde direcionar a atenção, o uso de estratégias de maneira mais confiável e

eficiente e o desenvolvimento da consciência das dificuldades de compreensão. No cerne da autorregulação estão três habilidades essenciais:

1. **Planejamento.**
2. **Monitoramento.**
3. **Avaliação.**

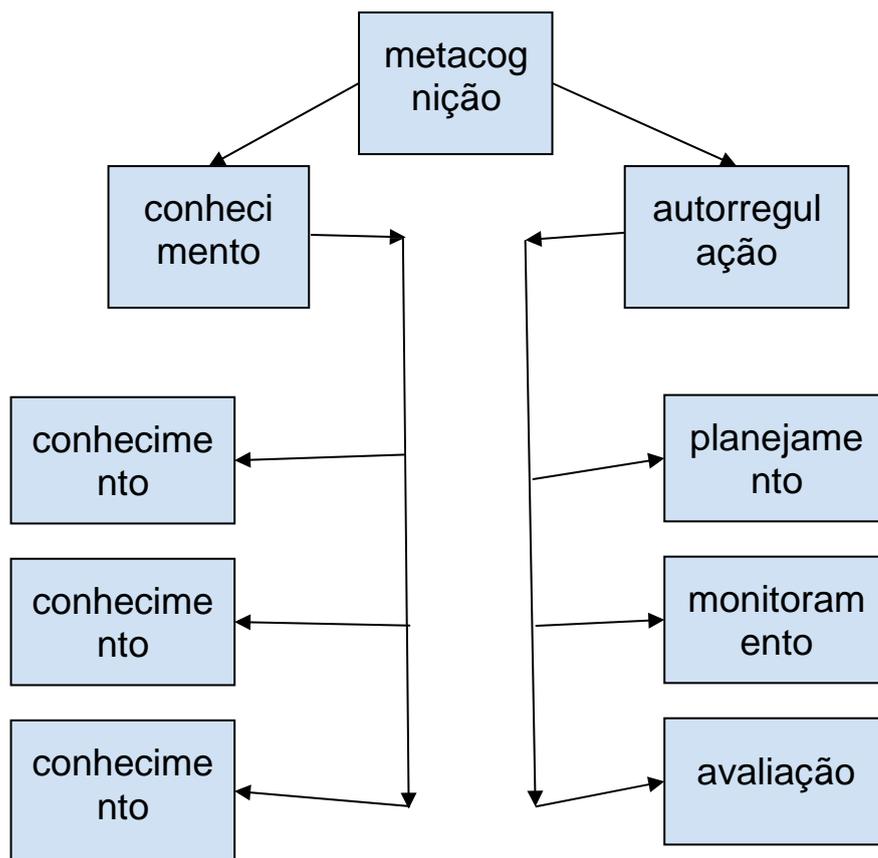
O **planejamento** envolve determinar como uma tarefa pode ser abordada antes de você executá-la.

Por exemplo, você pode fazer previsões antes de ler, selecionar uma estratégia antes resolver um problema ou alocar tempo ou outros recursos antes de iniciar o trabalho.

O **monitoramento** refere-se à consciência do aluno em relação ao progresso, compreensão e desempenho geral. Parando de vez em quando para fazer o auto teste e verificar compreensão é um bom exemplo de monitoramento. A capacidade de monitoramento é lenta para desenvolver e até mesmo os adultos acham difícil, mas pode ser melhorado com treinamento e prática.

A **avaliação** exige que o aluno reveja os resultados e a eficiência da experiência de aprendizado. A avaliação inclui revisar objetivos e conclusões, decidir como melhorar da próxima vez e examinar o que aprender com a [perspectiva](#) de outra pessoa [perspectiva](#) para diagnosticar problemas.

A figura 3, mostra de forma agrupada como o professor ou aluno deverá ver a metacognição de forma organizada a fim de se apropriar de sua construção.



**Figura 3: Agrupamento da Metacognição**

Esses dois componentes da metacognição - conhecimento metacognitivo e autorregulação da cognição - estão relacionados. Nossa pesquisa sugere que um bom conhecimento metacognitivo (como informações sobre quais estratégias podem ser úteis em um determinado momento e por quê) ajuda os alunos a regular seu próprio pensamento, por exemplo, quando trata de monitorar o progresso de uma tarefa. Essencialmente, saber sobre metacognição e seus benefícios potenciais ajuda muito os alunos a aplicá-la em situações de aprendizagem.

Além disso, as habilidades metacognitivas são aplicáveis a todas as disciplinas do currículo e podem ser transferidas de uma disciplina para outra. Habilidades metacognitivas praticadas em Cálculo podem ser igualmente úteis em ciências, geografia ou medicina. Os alunos podem precisar ser lembrados de usá-los em contextos diferentes daqueles em que primeiro os encontrou-~~os~~, mas as habilidades são perfeitamente transferíveis entre as mais variadas áreas do conhecimento humano.



Saber mais sobre metacognição e seus benefícios potenciais

## 1.2 Por que o conhecimento de metacognição é importante para o professor?

Faz sentido que a consciência e a compreensão de como aprendemos possam impactar a maneira como aprendemos. Por mais de um século, os educadores têm sugerido que prestar atenção consciente ao processo de aprendizagem pode influenciar a forma como adquirimos conhecimento e compreensão. Trinta anos de pesquisa nesta área indicam que a consciência e a aplicação de habilidades metacognitivas apoiam a aprendizagem dos alunos.

Estratégias metacognitivas raramente são ensinadas explicitamente aos alunos. Esperamos que os alunos aprendam o material do currículo que lhes apresentamos, mas nem sempre investimos o mesmo tempo em ensiná-los a aprender. As informações factuais desaparecem rapidamente quando um aluno sai da escola ou faculdade - mais de 60% delas desaparecem entre 2 a 3 anos se não estiverem em uso constante. No entanto, ao longo de qualquer educação ou carreira profissional, um indivíduo se deparará constantemente com novos problemas para resolver, novas informações para entender e novas tarefas para completar. Ao equipar os alunos com o conhecimento de como aprender, podemos prepará-los para esses desafios futuros.

Todos nós nos esforçamos para encontrar maneiras de manter nossos alunos engajados e torná-los parte ativa do processo de aprendizagem. O ensino de habilidades metacognitivas aos alunos dá-lhes a chave para compreender sua própria aprendizagem. Mostra-lhes maneiras de assumir a responsabilidade pela maneira como aprendem, em vez de esperar ser um receptor passivo aguardando a próxima transmissão de informações.

O desenvolvimento de habilidades metacognitivas também é um aspecto importante da avaliação formativa ou Avaliação para Aprendizagem. Para maximizar os

benefícios das experiências de aprendizagem, os alunos devem ser capazes de avaliar seu próprio desempenho, isolar etapas que podem tomar para ajudá-los a melhorar e trabalhar de forma colaborativa com seus professores para decidir os próximos passos. Um conhecimento da metacognição por parte do professor e do aluno é um fator importante para facilitar o processo de Avaliação da Aprendizagem. A avaliação para a aprendizagem é discutida mais detalhadamente abaixo.



As informações factuais desaparecem rapidamente. No entanto, por toda parte qualquer educação adicional ou carreira profissional, um indivíduo irá ser constantemente confrontado com novos

### **1.3 Por que as habilidades metacognitivas são importantes para o aluno?**

Habilidades metacognitivas são ferramentas que capacitam o aluno. Os alunos muitas vezes deixam de ver a aprendizagem como um ciclo que envolve revisar o trabalho anterior para ver onde ele pode ser melhorado, reconhecendo o valor dos erros e planejando melhorias com base nisso. Em vez disso, pesquisas mostram que eles tendem a atribuir sucessos à boa sorte e os fracassos à falta de habilidade. Essas crenças defeituosas servem para fazer alguns alunos desamparados,

acreditando que pouco podem fazer para melhorar seu aprendizado e as boas notas. Ao mostrar ao aluno que ele pode estar no controle de como estuda, como organiza seu trabalho e como reflete sobre ele, nós o incentivamos a assumir a responsabilidade pela aprendizagem e demonstrar que é um processo ativo, reduzindo o "mistério" que alguns alunos imaginam que envolve o processo de aprendizagem. A aprendizagem não "acontece" simplesmente se você ficar sentado em uma sala de aula por tempo suficiente ou ler a mesma página várias vezes.

As habilidades de autorregulação de planejamento, monitoramento e avaliação são cruciais para o aluno se ele deseja vivenciar a aprendizagem da maneira holística pretendida no ciclo de aprendizagem conforme figura 4.

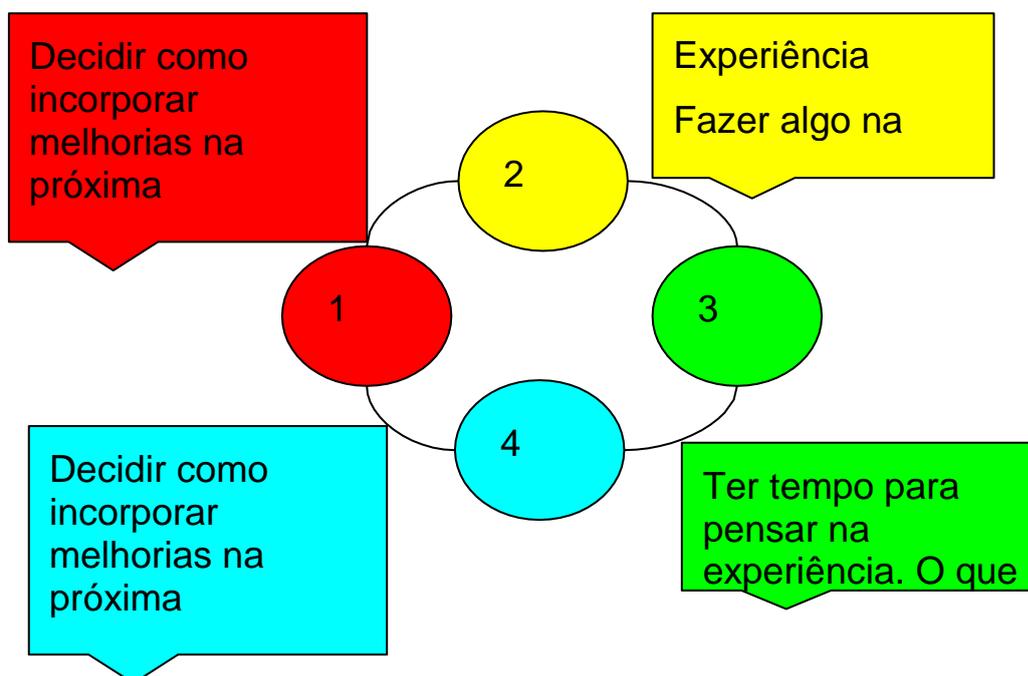


Figura 4: Ciclo de aprendizagem adaptado de Flavell (1978)

Habilidades metacognitivas também são importantes para o aluno, pois incentivam a auto-reflexão. Treinamento em habilidades metacognitivas, reflexão colaborativa sobre o trabalho que envolve mais do que apenas uma nota de nota e prática em fazer e responder perguntas que estimulam o pensamento de ordem superior são atividades que podem ajudar a levar os alunos além desse desamparo para se verem como agentes em seu próprio aprendizado.

## **1.4 Como as habilidades metacognitivas se relacionam com a Avaliação para Aprendizagem?**

Avaliação é o processo de coletar, registrar, interpretar, usar e relatar informações ao longo do tempo sobre o progresso e desempenho de um estudante no desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes.

Deve estar claro para o aplicador de avaliação que há uma distinção entre Avaliação de Aprendizagem (**AoL**) e Avaliação para Aprendizagem (**AfL**). **AoL** compreende a forma tradicional de avaliação que geralmente envolve a avaliação do desempenho do aluno no final de uma unidade de trabalho ou após um período de tempo, como no final do semestre ou do ano. Muitas vezes, o único feedback dado na avaliação do desempenho é uma pontuação ou nota. Embora esta informação possa ser muito útil para o professor no planejamento de como progredir com o aluno individual e a classe como um todo, o benefício para o aluno de uma pontuação ou nota sozinha, sem informações de apoio sobre como melhorar e progredir, pode ser bastante limitado. Por outro lado, a Avaliação para Aprendizagem (AfL) enfatiza o papel que o aluno pode desempenhar em sua própria aprendizagem, envolvendo-o na decisão dos resultados de aprendizagem, ajudando-os a identificar o progresso, destacando desafios e refletindo sobre as formas de avaliação.

## **1.5 Como o treinamento de habilidades metacognitivas pode beneficiar alunos**

Embora o treinamento de habilidades metacognitivas possa beneficiar os alunos em todos os níveis de habilidade, pode ter benefícios específicos para alunos com necessidades educacionais diferentes.

O desenvolvimento de habilidades metacognitivas não dependem fortemente de QI, as habilidades metacognitivas fazem uma contribuição para o desempenho de resolução de problemas. Que aspectos da metacognição os alunos consideram difíceis?

### **1. Reconhecendo os requisitos da tarefa**

O essencial para o processo de aprendizagem eficiente é compreender totalmente o que você deve fazer, pois os esforços adicionais serão baseados nessas demandas percebidas. Os alunos podem ter dificuldade em se concentrar nas especificidades

de uma tarefa de aprendizagem e muitas vezes interpretar como eles o vêem, ao invés de verem as condições de acordo com as instruções dadas.

Além disso, a concepção inadequada para que serve uma atividade também pode tornar opaco o entendimento do que está sendo solicitado. Por exemplo, pesquisas mostram que alunos com discalculia, e outros leitores ruins, geralmente estão menos cientes do objetivo de extrair significado do texto e mais preocupados em ler com precisão ou decodificar; esse foco tende a obscurecer o engajamento com as ideias principais do texto. Na escrita, os alunos tendem a se concentrar em processos de nível inferior, como geração de ideias e ortografia, em vez de comunicar ideias coerentes e apresentando argumentos arredondados.

### **Como o treinamento em estratégia metacognitiva pode ajudar:**

- A. Dar instruções explícitas, comunicar claramente as expectativas é vital, orientando os alunos a interpretar uma tarefa de forma adequada;
- B. Peça aos alunos que analisem ativamente os requisitos das tarefas por si próprios.

Estabeleça isso como parte de uma rotina sempre que um exercício for definido. Professor, trabalhe com os alunos para dividir a tarefa em etapas e para reconhecer áreas de incerteza onde precisam de mais esclarecimentos antes de começar.

## **2. Seleção e implementação de estratégias**

Uma vez que as demandas das tarefas foram analisadas e os requisitos anotados, os alunos eficientes selecionarão estratégias a fim de atingir seus objetivos. No entanto, os alunos podem não ter um amplo repertório de estratégias de aprendizagem para aplicar e frequentemente selecionam estratégias inadequadas que não correspondem às demandas da tarefa. Por exemplo, alunos com dificuldades de aprendizagem podem diferir de outros alunos em seus

consciência de estratégias para ajudar a regular o processo de escrever uma peça de prosa estendida - muitos seguem critérios externos para julgar quando uma peça é concluída, como comprimento da folha de papel, limites de palavras ou o número de parágrafos que escreveram, em vez de avaliar se os argumentos foram totalmente comunicados. Os alunos podem ser menos capazes de coordenar suas estratégias para lidar com o texto para uma determinada tarefa - por exemplo, leitores proficientes podem estar cientes da distinção entre folhear uma peça e lê-la com atenção para estudar, ao passo que leitores menos hábeis provavelmente não modificaram sua leitura com base na situação. Em matemática, os alunos estão mais inclinados a focar na computação do que na construção de uma representação do problema e do que lhes é pedido.

### **Como o treinamento em estratégia metacognitiva pode ajudar:**

- A. Os alunos podem ser apoiados na identificação dos diferentes tipos de estratégias que estão disponíveis para eles e na seleção da mais adequada para a tarefa;
- B. O planejamento é especialmente importante - decidir os critérios de como uma tarefa será abordada, a ordem em que as etapas serão abordadas e como a conclusão será avaliada.

### **3. Monitorar e ajustar o desempenho**

Alunos eficazes acompanham seus processos de aprendizagem e observam os momentos em que o uso da estratégia foi bem-sucedido. Alunos que são bons em monitorar enquanto trabalham essencialmente têm estratégias de "depuração" para interromper seu progresso quando detectam um problema com a sua compreensão, soluções, etc. Em contraste, os alunos são menos propensos a avaliar seu progresso com precisão ou a corrigir problemas que surjam.

Isso pode estar relacionado a uma compreensão inadequada da tarefa - faz sentido que qualquer um de nós seria menos eficiente em monitorar a nós mesmos se não tivéssemos certeza de o que estávamos fazendo em primeiro lugar. Também pode surgir de uma falta de consciência de seu próprio conhecimento ou de deixar de questionar a si mesmo para verificar o entendimento.

#### **Como o treinamento em estratégia metacognitiva pode ajudar:**

- A. Desenvolver a consciência do processo de aprendizagem / resolução de problemas, incluindo a importância de manter o controle;
- B. Ajudar os alunos a "se afastar" de um problema e avaliar o que fazer a seguir.

Alunos cuja necessidade de aprendizagem afetem sua capacidade de organização de informações, deve manter o foco na tarefa ou compreender as informações em contexto, pode se beneficiar do treinamento de habilidades metacognitivas que mostra explicitamente como olhar para o quadro geral, e como solicitar ou dar dicas para monitorar seu processo metacognitivo

## **Seção 2 : Metacognição na sala de aula e além do ambiente acadêmico**

Professor/aluno, nesta seção, daremos uma olhada nas abordagens gerais para incentivar consciência metacognitiva que são adequados para uso geral em sala de aula e além do ambiente acadêmico, para apoiar as abordagens diferenciadas e para dar suporte ao processo de aprendizagem e situações de mediação.

Posteriormente, as estratégias específicas e abordagens de ensino / aprendizagem para promover o pensamento metacognitivo e a auto-regulação são apresentados. Novamente, estes são destinados para uso com grupos de classe ou na orientação e contextos de apoio à aprendizagem que melhor se ajustam à sua disciplina..

### **2.1 Quatro maneiras de promover a consciência metacognitiva geral**

Pesquisas sobre metacognição em ambientes de sala de aula sugerem que existem quatro formas gerais de aumentar a ocorrência de comportamentos metacognitivos. Professor as quatro formas são apresentadas abaixo.

Quatro etapas para promover consciência metacognitiva

- 1) Conscientizar os alunos sobre a importância da metacognição;
- 2) Melhorar o conhecimento da cognição;
- 3) Melhorar a regulação das atividades cognitivas;
- 4) Fomentar ambientes de aprendizagem que valorizam e promovem consciência metacognitiva.

Professor, considere como cada uma dessas sugestões pode ser implementada separadamente em seu processo de ensino aprendizagem:

## **1. Promover a consciência da importância da metacognição**

Diga aos alunos o que é e o que significa a metacognição. Os alunos precisam entender o que é metacognição se quiserem praticar a regulação de seus desempenhos cognitivos. O conceito pode ser apresentado de várias maneiras: Vocês professores podem descrever explicitamente a metacognição e modelá-la para os alunos. Os alunos podem ser encorajados a “pensar em voz alta” e explicar suas abordagens para a resolução de problemas enquanto trabalham. Alguns minutos de aula podem ser reservados regularmente para discutir abordagens metacognitivas de aprendizagem. Os professores devem ter tempo para explicar o conceito de pensar sobre o nosso pensar, apresentar as duas vertentes do conhecimento metacognitivo e da autorregulação, e familiarizar os alunos com as ideias de planejamento, monitoramento e avaliação. Apresentar o conceito de forma explícita provavelmente ressoará pelo menos com alguns dos alunos, que ficarão intrigados com as possibilidades de aplicar esta estratégia à aprendizagem de cálculo.

Mostre aos alunos como são os processos metacognitivos. Em segundo lugar, uma das maneiras mais poderosas de mostrar aos alunos como valorizamos as habilidades metacognitivas são, é modelá-los nós mesmos. Muitas vezes discutimos e modelamos como fazer algo, sem modelar o pensamento por trás disso. Nós permitimos que nossos alunos vejam a versão final e polida de nosso pensamento, sem mostrar a eles as decisões que feitas - as revisões, os becos sem saída que caímos, as ideias que mudamos ou jogou fora. Considere pensar em voz alta para seus alunos, discutindo os estágios. Professor, você vai até o fim ao resolver um problema (provar um teorema de matemática, polir e frase de abertura de um ensaio, descobrir qual tempo de um verbo usar).

## **2. Melhorar o conhecimento da cognição**

Na seção 1, vimos que a metacognição pode ser subdividida em duas partes: conhecimento da cognição e regulação da cognição. O conhecimento da cognição foi composto pelos conhecimentos declarativos, procedimentais e condicionais. Melhorar o conhecimento da cognição e os tipos de estratégias de aprendizagem disponíveis para o aluno, bem como por que são úteis e quando podem ser aplicadas de forma mais útil, é um passo importante no apoio ao desenvolvimento do pensamento metacognitivo do aluno e o do próprio professor..

Um auxílio de referência, denominado matriz de avaliação de estratégia (**MAE**), pode ajudar os alunos a se familiarizarem com as possíveis estratégias que podem usar e o contexto apropriado para usá-las. Apresente uma nova estratégia de cada vez (talvez mensalmente), dando aos alunos a chance de praticar cada nova estratégia e integrar novas estratégias com as antigas. Deve ser alocado tempo a cada semana para refletir sobre onde os alunos usaram as estratégias e quais os benefícios que viram - isso pode ser feito na forma de um diário ou em pequenos

grupos de discussão. Os alunos podem construir um portfólio com base em seus **MAE's** detalhando como e quando eles utilizaram as estratégias, fornecendo exemplos concretos e reflexões. Uma vantagem de garantir o uso consistente do **MAE** na sala de aula ao longo do tempo é que eles encorajam o uso de estratégia (que é conhecido por melhorar o desempenho). Também incentiva a consciência metacognitiva explícita, mesmo em alunos mais jovens, e os ajuda a construir entendimentos de como, quando e onde usar estratégias para apoiar sua aprendizagem.

<b>Estratégia</b>	<b>Como usar</b>	<b>Quando usar</b>	<b>Para que serve?</b>
pesquisar	Pesquise títulos, visualizações de palavras destacadas, resumos	antes de ler um longo pedaço de texto	Dá uma visão geral dos conceitos-chave e ajuda você a se concentrar nos pontos importantes.
Desacelere	Pare, leia e pense sobre as informações	Quando a informação parece importante. Se você perceber que não entende o que acabou de ler	Melhora seu foco em informações importantes.
Ative o conhecimento prévio	Pare e pense sobre o que você já sabe sobre um assunto.	Antes de ler algo ou fazer uma tarefa desconhecida	Torna as novas informações mais fáceis de lembrar e permite que você veja os links entre os assuntos. A informação é menos assustadora se você já sabe algo sobre o assunto
Encaixe as ideias	Relacione as ideias principais entre si. Procure temas que conectem as ideias principais ou uma conclusão	Ao pensar em informações complexas, quando é necessária uma compreensão profunda.	Depois de saber como as ideias estão relacionadas, elas são mais fáceis de lembrar do que aprender como se fossem fatos separados. Também ajuda a entendê-los mais profundamente
Desenhar Diagramas	Identifique as ideias principais, conecte-as, classifique as ideias, decida quais informações são mais importantes e quais são de suporte	Quando há muitas informações factuais inter-relacionadas	Ajuda a identificar as ideias principais e organizá-las em categorias. Reduz a carga de memória. Pode ser mais fácil de visualizar

Figura 4 : Matriz de Avaliação de Estratégia (MAE) (adaptado de BROWN, 1978)

### 3. Melhorar a regulação da cognição

Professor, embora o **MAE** seja útil para ajudar os alunos a desenvolver o conhecimento de suas próprias habilidades cognitivas, ele pode não afetar o quanto eles regulam seu comportamento durante o aprendizado. Uma lista de verificação à qual os alunos podem consultar em qualquer ponto do processo de resolução de problemas ou de uma tarefa extensa pode ajudar a garantir que eles estão no caminho certo.

Nossa pesquisa com alunos de 17 a 62 anos descobriu que aqueles que usaram listas de verificação tiveram um desempenho melhor do que os alunos que não o fizeram de várias maneiras, incluindo a resolução de problemas por escrito, fazendo perguntas estratégicas e elaborando a organização de informações para futuras consultas. É possível que as listas de verificação que estimulam os alunos a manter comportamentos autorreguladores os ajudem a ser mais estratégicos e sistemáticos na resolução de problemas de Cálculo.

Ao introduzir uma lista de verificação como a da Figura 5,

<b>Planejamento</b>
Qual é a natureza da tarefa? Qual é o meu objetivo? Que tipo de informação e estratégias eu preciso? De quanto tempo e recursos eu preciso?
<b>Monitoramento</b>
Tenho uma compreensão clara do que estou fazendo? A tarefa faz sentido para mim? Estou alcançando meus objetivos? Eu preciso fazer alterações?
<b>Avaliando</b>
Eu alcancei meu objetivo? O que funcionou? O que não funcionou? Eu faria as coisas de forma diferente da próxima vez?

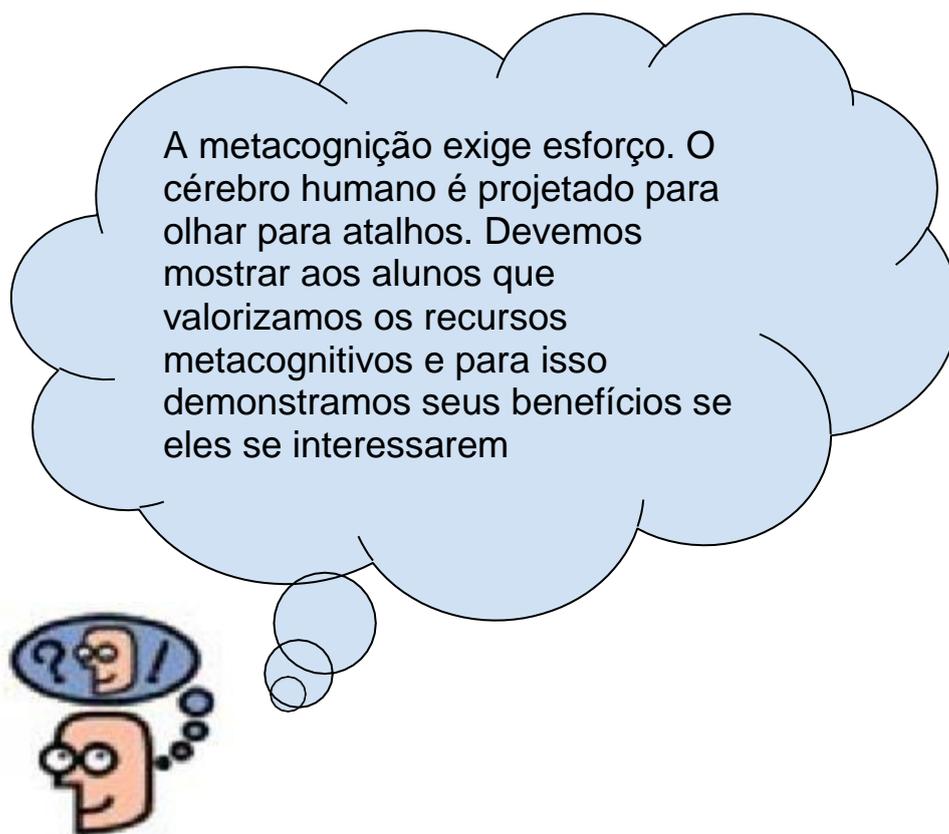
Figura 5: Um exemplo de lista de verificação autorregulatória (adaptado de BROWN, 1978)

Você pode precisar lembrar seus alunos de consultá-la sempre e primeiro. Idealmente, eles deveriam tê-lo gravado em algum lugar que esteja sempre acessível para eles - como em um diário de dever de casa (se você pretende usá-lo em vários assuntos), na frente de uma pasta de trabalho ou no interior da tampa de uma mesa.

#### **4. Promover salas de aula que valorizam a metacognição**

O cérebro humano é projetado para procurar atalhos na maneira como pensamos e agimos. Estratégias específicas costumam ser difíceis de usar e, embora tentemos nos virar sem elas, vale a pena investir no longo prazo, especialmente quando a tarefa é complexa. Professor, você já foi ao supermercado sem fazer uma lista porque não se importava, apenas para descobrir que chegava em casa sem metade das coisas de que precisava? (e muito mais que você não precisava?).

Professor, você já se apressou e preencheu as respostas de um sudoku ou palavras cruzadas sem checá-las novamente com outras pistas, apenas para descobrir que cometeu um erro? Estratégias metacognitivas que são benéficas no longo prazo levam tempo para serem empregadas e, portanto, os alunos podem preferir evitá-las se puderem. Por que gastar dez minutos para planejar uma redação se você pode economizar dez minutos de esforço apenas começando?



Para que os alunos compreendam os benefícios das habilidades metacognitivas e passem a usá-las de forma independente, é importante que modelemos sua utilidade e mostremos que as valorizamos no dia a dia na sala de aula. A responsabilidade recai sobre nós para reservar tempo para o planejamento de nossas aulas, para levar os alunos a monitorar enquanto trabalham e para criar tempo para reflexão sobre o trabalho da classe, dever de casa e desempenho nos exames.

Esta última tarefa é particularmente importante se desejamos que os alunos vejam a aprendizagem como um processo e apreciem a quantidade de informações sobre como melhorar e o que pode ser obtido ao olhar para os nossos erros. A maioria dos alunos prefere não olhar para seus erros novamente; eles preferem colocá-los de lado e fingir que nunca aconteceram, devemos estimular o aluno a fazer melhor da próxima vez. Priorizar o tempo da aula para reflexão e decidir sobre a próxima ação demonstra o valor de revisitar o trabalho feito pelos alunos e sua auto reflexão.

Professor, modelar o pensamento metacognitivo, considerando elementos de **AfL** em vez de uma abordagem totalmente baseada em séries, fazendo perguntas que evocam habilidades quentes, encorajando os alunos a manter um diário refletindo sobre o pensamento que usam, estratégias, auto regulação etc., são todas

maneiras de mostrar aos alunos que a metacognição é valorizada e comprometida com a aprendizagem.

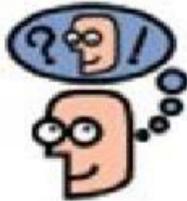
Maneiras de demonstrar que a metacognição é valorizada na Sala de aula

Alocar tempo específico para o planejamento antes de uma atividade

Certifique-se de que haja tempo adequado disponível ao final de uma atividade ou aula para refletir sobre o que deu certo, o que deu errado, e o que pode ser melhorado

Modele o pensamento metacognitivo em seu próprio trabalho

Elogiar instâncias de planejamento, monitoramento e



## 2.2 Habilidades de pensamento e questionamento de ordem superior - uma abordagem metacognitiva

Nesta seção professor:

- Defina habilidades de pensamento de ordem superior;
- Examine o uso da taxonomia de Bloom para encorajar habilidades quentes;
- Explore a importância de fazer perguntas QUENTES e encorajar seus alunos para gerar questões de ordem superior.

### **2.2.1 O que são habilidades de pensamento de ordem superior (habilidades quentes)?**

Professor , ao ensinar seus alunos, você pretende fazer mais do que apenas dizer-lhes o que aprender.

A pesquisa psicológica sobre a memória sugere que 60% das informações factuais aprendidas na escola ou faculdade são esquecidas 2-3 anos após a saída do aluno da instituição de ensino. Devemos nos perguntar, assim que isso acabar, com o que vamos deixar nossos alunos? Além do conhecimento factual, tentamos equipá-los com as ferramentas e habilidades que lhes permitem aprender a aprender, a serem autônomos. A ideia de ensinar a pensar não é nova, mas é cada vez mais importante à medida que o ritmo da tecnologia e do local de trabalho se intensifica. Focar nas habilidades de pensamento metacognitivo de ordem superior são mais importantes do que nunca.

O pensamento de ordem superior é a necessário para os alunos irem além da mera lembrança de informações factuais para desenvolver uma compreensão mais profunda dos tópicos sobre matemática e ciências, para ser mais crítico sobre as evidências, para resolver problemas e pensar com flexibilidade, para fazer julgamentos e decisões fundamentados em vez de tirar conclusões precipitadas.

Uma sala de aula que valoriza as habilidades metacognitivas irá apoiar e desenvolver mais o ordenamento do pensamento além da lembrança de informações de livros didáticos e da instrução mecanizada.

### **2.2.2 O que é taxonomia de Bloom?**

A taxonomia de Bloom é um sistema de classificação que descreve uma variedade de habilidades de pensamento cognitivo, que vão desde habilidades como lembrar informações factuais a procedimentos cognitivos mais sofisticados, incluindo a análise de informações para permitir sua avaliação.

Embora a taxonomia original tenha sido proposta por Bloom *et.al* em 1956, ela foi revisada várias vezes para torná-la mais relevante e útil para sala de aula de

hoje acerca da aprendizagem metacognitiva. Os seis níveis da taxonomia de Bloom são:

1. lembrando;
2. compreensão;
3. aplicando;
4. analisando;
5. avaliando;
6. criando.

Em cada nível, os alunos são convidados a se envolver com informações ou aprender em um maneira diferente. Os níveis mais baixos são frequentemente vistos como os tipos menos "desejáveis" de pensamento, exigindo menos sofisticação e esforço do aluno - isso não deveria ser o caso; cada nível é uma etapa importante no processo de mudança para níveis superiores para ordenar habilidades de pensamento, a figura 6 nos mostra a forma estrutural proposta por Bloom (1956).

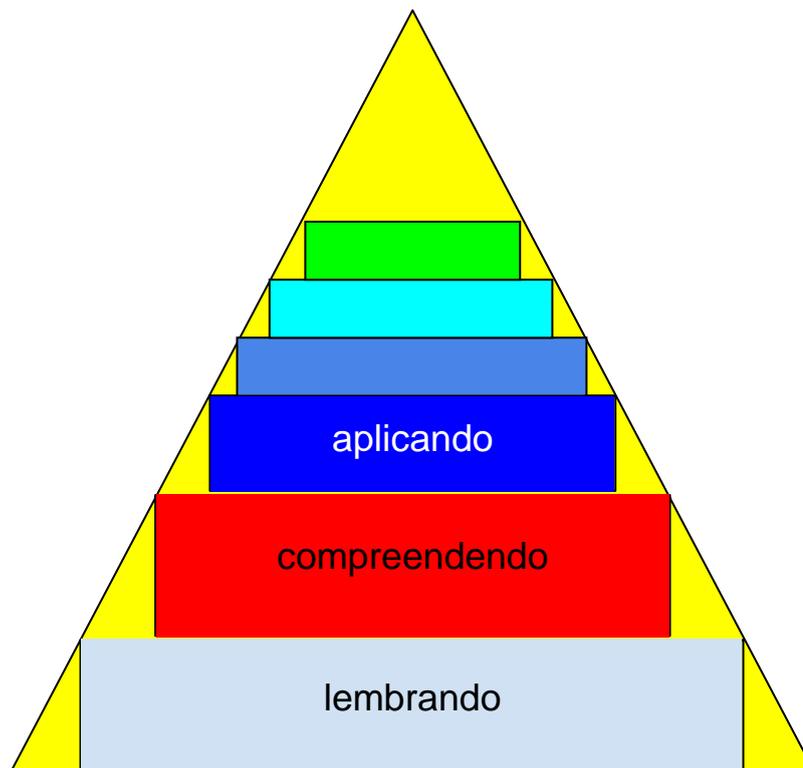


figura 6: Taxonomia de objetivos educacionais de Bloom(1956)

## 2.2.3 Os seis níveis da Taxonomia de Bloom

### 1. Lembrando.

Fazer perguntas que exigem que os alunos apenas reconheçam ou lembrem informações evoca o nível mais baixo de processamento cognitivo. No entanto, lembrar é fundamental para uma aprendizagem significativa e resolução de problemas. Devemos estar familiarizados com os aspectos factuais de qualquer tópico ou problema se quisermos pensar sobre ele de uma maneira complexa.

Na verdade, é a familiaridade com “o básico” que nos permite ir além deles e combinar ideias ou argumentos de maneiras novas e criativas. Exemplos de perguntas neste nível podem incluir:

- Qual é a fórmula química da água?
- Cite as três categorias básicas de rochas?
- Quem foi o primeiro presidente do Brasil?
- Atividades para lembrar pergunte:
- O que aconteceu quando? ....
- Dê um relato de ...
- Escreva um resumo de ...

Professor, lembrar que este primeiro ponto não deve ser visto como o "parente pobre" das habilidades de pensamento, mas como a base para se mover para cima. No entanto, é importante ir além disso e, sempre que possível, fornecer oportunidades para esta atividade ser construída em conjunto com outras habilidades de ordem superior.

### 2. Compreensão

Subindo para o segundo degrau da taxonomia, a compreensão exige que os alunos vão além da simples lembrança de uma informação, a fim de conectá-la a novos conhecimentos e a experiências e aprendizados anteriores. Os processos cognitivos neste nível incluem classificar, inferir, comparar e explicar. Neste ponto professor os alunos podem ser estimulados a examinar os cenários de outras perspectivas, reordenar as informações e considerar as consequências de qualquer resultado.

### 3. Aplicando

Aplicar o conhecimento implica usá-lo em novos contextos, transferindo o que foi aprendido em um tópico, situação ou problema para um novo. O uso de princípios

ou regras de uma área empregados em uma nova tarefa ou a demonstração do uso correto de um procedimento constitui o nível de aplicação da taxonomia.

#### **4. Analisando**

Analisar envolve quebrar uma ideia inteira em partes e ver as relações e padrões entre cada parte. Encorajamos os alunos a juntar todas as informações sobre um tópico, como peças de um puzzle, e ver o quadro geral.

Quando pedimos aos alunos que analisem as informações, procuramos no pensamento do aluno, que saibam::

- Distinguir fato de opinião;
- Conectar as conclusões com declarações de apoio;
- Decidir quais informações são relevantes e quais podem ser ignoradas
- “Ler nas entrelinhas” para identificar suposições que podem não ser declaradas;
- Encontrar evidências para apoiar um ponto de vista;
- Distinguir temas ou ideias dominantes de subordinados.

#### **5. Avaliando**

Uma vez que a informação foi entendida no contexto e analisada para relacionamentos e sequências dentro de suas partes constituintes, ela pode ser avaliada. A avaliação envolve fazer um julgamento depois de explorar uma hipótese e examinar as evidências. Pode ser difícil manter os preconceitos emocionais fora das avaliações e é importante que os alunos os reconheçam e reconheçam, ao lado de suas considerações e das evidências.

#### **6. Criação**

A parte final do processo cognitivo desafia os alunos a reunir ideias díspares para formar um novo todo. Neste nível, espera-se que os alunos utilizem informações e ideias de muitas fontes para criar um novo recurso, solução para um problema ou objeto. Crie resultados em um novo produto que é algo que pode ser observado e que é mais e maior que as estratégias iniciais com a qual começaram a disciplina.

Se possível professor, os alunos devem recorrer a um espectro de informações o mais amplo possível - de lições anteriores, do capítulo anterior e de outros assuntos. Ter a flexibilidade para integrar conhecimentos de diferentes áreas do currículo que podem à primeira vista parecer não relacionadas é o objetivo.

#### **2.2.4 Como a taxonomia de Bloom pode ser usada por você professor**

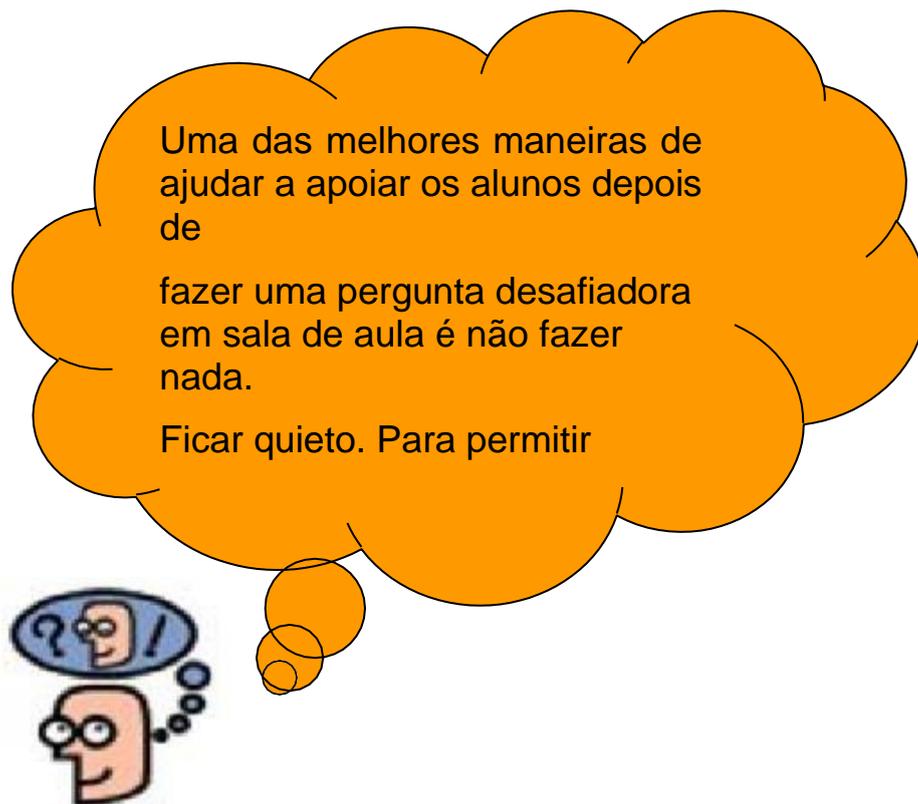
A Taxonomia de Bloom (1956), tem mais probabilidade de ser bem sucedida se for apresentada aos alunos na sala de aula, ao invés de mantida apenas como uma ferramenta para planejar aulas e elaborar perguntas. Dessa forma, os alunos ficam a saber o que se espera deles, o que devem ter como objetivo e o progresso do seu pensamento e qual deve ser o próximo objetivo. Depois de apresentado em sala de aula, alguns professores sugerem manter um pôster da pirâmide na parede da sala de aula e encaminhá-lo aos alunos ao longo do ano.

Você também pode preparar os alunos para o questionamento, alertando-os sobre o tipo de pergunta que você está prestes a fazer - aponte para o gráfico e diga "ok, esta próxima pergunta é uma questão de análise". Ao ser explícito, você está apoiando seus alunos na elaboração de uma resposta, informando-os sobre o nível de profundidade que você espera. Isso pode ser especialmente benéfico para alunos menos capazes. A taxonomia de Bloom (1956) é especialmente útil, pois já é diferenciada de acordo com os níveis de complexidade. Todos os alunos devem ser incentivados a ir além dos níveis mais baixos da taxonomia, mas o planejamento de uma aula para incorporar atividades nos níveis mais altos dá aos alunos a oportunidade de passarem pelos níveis no próprio ritmo.

#### **2.2.5 Usando as habilidades quentes para desenvolver questionamentos**

Professor, a taxonomia de Bloom pode ser um ponto de partida muito útil para considerar os tipos de perguntas feitas (por você e por seus alunos) na sala de aula. A pesquisa indica que os alunos em salas de aula que frequentemente experimentam questões complexas e com suporte de alto nível têm melhor desempenho em exames subsequentes.

O incentivo à metacognição por meio do questionamento tem duas bases: as perguntas que os professores fazem e as perguntas que os alunos fazem.



A maneira como fazemos perguntas afeta a resposta que obtemos, por sua vez, o nível de atividade cognitiva e metacognitiva que nossos alunos realizam. Obviamente, ao encorajarmos os alunos a pensar mais profundamente na aula e a se envolver com habilidades quentes, todo esse esforço extra de pensamento leva tempo. Quanto tempo depende da dificuldade da pergunta, da familiaridade do aluno com o material ou tópico, e a personalidade do aluno na forma como gosta de pensar, prestar atenção e responder.

Professor, como pode ajudar neste processo? A resposta é surpreendente. Uma das melhores maneiras de ajudar a apoiar os alunos depois de fazer uma pergunta desafiadora na sala de aula é não fazer nada. Estar quieto. Para permitir intencionalmente aos alunos tempo para pensar e formular uma resposta sem mais indícios, interpretações, repetições da questão, ou persuadir.

A pesquisa mostra que em salas de aula onde há silêncios ocasionais, os alunos fazem mais perguntas e dê respostas de melhor qualidade e mais ponderadas. Existem dois momentos críticos na conversa em sala de aula, em que adicionar uma pausa pode ter um grande impacto sobre o número e a qualidade das respostas oferecidas pelos alunos.

**Use o processo Mary Rowe: Tempo de espera.**

**Tempo de Espera 1** - após fazer uma pergunta, antes de escolher um aluno para responder;

**Tempo de Espera 2** - após o aluno dar uma resposta e antes que o professor comentasse por sua vez.

**Quais são os resultados esperado pela aplicação desta técnica?**

Os benefícios de adicionar pausas no questionamento aos alunos:

dar respostas mais longas - respostas que antes eram breves

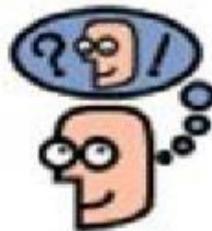
as frases podem se expandir em até 600%!

fornecer evidências para suas idéias e conclusões

especular e fazer hipóteses

fazer mais perguntas

não responda "Eu não sei" com tanta



**Professor , apoie os alunos na geração de perguntas de ordem superior**

Quando uma estudante luta para criar suas próprias perguntas sobre o conteúdo, ela está se engajando no processo de construção de significado - uma definição padrão de pensamento. Ao formular perguntas, os alunos conectam novas informações às antigas e, assim, vivenciam o aprendizado como compreensão.

professor para aumentar as expectativas dos alunos, mostre e execute a mediação para tornar o aluno questionador: "Aprendemos fazendo perguntas. Aprendemos fazendo perguntas melhores. Aprendemos mais tendo a oportunidade de fazer mais perguntas".

### **Questionando podem:**

- Desenvolver processos de pensamento e orientar a investigação;
- Estimular e manter a curiosidade e a motivação;
- Incentive a consideração de riscos e novas ideias
- Ajude a esclarecer ideias, estruturar o trabalho e aprender sobre coisas de interesse Desafiar as crenças e solicitar a reconsideração do pensamento atual;
- Faça com que os alunos compartilhem e debatam suas ideias;
- Incentive os alunos a fazerem as suas próprias perguntas e a acolherem um espírito de investigação, risco e desafio.

### **Os alunos elaboram suas próprias perguntas**

Use a taxonomia de Bloom para desafiar os alunos a escrever suas próprias perguntas para colocar para a classe. Eles devem ter como objetivo elaborar pelo menos uma questão por nível da taxonomia. Em pequenos grupos, as perguntas podem ser feitas, com o autor da pergunta conduzindo a discussão e especificando os critérios que satisfazem a resposta que procura.

### **Solução de problemas em pares**

Esta estratégia foi concebida para aulas de matemática ou ciências, mas pode ser aplicável a outros tópicos. Um aluno é designado o solucionador de problemas e deve falar em voz alta durante toda a tentativa de resolução de problemas, para explicar seu pensamento.

O segundo aluno não deve intervir no processo de solução, mesmo que o parceiro cometa erros, mas deve fazer tudo o que puder para compreender o pensamento do parceiro e "ir atrás dele", fazendo perguntas. É difícil para os alunos se engajarem em monitoramento metacognitivo e reflexão enquanto se mantêm

focados no próprio problema em questão. Nesta estratégia, o ouvinte esclarece o solucionador pensando por ele, fazendo perguntas. Idéias que de outra forma poderiam ser fugazes, ou fios de uma solução que podem se perder, são “mantidos vivos” pelo questionador.

**Existem várias possibilidades de empregar esta estratégia com alunos de habilidades diferentes:**

- Alunos excepcionalmente capazes podem ser colocados em pares para um trabalho acelerado
- A abordagem colaborativa cria uma atmosfera de apoio para os alunos com **MAE**. Pode ser especialmente eficaz como uma oportunidade para alunos com
  - **MAE** para ver estratégias de questionamento modeladas por um colega e praticar a si mesmo monitoramento regulatório
  - A estratégia também pode ser usada em um a um coaching ou mentoring sessões entre professor e aluno. O professor deve modelar o primeiro problema para permitir que o aluno se aqueça e não fique “no local”. O aluno pode ter dificuldade em formular perguntas inicialmente. Em seguida, o aluno deve tentar um problema, com o professor concentrando-se em fazer boas perguntas.
- Um período de reflexão e discussão neste ponto pode ser apropriado para avaliar as perguntas.

**Novas maneiras de pensar sobre o questionamento mediadas pelo professor:**

- Se você pensar em capítulos de livros didáticos, onde geralmente estão localizadas as perguntas mais interessantes e desafiadoras? Frequentemente, é no final do capítulo, e depois de um bloco de perguntas que requerem apenas uma lembrança factual. Considere mover algumas dessas questões-chave para o início das aulas ou apresente-as ao iniciar um novo tópico. Pode dar aos

alunos a chance de explorar o tópico e relacioná-lo com o conhecimento anterior antes da exposição do material. Também pode ajudar não apenas a focar o pensamento, mas também a fornecer um roteiro metacognitivo das questões a serem cobertas e também o nível de profundidade que é desejável no tópico.

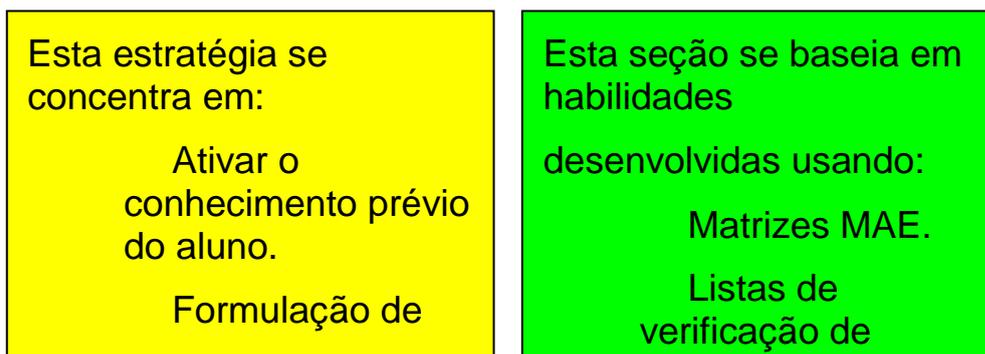
- Depois de fazer uma pergunta quente, diga aos alunos para parar um minuto para pensar antes de responder. Isso demonstra explicitamente que você valoriza o tempo para pensar e que a qualidade do pensamento deles é mais importante do que a rapidez com que podem produzir uma resposta. As perguntas não devem parar depois de feita uma pergunta. Tente expandir ao invés de deixar uma resposta (especialmente uma subdesenvolvida) passar. Perguntas de sondagem podem ampliar o pensamento dos alunos: "Você pode expandir isso?" "Você pode esclarecer o que você quer dizer?" Isso sempre se aplica? Você pode pensar em algumas situações onde ...? Isso se encaixa com ...? O que te faz pensar isso?
- Elogie as perguntas dos alunos bem pensadas, claramente formuladas, desafiador ou interessante. Antes de responder, indique explicitamente por que você acha que essa é uma boa pergunta - "Essa é uma pergunta incomum, como você achou isso?" "Essa pergunta mostra muito pensamento reflexivo...". Pode ser uma boa ideia repeti-los ou até mesmo ser visto como um bom exemplo. Isso modela a importância de boas perguntas para os alunos, mostra que você aprecia o valor e torna explícito / óbvio quais podem ser algumas das características de uma boa pergunta.
- Considere como o layout de sua sala de aula pode afetar a maneira como seus alunos fazem perguntas. Forme grupos, nossa sugestão é que o tamanho ideal do grupo para promover o questionamento é de 4-6. Em grupos desse tamanho, os estudantes fazem mais perguntas e melhores. Indivíduos em grupos maiores são menos propensos a correr o risco de fazer uma pergunta e o layout tradicional da sala de aula, onde todas as carteiras estão voltadas para a frente, pode reprimir ainda mais qualquer desejo. Os alunos também podem sentir que podem fazer uma pergunta ao professor, mas não a qualquer outro membro da turma.

- Transforme a visita de um palestrante externo em uma entrevista coletiva. Faça com que os alunos façam um brainstorm de perguntas com antecedência e desenvolvam uma “lista mestre”. Classifique as perguntas de acordo com a taxonomia de Bloom e coloque as perguntas na ordem apropriada.

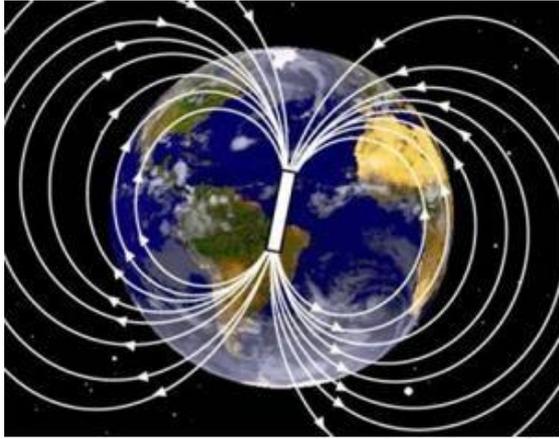
### 3. A sequência didática metacognitiva de leitura e estudo de matemática

Professor, a partir deste momento sugerimos que no desenvolvimento dos estudos sobre Cálculo: funções, limites, derivadas, integrais a uma e várias variáveis, você possa usar como apoio no desenvolvimento de suas aulas a seguinte sequência didática metacognitiva de estudo:

#### 3.1 O método PPL3R de leitura e estudo para Matemática e Ciências



Professor contextualize um problema da sua disciplina, no caso da Matemática, uso o seguinte contexto:



“

Fonte: [brasilecola.com](http://brasilecola.com)

Eletromagnetismo é o nome que se

dá ao conjunto de teorias que Maxwell, apoiado em outras descobertas, desenvolveu e unificou para explicar a relação existente entre a eletricidade e o magnetismo. Eletromagnetismo é uma parte essencial da Física e uma ferramenta de importância fundamental em praticamente todas as engenharias. É onipresente na vida cotidiana: telefones celulares, televisões, rádios, leitores de CD, computadores, trovoadas, reações químicas, visão, radar e a luz das estrelas são, entre muitas outras coisas, fenômenos influenciados pelo eletromagnetismo, ou tecnologia que funciona à base do eletromagnetismo. É ainda descrito por leis matemáticas, nesse caso contidas nas Equações de Maxwell: que dependem do campo elétrico, do campo magnético, da densidade de carga elétrica e da densidade da corrente elétrica”.

Ou algo assim:

Você tem um exame sobre um tópico que não conhece muito bem em absoluto. Talvez você tenha perdido algumas das aulas por doença ou atividade extracurricular. Ou talvez fosse um tópico que foi ensinado alguns meses atrás, isso agora só parece vagamente familiar. Você começa com boas intenções e firme determinação, na primeira página do capítulo do livro didático de Matemática. Quinze minutos depois, você percebe que perdeu completamente o fio do que você estava lendo. Na verdade você suspeita ter virado a página 2 ou 3 vezes, mesmo sem perceber.

Outro contexto que uso é este:



Fonte: Wikimedia Commons

Muitas aplicações tecnológicas

baseiam-se na mecânica dos fluidos, ou à estrutura é grandemente afetada pelas leis de movimento dos fluidos. Um exemplo evidente é o da aerodinâmica de um avião, associada a um bom desempenho e a um baixo consumo de combustível, que é intensivamente testado em todos os novos protótipos em túneis de vento. Outro exemplo surpreendente é fornecido pelo estudo dos problemas do trânsito em uma grande cidade, o qual pode ser modelado por um problema de mecânica dos fluidos, fazendo-se variar a velocidade, compressibilidade, viscosidade e outras propriedades do fluido consoante à situação concreta que se pretende estudar. Uma das equações fundamentais da mecânica dos fluidos é a de Navier-Stokes. A linguagem em que é escrita a Equação de Navier-Stokes é, mais uma vez, a do cálculo diferencial de várias variáveis, aplicado ao campo vetorial da velocidade do fluido e a outros fatores.

A maioria de nós provavelmente pode se relacionar com a situação descrita acima. Todos nós já estivemos lá quando precisamos ler algo técnico, algo que achamos chato ou algo que requer muita interpretação. Em algum ponto, (e esperançosamente mais cedo, ao invés de mais tarde) nosso sistema de auto regulação metacognitiva é ativado e percebemos que não sabemos o que (supostamente) lemos. Pode ser bastante desmotivador; em primeiro lugar, que o tempo investido até agora foi perdido e, em segundo lugar, é necessário voltar ao início e começar tudo de novo. De fato, em algumas situações, tanto tempo é gasto para dominar as primeiras partes de um tópico de um livro didático que o aluno fica sem tempo e não cobre suficientemente o final - a parte que frequentemente inclui material mais desafiador, ideias instigantes e satisfatórias de resoluções de problemas.

A verdade é que, na maioria das disciplinas, os livros didáticos não podem ser lidos da mesma forma que lemos os livros por prazer. Começar na página um e esperar seguir o "enredo" enquanto retemos todas as informações de que precisamos. Simplesmente não é possível e certamente não é uma maneira eficiente de proceder.

O método **PPL3R** fornece um roteiro metacognitivo para leitura e estudo de livros didáticos de Matemática ou Ciência., aqui prefiro focar na Matemática.

Ele promove uma abordagem cuidadosa e metacognitiva para interagir com o material que deve ser lido e estudado. Ele incentiva os alunos a serem ativos na forma como lêem o material e a questionar e fazer links durante a leitura, vista na figura 7..

**PPL3R** significa:



**Figura 7: As etapas do método PPL3R**

### **Etapa 1:** preparando-se para ler o livro didático (Matemática...)

Esta fase pode parecer uma quebra de todas as regras. Em vez de começar a ler a página 1 e procedendo de maneira ordenada, você é encorajado a vasculhar em torno do capítulo para ter uma ideia do que está por vir.

#### **Pesquisa**

Antes de se estabelecer para ler qualquer capítulo de um livro didático, o primeiro passo é pesquisar o capítulo para ver o que está por vir. Leia o título do capítulo e o parágrafo introdutório. Isso lhe dará uma indicação do tema geral do capítulo.

Em seguida, vá até o capítulo, página por página e leia os títulos de todas as seções. Tente formular uma ideia da sequência de fatos ou informações apresentadas e como eles podem se encaixar.

Folheie o capítulo novamente e observe cada imagem e gráfico. Tente entendê-los, leia as legendas e pense em como elas podem se relacionar com as informações dos subtítulos; imagens ou gráficos só são incluídos nos livros se ilustrarem um ponto importante, portanto, preste atenção a eles!

Finalmente, vá para o final do capítulo e leia o resumo - ele se concentrará nas partes mais importantes. Agora você deve ter uma ideia clara do que trata o capítulo. Esta fase de preparação para ler é um pouco como criar um roteiro em sua cabeça. Ao tentar encontrar um novo lugar, você chega lá muito mais rápido se tiver uma ideia geral da direção em que precisa caminhar, em vez de ficar vagando, esperando o melhor - o mesmo se aplica à leitura de um capítulo de um livro qualquer.

### **Pergunta**

Esperem - você ainda não está pronto para ler! A próxima etapa é fazer uma lista de perguntas a serem respondidas durante a leitura. Essas podem ser perguntas que lhe ocorreram enquanto examinava o capítulo. Podem ser algumas perguntas do final do capítulo que se referem ao texto. Uma ideia muito boa é pegar cada um dos títulos das seções e transformá-los em perguntas que você deve responder à medida que avança.

Isso tem duas funções:

1) Ter perguntas a responder ao longo do caminho torna a leitura ativa - dá a você algo para **FAZER** além de deixar as palavras passarem por você. Isso significa que você deve antecipar onde uma resposta pode aparecer e anotá-la, mantendo-se envolvido.

2) Se você tiver uma lista de perguntas para responder durante a leitura, é uma boa maneira de marcar seu progresso. Ao respondê-las, você pode realmente sentir que está se movendo pelo texto. Isso interrompe um pouco a jornada, mas é prolífico.

## **Etapa 2 - Leitura**

### **Ler**

Agora você está pronto para ler! Ao ler o texto, continue pensando nas perguntas que fez e observe as respostas à medida que avança. Faça anotações na margem de coisas que o surpreendem, coloque uma estrela ao lado de tudo que

você acha que é um ponto chave. A cada poucas páginas, pare por um momento e olhe suas anotações.

### **Relacionar.**

As informações que você leu para algo que você já conhece. O fato é que nos lembramos melhor de novas informações quando tentamos conectá-las a coisas que já conhecemos, a informações de outras aulas, a experiências pessoais.

### **Etapa 3 - Pensando no que foi lido**

#### **Recitar / lembrar.**

Agora é a hora de contar a sua versão da matemática com suas próprias palavras. A maneira mais rápida de ver se você entendeu algo é verificar se consegue explicar em voz alta. Reveja as perguntas que você elaborou e veja se consegue responder a cada uma delas completamente, com mais de uma e meios matemáticos ou frases. No final de cada seção, tente falar em voz alta sobre os pontos principais. Mais uma vez, isso força seu cérebro a ser mais ativo do que apenas ler, dá um feedback imediato sobre o quanto você entende e quais tópicos você precisa dar uma segunda olhada. Sinta-se à vontade para trabalhar nas informações que se relacionam com o que você leu, da etapa anterior. Os humanos são contadores por natureza - tente “contar a história” do capítulo. Faça o seu melhor para executar esta etapa em voz alta.

Se você fizer isso em sua cabeça, é fácil olhar para a página e pensar “sim, eu entendo todas as informações” sem realmente testar a veracidade da afirmação!

Não permita que seu cérebro seja preguiçoso!

#### **Reveja**

Se houver algo que você não tenha certeza, leia uma segunda vez. Reveja as perguntas que você fez antes de começar e verifique se você tem uma resposta para cada uma delas. No dia seguinte, observe as notas que você fez no capítulo e verifique se estão completas. Você pode ter que ler algumas seções do capítulo novamente para se certificar de que pode entendê-las - isso não significa que seu sistema não funciona ou que você não está fazendo certo. Bastante o oposto - tudo faz parte do processo de aprendizagem de novos materiais e significa que você está ciente dos problemas ao longo do caminho. Deixe o aluno à vontade para criar um acrônimo diferente para esta estratégia se você achar que funcionaria melhor - não importa como você o chame, contanto que as etapas sejam aplicadas. Para a aplicação desta sequência didática, ver o anexo 1.

### 3.2 Gráfico S-Q-T

Esta estratégia se concentra em:

Ativando o conhecimento prévio

Formulação de perguntas - especialmente habilidades QUENTES.

Organizando.

Esta seção se baseia em habilidades

desenvolvido usando:

Matrizes MAE.

Listas de verificação de autorregulação.

Taxonomia de Bloom

**S-Q-T** significa **saber, querer saber, ter aprendido**. Um gráfico SQT é um organizador gráfico que exige que os alunos ativem seu conhecimento prévio sobre um tópico, pensem sobre o tópico antes da leitura / trabalho expositivo da aula para decidir quais informações eles precisam saber e, finalmente, os incentiva a registrar seu progresso na aprendizagem e descobrindo.

#### **Etapa 1 - O que eu sei?**

Quando você apresenta um novo tópico para os alunos, o primeiro passo é fazer com que eles sugiram o máximo possível de coisas que já sabem sobre o tópico. Isso pode ser feito como um brainstorm para a turma inteira, como uma atividade de pensar-para-compartilhar ou individualmente. Uma vez que uma lista de informações familiares é montada, ela deve ser revisada para garantir que não contenha repetições. Também pode ser organizado tematicamente (ou talvez cronologicamente em um assunto como Ciência ou a própria Matemática) e deve ser inserido na coluna “O que eu sei” do gráfico.

#### **Etapa 2 - O que eu quero saber?**

Esta etapa envolve a construção de informações que já são conhecidas e a orientação que pode vir do título da atividade ou do título de um capítulo de livro que corresponda a ela, palpites que o aluno possa ter ou focos de interesse específicos.

Os alunos devem compilar uma lista de perguntas que reflitam “o que eles querem saber” sobre um tópico. Essas perguntas podem, então, guiar a direção do estudo e exploração de um tópico que pode atuar como um mecanismo para envolver e envolver os alunos enquanto eles encontram as respostas para suas perguntas específicas. Também pode atuar como sinalização ao longo do caminho, conforme o progresso é feito através da área de tópico, auxiliando no monitoramento da aprendizagem.

### **Etapa 3 - O que aprendi?**

Nesta etapa, os alunos registram as respostas às perguntas que colocaram na etapa 2.

Isso fornece um registro tangível do progresso e também uma estrutura organizacional para o aprendizado. É importante concluir este estágio do gráfico para que os alunos possam trabalhar por meio de toda a estratégia organizacional.

### **Estendendo os gráficos SQT**

Existem várias maneiras de estender o uso de gráficos SQT para alunos mais hábeis ou à medida que os alunos se familiarizam com eles.

Os gráficos SQT incluem uma coluna extra onde o aluno deve registrar como descobrirá as informações de que precisa; obviamente, isso só é aplicável quando uma fonte diferente de um único livro-texto está sendo usada! Aulas onde são usados experimentos, trabalhos práticos, recursos audiovisuais, etc. podem fazer bom uso desta extensão.

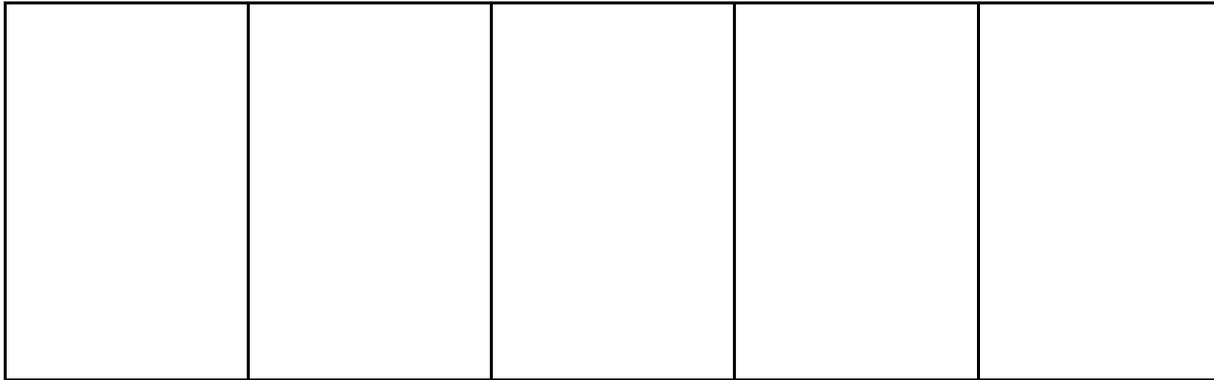
Os gráficos SQT têm uma coluna extra no final, onde os alunos podem estender seu pensamento, observando o que ainda querem saber. Esta pode ser uma questão original que não foi respondida, caso em que a coluna atua como um mecanismo de verificação útil, ou uma nova questão que surgiu à medida que seu entendimento se aprofundou, de modo que a coluna se tornou um trampolim para investigações futuras.

### **Desenvolvimento de perguntas na coluna :“O que eu quero saber”**

É provável que no início as perguntas dos alunos para a coluna do meio sejam baseadas em fatos e relativamente simples. No entanto, usado em conjunto com a Taxonomia de Bloom, desenvolver questões que requerem habilidades de pensamento de ordem superior pode ser modelado para os alunos e eles podem, eventualmente, avançar no sentido de chegar a essas questões eles próprios. O

modelo para aplicação do SQT, está descrito na figura 8, professor você pode usar as variações que mais se adequem à sua turma e disciplina.

Nome:		Tema		data
O que eu sei?	O que eu quero saber?	O que eu aprendi?	Como vou descobrir?	O que eu ainda preciso saber



**Figura 8: Modelo do SQT para aplicação no desenvolvimento metacognitivo.**

### **3.3 Mapas Conceituais**

Os mapas conceituais são organizadores gráficos que representam espacialmente as ideias relevantes para um tópico e as maneiras como estão relacionadas e interligadas. Os mapas são versões mais formais e precisas dos “diagramas de aranha” que costumam ser usados para coletar ideias de uma sessão de brainstorming, pois exigem que o aluno especifique exatamente como as ideias se encaixam. Os mapas conceituais são construídos colocando ideias-chave em caixas ou células e usando setas e descritivos muito curtos para identificar as relações entre as células.

Os mapas conceituais são geralmente hierárquicos, com o conceito mais amplo ou tópico abrangente no topo do mapa e os conceitos subordinados descritos abaixo. No entanto, dependendo da profundidade do mapa, ou se talvez dois mapas construídos anteriormente estejam sendo combinados para mostrar os links de aprendizagem, uma estrutura hierárquica estrita pode não ser apropriada.

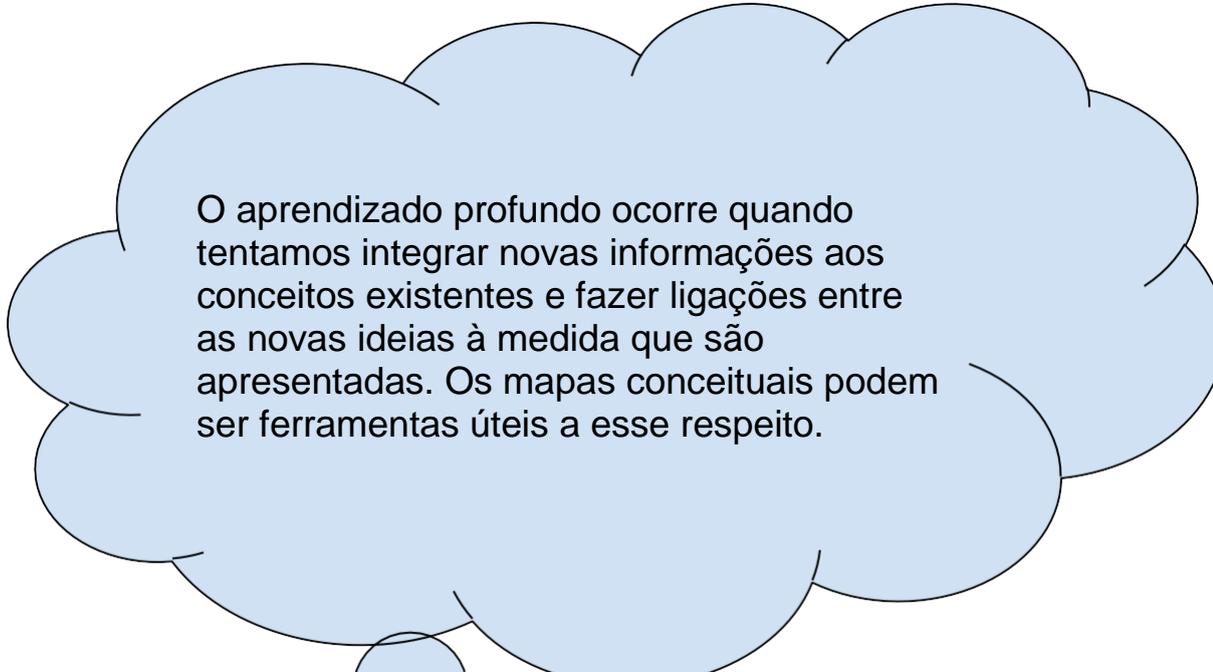
No entanto, os mapas conceituais podem e devem ser revisados à medida que o aprendizado avança. Novamente, isso demonstra aos alunos a maneira como seu conhecimento muda, e que o trabalho de revisão é importante, especialmente porque estamos aprendendo coisas novas o tempo todo.

O aprendizado profundo ocorre quando tentamos integrar novas informações aos conceitos existentes e fazer ligações entre as novas ideias à medida que são apresentadas. Os mapas conceituais podem ser ferramentas úteis a esse respeito por uma série de razões:

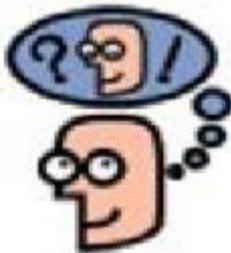
1. Eles permitem que o professor veja como a compreensão dos alunos de um conceito está se desenvolvendo com base no tipo de mapa que desenvolvem e sua riqueza

2. Os alunos são expostos a uma técnica que exige que sejam precisos na maneira como organizam seus conhecimentos e os expressam da forma mais sucinta possível

3. A escrita é reduzida ao mínimo, reduzindo a carga para os alunos que têm dificuldade com texto. Isso também os torna guias de estudo valiosos, pois destaca ideias-chave dentro de um tópico sem excessiva "prolixidade" - um contraste com a tendência de alguns alunos de sublinhar ou destacar muito texto, em vez dos pontos-chave.



O aprendizado profundo ocorre quando tentamos integrar novas informações aos conceitos existentes e fazer ligações entre as novas ideias à medida que são apresentadas. Os mapas conceituais podem ser ferramentas úteis a esse respeito.



Os mapas conceituais também podem ser usados como avaliação da compreensão; o número de conceitos representados no mapa pode dar uma indicação da amplitude do aprendizado, enquanto o número de níveis subordinados pode sugerir profundidade. No geral, o número de relações que o aluno consegue

identificar e a precisão com que o consegue fazer podem ser indicativos de familiaridade com o tópico. Um exemplo de mapa conceitual simples baseado em estados da matéria está incluído no verso para dar uma idéia de como alguém pode o professor ou aluno podem construí-lo.

### **Dicas para usar mapas conceituais:**

**1. Os alunos podem achar os mapas conceituais muito difíceis para começar, embora**

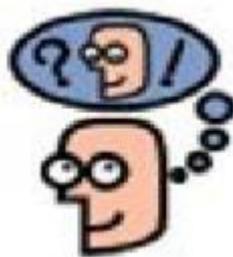
**depois de desenvolverem familiaridade com eles, eles se tornam melhores praticando na organização de sua compreensão conceitual.**

**2. Os mapas conceituais exigem muitos quebra-cabeças para se encaixarem juntos de uma forma sensata. Ao contrário dos diagramas de aranha que costumam ser usado para mapear rapidamente os pontos principais de um tópico ou conceito**

**os mapas têm uma hierarquia mais rígida. Certifique-se de explicar aos alunos que**

**o mapeamento de conceitos exige esforço, para que não sejam desencorajados de**

**início.**



Na figura 9, abaixo está um exemplo de um mapa conceitual de trabalho em andamento com base em uma aula de matemática na área de geometria plana. Provavelmente, você verá vários lugares onde links extras podem ser adicionados. Os mapas conceituais estão sempre crescendo e podem ser adicionados a várias lições, se apropriado. Eles podem ficar confusos e é importante lembrar que, à medida que o conhecimento se torna mais complicado e interligado, pode não ser possível ter um mapa organizado onde tudo se encaixa.

Exemplo: mapa conceitual aplicado à Geometria plana.

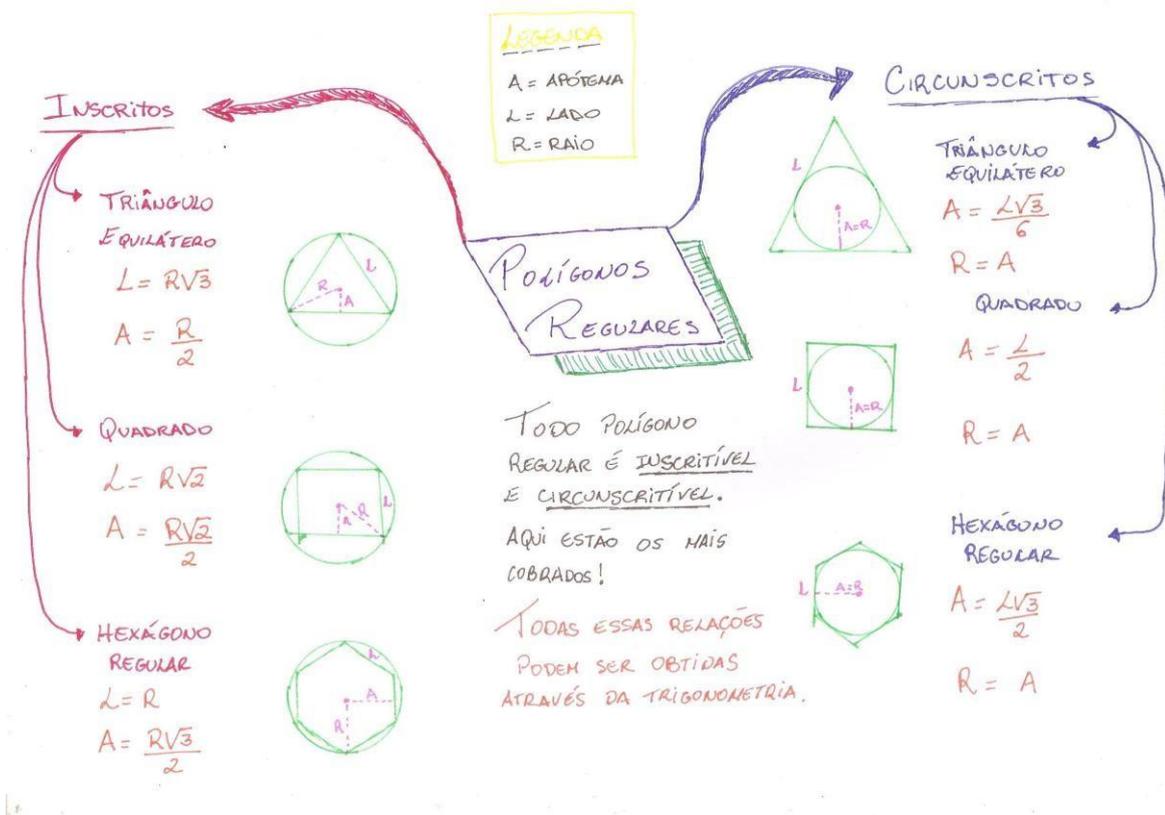


Figura 9: Exemplo de mapa conceitual simples aplicado em Geometria plana

### 3.4 Técnicas de auto-reflexão e avaliação para o aluno

Professor, na seção 1, Figura 4; descrevemos o ciclo de aprendizagem ideal, que incorpora os conceitos metacognitivos de planejamento, monitoramento e avaliação do que está sendo aprendido em cada etapa da aprendizagem pelo aluno.

A avaliação da aprendizagem desempenha um papel fundamental neste ciclo, sendo o professor um facilitador da autorreflexão e da avaliação. Encorajar os alunos a refletir e avaliar seu trabalho pode ser uma batalha interminável.

A motivação para aprender e se engajar na reflexão tem um componente emocional relacionado aos próprios objetivos do aluno e à visão de suas habilidades. Os alunos que desejam dominar um assunto ou tópico buscam aprimorar sua competência; alunos que se preocupam apenas em tirar notas altas para parecerem inteligentes procuram apenas provar sua competência. Os alunos que acreditam que a nota que obtêm é a parte mais importante do processo de aprendizagem é um reflexo de sua identidade tendem a achar que cometer erros é estressante e evita refletir sobre seu desempenho, preferindo apenas esperar o

melhor na próxima vez. Esses alunos não gostam de correr riscos e desafiar-se caso cometam erros. Um ambiente de sala de aula que conduz ao pensamento metacognitivo, que modela o valor da aprendizagem com os erros e que incentiva ativamente a autorreflexão pode ajudar os alunos que são fortemente orientados para o desempenho a compreender que empregar esforço em pensar, planejar e avaliar não diminui sua capacidade - na verdade, adiciona outra motivação para aprender.

### **Ideias para apoiar os alunos na autorreflexão**

1. Peça aos alunos para manterem um diário reflexivo de seu progresso e pensamento. Não deve ser simplesmente um registro das coisas que fizeram, mas das ideias que acharam difíceis, dos sucessos, dos momentos de compreensão. Reserve alguns minutos de aula para preenchê-lo e peça permissão antes de lê-lo.
2. Considere não dar uma nota ocasionalmente para um teste ou trabalho de casa. Em vez disso, dê feedback sobre o que o aluno pode fazer para melhorar na próxima vez. Certifique-se de acompanhar isso na próxima vez - indique onde eles usaram o feedback para melhorar. Se eles não aceitaram o feedback a bordo, modele explicitamente como eles podem usá-lo.
3. Peça aos alunos para avaliarem seu próprio trabalho - eles geralmente não são muito tolerantes consigo mesmos. Se forem muito duros, certifique-se de apontar o que fizeram bem.
4. É improvável que os alunos façam avaliações em seu próprio tempo, pelo menos inicialmente. Reservar um tempo em seu período de aula para que avaliem seu trabalho mostra que você considera o processo importante.
5. É importante acompanhar as autoavaliações que os alunos realizam - desta forma, você reconhece o pensamento que eles fizeram.
6. Considere pedir aos alunos que revisem o trabalho. Aprender não é uma questão única. Dê feedback construtivo sobre um ensaio ou projeto e, em seguida, peça-lhes que o revisem e melhorem.
7. Tempo de reflexão no meio da tarefa: No meio de uma tarefa ou projeto (ao longo de uma aula ou várias), dê aos alunos tempo para refletir sobre as metas de aprendizagem e comparar suas metas com os objetivos. Os alunos podem revisar seus planos conforme acharem adequado.
8. Use estratégias como gráficos SQT como oportunidades para refletir sobre o progresso que foi feito.
9. Os alunos só podem avaliar seu desempenho se os critérios para um desempenho bem-sucedido e os objetivos de aprendizagem tiverem sido esclarecidos de antemão. Seja explícito sobre suas expectativas e objetivos.

A avaliação da aprendizagem exige muito tempo e exige muito tempo para ser implementada, especialmente em toda a escola, e adotá-la integralmente pode não ser apropriada para sua escola.

No entanto, o emprego de estratégias-chave da filosofia (mesmo apenas de vez em quando, para começar) pode ser eficaz para estimular a autorregulação e assumir o controle de sua própria aprendizagem.

As técnicas de autoavaliação são úteis para alunos excepcionalmente capazes, que podem ser suscetíveis a orientações de desempenho, se estiverem acostumados a obter notas consistentemente altas. Mudar o foco de "perseguir notas" para uma reflexão mais ponderada pode encorajá-los a estender e desenvolver seu pensamento e a se concentrar no estudo.

### **Estratégias para ajudar em áreas de fraqueza.**

Dar feedback construtivo em vez de notas pode ser libertador para alunos capazes, que podem medir a autoestima em notas acadêmicas. As técnicas também são úteis para alunos com déficits de aprendizagem, pois podem ajudar a mover o aluno para uma aprendizagem independente. Os alunos com déficits de aprendizagem são particularmente suscetíveis de se sentirem desconectados do processo de aprendizagem e insatisfeitos. Participar da autoavaliação, com o apoio de um professor que poderá orientar o processo e dialogar sobre direções futuras não apenas encorajam a autorreflexão, mas mostram a eles como o papel que eles podem desempenhar em sua própria aprendizagem.

A próxima página dá uma sugestão de exemplo de um pôster para uma parede de sala de aula ou quadro de avisos para despertar a discussão em classe sobre avaliações informais da lição. Também pode ser usado como folheto / cartão em um recurso de aprendizagem ou cenário de mediações.

Perguntas de autoavaliação e perguntas de avaliação:

O que você achou fácil?

O que você achou difícil e o que o ajudou a seguir em frente?

O que te ajudou a seguir em frente? (amigo / recurso / professor etc.)

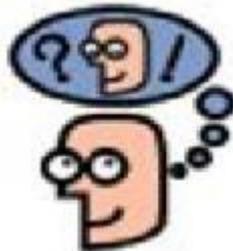
Você precisa de mais ajuda com o quê?

Com o que você está mais satisfeito?

Você aprendeu algo novo?

Como você mudaria isso?

Como você mudaria esta atividade para outro grupo



### **Seção 3: Ferramentas de qualidade para promoção metacognitiva**

Professor/aluno nesta seção sugerimos que você aplique uma técnica de controle de qualidade para a promoção da metacognição na sala de aula.

#### **4. Brainstorming**

Ao aplicar esta técnica, você deve formar equipes entre 4 a 6 alunos. Dedique tempo suficiente para esclarecer os propósitos da ferramenta para a promoção da metacognição em sala de aula.

O Brainstorming é uma ferramenta para geração de novas ideias, conceitos e soluções para qualquer assunto ou tópico em um ambiente acadêmico livre de críticas e de restrições para a imaginação.

Limite o tempo de aplicação da técnica entre 30 a 60 minutos, tempo muito próximo ao período de uma aula. As regras para a aplicação do brainstorming são:

**Regra 1.** suspensão do julgamento: estão proibidos os debates e as críticas às ideias apresentadas, pois causam inibições e desvio dos objetivos.

**Regra 2.** quantidade é importante: quanto mais, melhor.

**Regra 3.** liberdade total: nenhuma ideia é suficientemente esdrúxula para ser desprezada. Pode ser que ela sirva de ponte para ideias originais e inovadoras.

**Regra 4.** mudar e combinar: em qualquer momento, é permitido que alguém apresente uma ideia que seja uma modificação ou combinação de ideias já apresentadas por outras pessoas do grupo. Contudo, as ideias originais devem ser mantidas.

**Regra 5.** igualdade de oportunidade: assegure-se de que todos tenham a chance de apresentar suas ideias.

Professor, escolha um tema específico da sua disciplina, nós gostamos de Matemática e por ser professor de Cálculo, sempre procuro temas onde relacionado o uso do cálculo na engenharia.

Seja claro na explicação do problema, realize a mediação entre os alunos e evite que os grupos se dispersem ao longo da atividade. Para isso siga os seguintes passos de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Passos para geração de estratégias metacognitivas

1. Estabeleça o tempo máximo de duração da sessão de geração de ideias e designe alguém para controlar o tempo;
2. Comunique o tópico a ser analisado na forma de uma pergunta, assegure-se de que todos o entendam;
3. Conceda alguns minutos para que todos pensem sobre a pergunta e peça que eles apresentem suas ideias. Defina se as ideias serão solicitadas de forma estruturada ou não estruturada;
4. Anote as ideias numa folha de *flipchart* e disponha-as de forma que todos possam vê-las. Isto evita duplicidades, mal entendidos e ajuda a estimular o pensamento criativo no grupo;
5. Terminada a sessão de geração, esclareça o significado de todas as ideias apresentadas, para assegurar que todos tenham o mesmo entendimento. Aponte cada ideia e pergunte se alguém tem perguntas sobre seu significado. Você pode pedir ao autor da ideia que a explique melhor;
6. Elimine as duplicidades. Se duas ou mais ideias parecem ser a mesma coisa, você deve combiná-las ou eliminar as duplicadas. Para isto, é necessário obter a concordância de seus autores de que elas têm o mesmo significado. Se não concordarem, mantenha as ideias intactas e separadas.

Fonte: Autor

Professor, após a sessão de brainstorming metacognitivo, reúna as ideias afins e as classifique em temas e categorias.

- Dentro de cada categoria, procure combinar as ideias similares e elimine as duplicidades.
- Selecione as melhores ideias de estratégias para serem analisadas, melhoradas e aproveitadas por todos os alunos.
- Dê aos grupos um feedback sobre o resultado do brainstorming e mostre como suas contribuições na construção de estratégias para resolução de problemas foram valiosas.

Permita que os alunos apliquem as melhores estratégias na solução do problema proposto, use como referência para nortear sua mediação o fluxograma visto no Quadro 2.

Quadro 2: Fluxograma para aplicação da estratégias escolhidas pelo brainstorming



Fonte: Autor

## 5. Ambientes motivacionais

Por ser da natureza do pesquisador e uma inquietação interna do mesmo, um dos motivos que nos leva a crer que a matemática aprendida de forma metacognitiva se desenvolve mais e melhor em ambientes ricamente contextualizados, elaboramos uma situação didática apoiada em recursos computacionais como o Scilab, software GNU, para aplicação em modelagem de processos e em Cálculo, onde recorreremos aos fundamentos da Engenharia Didática.

A sequência didática, pode ser encontrada no site

<https://sites.google.com/view/calculoaumaevariasvariveis/produtos-educacionais/produto-educacional-4> onde a atividade de modelagem de sistemas

usando Transformada de Laplace encontra uma aplicação real para o conhecimento construído na disciplina de Cálculo a uma e várias variáveis.

O sistema é um conjunto massa-mola-amortecedor, onde o aprendiz pode encontrar infinitas informações na própria internet e se sentir desafiado em propor soluções para as várias situações solicitadas como respostas.

Definições são sempre bem vindas, e para tanto professor:

Comece dando a definição de:

1. Sistema;
2. Sistema amortecido;
3. Sistema criticamente amortecido;
4. Sistema subamortecido;
5. Variáveis de entrada;
6. Variáveis de saída;
7. Sistema caixa branca;
8. Sistema caixa cinza;
9. Sistema caixa preta;
10. Relação entre sistemas elétricos x sistemas fluídicos x mecânicos x térmicos x orgânico;
11. A importância da Matemática, na modelagem de sistemas físicos, químicos, da própria natureza;
12. Relacione a matemática com sistemas bioinspirados e a sua aplicação e a importância de se saber matemática na área tecnológica;
13. Uso da Transformada de Laplace como ferramenta de trabalho para o graduando.

Por fim crie um ambiente que promova a motivação do aluno em visualizar que além do trabalho, temos arte, alegria e com erros e acertos tornamos a Matemática parte viva de nossa história.

## Referências Bibliográficas e Complementar

BLOOM, B. S.; KRATHWOHL, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The classification of educational goals by a committee of college and university examiners*. New York, Addison-Wesley.

BRANSFORD, J. D.; BROWN, ANN L.; COCKING, RODNEY R. *Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola*. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

BROWN, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. Em R. Glaser (Org.), *Advances in instructional psychology* (Vol. 1, pp. 77-165). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

BROWN, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. Em F. E. Weinert & R. Kluwe (Orgs.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 1-16). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

BROWN, A. L., BRANSFORD, J. D., FERRARA, R. A. , CAMPIONE, J. C. (1983). Learning, remembering, and Understanding. Em P. H. Mussen, J. H. Flavell & E. M. Markman (Orgs.), *Handbook of child psychology cognitive Development* (4<sup>a</sup> ed.) (Vol. 3, pp. 77-166). New York: John Wiley & Sons.

BROWN, A. L., CAMPIONE, J. C. , DAY, J. D. (1981). Learning to learn: On training students to learn from the texts. *Educational Researcher*, 10, 14-21.

CARRASCO, J. B. *Estrategias de aprendizaje*. Madrid: Rialp, 2004.

CHAMOT, O'MALLEY. *Capa do livreto*. 1996.

CLAXTON, G. *O desafio de aprender ao longo da vida*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva*. v. 1. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

COSTA, A. L. (1984). Mediating the metacognitive. *Educational Leadership*, 42(3), 57-62.

FLAVELL, J. H. , WELLMAN, H. M. (1977). Metamemory. Em R. V. Kail & J. W. Hagen (Orgs.), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp. 3-33). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

FLAVELL, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. Em L. B. Resnick (Orgs.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, N.Y.: Erlbaum.

FLAVELL, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.

FLAVELL, J. H. (1981b). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. Em H. Parke (Orgs.), *Contemporary readings in child psychology* (pp. 165-169). New York: McGraw Hill.

FLAVELL, J. H. (1985). Développement métacognitif. Em J. Bideaud & M. Richelle (Orgs.), *Psychologie développementale: Problèmes et réalités* (pp. 29-41). Bruxelles: Pierre Mardaga.

FLAVELL, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. Em F. E. Weinert & R. Kluwe (Orgs.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 1-16). Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

FLAVELL, J., H.; MILLER, Patricia H; MILLER, Scott. Desenvolvimento cognitivo. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

FLAVELL, J. Cognitive monitoring. In: DICKSON, W. Patrick. (Ed.) Children's oral communication skills. New York: Academic, 1981. p.35-59.

GARNER, R. , ALEXANDER, P. A. (1989). Metacognition: Answered and unanswered questions. *Educational Psychologist*, 24(2), 145-158.

GRANGEAT, M. (1999). *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto.

GRANGEAT, M. et al. *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos*. Porto: Porto Editora, 1999.

JONES, B. F. (1988). Text learning strategy instruction: Guidelines from theory and practice. Em C. E. Weinstein, E. T. Goetz & P. A. Alexander (Orgs.), *Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction, and evaluation* (pp. 233-260). N. Y.: Academic Press.

KUHL, J. , KRASKA, K. (1989). Self-regulation and metamotivation: Computational mechanisms, development, and assessment. Em R. Kanfer, P. Ackerman & R. Cudeck (Orgs.), *Abilities motivation methodology: The Minnesota symposium on learning and individual differences* (pp. 343-374). N. J.: Erlbaum.

LAWSON, M. J. (1984). Being executive about metacognition. Em J. R. Kirby (Org.), *Cognitive strategies and educational performance* (pp. 89-109). Orlando: Academic Press.

MATEOS, M. *Metacognición y educación*. Buenos Aires: Aique, 2001.

MAYOR, J.; SUENGAS, A; MARQUES, J.G. Estrategias metacognitivas: aprender a aprender y aprender a pensar. Madrid: Síntesis, 1995.

PARIS, S., WINOGRAD, P. (1990). How metacognition can promote academic learning and instruction. Em B. Jones & L. Idol (Orgs.), *Dimensions of thinking and cognitive instruction*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

PARIS, S. G., LIPSON, M. Y., WIXSON, K. K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 293-316.

PRESSLEY, M. (1986). The relevance of good strategy user model to the teaching of mathematics. *Educational Psychologist*, 21, 139-161.

STERNBERG, R. J. (1979). The nature of mental abilities. *American Psychologist*, 34(3), 214-230.

VALENTE, M. O., SALEMA, M. H., MORAIS, M. M., CRUZ, M. N. (1989). A metacognição. *Revista de Educação*, 1(3), 47-51.

WEINERT, F. E. , KLUWE, R. H. (1987). *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

WEINERT, F. E. (1987). Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. Em F. E. Weinert & R. Kluwe (Orgs.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 1-16), Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

# Anexos

**ANEXO 1 – PLANO DE TRABALHO: Método para ler e estudar**

**Nome dos integrantes do grupo:**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

**Atividade:** \_\_\_\_\_

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pontos críticos</b>	<b>Tempo de execução (h)</b>
<b>Pesquisar</b>	<b>O que eu faço nesta etapa?</b>		
<b>Questão/perguntar</b>	<b>O que eu faço nesta etapa?</b>		
<b>Ler</b>	<b>O que eu faço nesta etapa?</b>		
<b>Relacionar</b>	<b>O que eu faço nesta etapa?</b>		
<b>Relembrar</b>	<b>O que eu faço nesta etapa?</b>		
<b>Rever</b>	<b>O que eu faço nesta etapa?</b>		

**ANEXO 2 – PLANO DE TRABALHO:**

**ANEXO 3 – PLANO DE TRABALHO:**

**ANEXO 4 – PLANO DE TRABALHO:**