



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Gilberto Martins Lynch

MEDIDAS DE EFICIÊNCIA METACOGNITIVA NA APRENDIZAGEM DE
DOMÍNIOS EM FÍSICA

Belém – PA

2018



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Gilberto Martins Lynch

MEDIDAS DE EFICIÊNCIA METACOGNITIVA NA APRENDIZAGEM DE DOMÍNIOS EM
FÍSICA

Trabalho de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Duarte Gomes.
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart.

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Pereira

Belém – PA

2018



Universidade Federal do Pará
Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento
Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

MEDIDAS DE EFICIÊNCIA METACOGNITIVA NA APRENDIZAGEM DE DOMÍNIOS EM
FÍSICA

Trabalho de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre.

Candidato: Gilberto Martins Lynch

Data da Defesa da Dissertação: 18/12/2018.

Resultado:

Banca Examinadora:

Profa. Dr. Bruno Duarte Gomes (UFPA) – Orientador

Profa. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart (UFPA) – Coorientador

Prof. Dr. Antônio Pereira (EXTERNO/UFPA). - Coorientador.

Prof. Fernando Allan de Farias Rocha (INTERNO/UFPA).

Dr. Schubert Ribeiro Carvalho (EXTERNO – Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento sustentável).

Profa. Dra. Rachel Coelho Ripardo Teixeira (INTERNO/UFPA), suplente.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M379m Martins Lynch, Gilberto.
Medidas de Eficiência Metacognitiva no Aprendizagem de Domínios em Física / Gilberto Martins Lynch. — 2018.
90 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Bruno Duarte Gomes
Coorientador(a): Prof. Dr. Antonio Pereira Junior
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, Belém, 2018.
1. Metacognição. 2. Teoria de Detecção de Sinais. 3. Sensibilidade Metacognitiva. 4. Eficiência Metacognitiva. 5. Tipologia de Erros. I. Título.

CDD 153

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. METACOGNIÇÃO E CONCEITOS	12
1.2. BASES NEURAI DA METACOGNIÇÃO	14
1.3. MÉTRICAS DE APRENDIZAGEM	16
1.4. JULGAMENTOS DE PROBABILIDADE	18
1.5. MEDIDAS METACOGNITIVAS	19
2. OBJETIVOS	21
2.1. OBJETIVO GERAL	21
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
3. METODO E MATERIAIS	21
3.1. PARTICIPANTES	21
3.2. LOCAL DOS TESTES	22
3.3. PROCEDIMENTOS	22
3.1. TESTE DE FISICA E TIPOLOGIA DE ERROS (JULGAMENTO DO NÍVEL DE CONFIANÇA)	22
3.2. CÁLCULO DA TEORIA DE DETECÇÃO DE SINAL DE TIPO 1 (TDST1 D' OU D-PRIME)	24
3.3. CÁLCULO DA TEORIA DE DETECÇÃO DE SINAL DE TIPO 2 (TDST2 META D' OU META-D-PRIME)	27
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
3.5 ASPECTOS ÉTICOS	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5. CONCLUSÃO	38
6. REFERÊNCIAS	40
APÊNDICES E ANEXOS	

Foi a única pilhéria que disse em toda a vida, e era tempo, porque expirou na madrugada seguinte, às quatro horas e cinco minutos, bem com os homens e mal consigo mesmo.

- Machado de Assis

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de uma forma direta ou indireta possibilitaram, apesar das enormes dificuldades correntes, que esse trabalho fosse finalizado, em especial aos professores Bruno Duarte Gomes, Paulo Roney Kilpp Goulart, Antônio Pereira, e Fernando Allan de Farias Rocha, cuja paciência e compreensão foram imprescindíveis.

Fica o meu muito obrigado aos dedicados, incansáveis e generosos amigos do PCNA e do Laboratório de Inovação Didática em Física Richard Feynman, os professores José Benício da Costa e Alexandre Guimarães Rodrigues. Uma nota de agradecimento ao bolsista do PCNA Matheus Cruz Tavernard Franco, pela enorme ajuda na coleta, tratamento e tabulação dos dados.

Ao meu círculo de amizade mais próximo que tem me acompanhado e apoiado em todos momentos necessários, sobretudo, naqueles que mais nos exigem coragem para seguir em frente. A vocês: Gabi, Rachel, Maria, Karol e Drilene! De coração, um afetuoso abraço mais que apertado.

Agradeço a toda minha família, que nunca cansou de apoiar os meus passos na busca pelo conhecimento, por mais tortuosos que tenham sido muitas das minhas escolhas. Meu irmão Eduardo que tanto nos orgulha, minhas irmãs amorosas e super talentosas Mariinha, Rita e a nossa querida irmã Yula, que hoje certamente estaria exultante de alegria por mais essa vereda percorrida. Agora, uma mais que especial menção a minha mãe, a quem não encontro palavras que consigam expressar quão grande é a minha gratidão por tudo que ela representa na minha vida. E por fim, ao meu Lulu (Lucca Lynch), “meu pequeno infante, sadio e grimpante”, que já demonstra um enorme prazer em descobrir o mundo da cultura e um amor já genuíno pelo conhecimento. E acima de tudo, a Deus... “Se eu encontro em mim um desejo que nenhuma experiência desse mundo possa satisfazer, a explicação mais provável é que eu fui feito para um outro mundo” (C. S Lewis).

RESUMO

Metacognição é a habilidade que o indivíduo tem de reconhecer o próprio processo de aprendizagem e a capacidade de aperfeiçoá-lo, seja ele em aspectos de simples discriminação de estímulos, tarefas que envolvem a memória, tomada de decisão ou resolução de problemas. Estudos avaliaram e concluíram que os sistemas regulatórios cerebrais - que são as bases neurofisiológicas das capacidades cognitivas humanas - e comportamentais tem uma relação direta com os processos metacognitivos. Tais processos envolvem o conhecimento e a regulação da cognição, o que implica ter consciência dos fatores que influenciam a aprendizagem, conhecer estratégias para fomentá-la, escolher para cada situação específica as estratégias apropriadas, monitorar e controlar o processo, bem como avaliar a aprendizagem, discriminando e quantificando-a, por meio de medidas de viés metacognitivo (nível geral de confiança expresso, independentemente de o teste estar correto ou incorreto), sensibilidade metacognitiva (a acurácia em distinguir capacidade de discriminar julgamentos corretos de incorretos) e eficiência metacognitiva (nível de metacognição de um sujeito dado um determinado desempenho de tarefa básica). A Teoria de detecção de sinal (TDS) é uma importante metodologia para discriminar entre sensibilidade e desvio da resposta em atividades de julgamento de probabilidade bem como avaliar a confiança entre o julgamento e sua correspondência com o acerto no julgamento. Portanto, o presente estudo - de caráter exploratório - tem como objetivo investigar a possibilidade de traçar perfis metacognitivos a partir de parâmetros metacognitivos com base na Teoria de Detecção dos Sinais. Para tanto, buscou-se medir a sensibilidade metacognitiva e eficiência metacognitiva de estudantes na aprendizagem de domínios de física, calculando a através da medida d' ou D -prime e as distribuições de probabilidade conjunta em julgamentos de desempenho em que haja acurácia dos acertos condicionado a altos níveis de confiança no julgamento (meta- d -prime ou meta- d'), de modo a avaliar a pertinência dos modelos de TDS para a mensuração da metacognição. Para este estudo, foram utilizados os dados de 16 alunos discentes ingressantes do primeiro ano de engenharia civil do instituto de Tecnologia, da Universidade Federal do Pará, que foram coletados no âmbito da disciplina Física I, no Laboratório de Inovação Didática em Física Richard Feynman. Os discentes responderam ao longo de 1 mês a 8 testes, cada um com 10 questões (40 itens) avaliaram como CERTO e ERRADO os domínios de física referentes à disciplina ministrada. Todos os julgamentos dos testes foram realizados segundo a metodologia Tipologia e Mapeamento de Erros (TME), que mede o nível de confiança (certeza/incerteza) com que o estudante julga certos domínios de aprendizagem. Em um primeiro momento, eles foram instruídos a como utilizar nos testes a metodologia TME e posteriormente os discentes realizaram os testes de física que versavam sobre tópicos de mecânica. Com base na análise da Teoria de Detecção de Sinal, os resultados evidenciaram que há um grande déficit em termos de sensibilidade e eficiência metacognitiva, uma vez que houve entre as classes metacognitivas um predomínio do perfil metacognitivo III, o que demonstra pouca capacidade de julgamento sobre os próprios domínios de aprendizagem. Isso evidencia uma grande discrepância entre o que o indivíduo efetivamente sabe e o que ele julga saber, o que implica numa baixa sensibilidade metacognitiva e, conseqüentemente, num rebaixamento da eficiência metacognitiva desse indivíduo. Por fim, os resultados corroboram a importância da criação de metodologias de ensino que tenham como objetivo o desenvolvimento da metacognição no processo de aprendizado.

Palavras-chaves: Metacognição, teoria de detecção de sinais, sensibilidade metacognitiva, eficiência metacognitiva, tipologia de erros, neurociência.

ABSTRACT

Metacognition is the ability that the individual has to recognize his own learning process and the capacity to improve it, whether in aspects of simple stimulus discrimination, tasks that involve memory, decision making, or problem solving. Studies have evaluated and concluded that the regulatory brain systems - which are the neurophysiological bases of human cognitive abilities - and behavioral systems have a direct relationship with metacognitive processes. Such processes involve the knowledge and regulation of cognition, which implies being aware of the factors that influence learning, knowing strategies to foster it, choosing for each specific situation the appropriate strategies, monitoring and controlling the process, and evaluating learning by discriminating and quantifying it, through measures of metacognitive bias (the overall level of confidence expressed regardless of whether the test is correct or incorrect), metacognitive sensitivity (the accuracy in distinguishing the ability to discriminate correct from incorrect judgments), and metacognitive efficiency (a subject's level of metacognition given a given basic task performance). Signal Detection Theory (SDT) is an important methodology for discriminating between sensitivity and response deviation in probability judgment activities as well as assessing the confidence between the judgment and its correspondence with judgment correctness. Therefore, the present study - of exploratory nature - aims to investigate the possibility of tracing metacognitive profiles from metacognitive parameters based on Signal Detection Theory. To this end, we sought to measure the metacognitive sensitivity and metacognitive efficiency of students in learning physics domains, calculating the through d' or D' -prime measure and the joint probability distributions in performance judgments in which there is accuracy of hits conditioned to high levels of confidence in the judgment (meta- d' or meta- D'), in order to evaluate the relevance of TDS models for measuring metacognition. For this study, we used data from 16 first year civil engineering students of the Institute of Technology, Federal University of Pará, which were collected during the course Physics I, at the Richard Feynman Laboratory for Teaching Innovation in Physics. Over the course of 1 month, the students answered 8 tests, each with 10 questions (40 items) assessed as RIGHT and WRONG the physics domains related to the subject taught. All test judgments were made according to the Typology and Error Mapping (TME) methodology, which measures the confidence level (certainty/uncertainty) with which the student judges certain learning domains. At first, they were instructed on how to use the TME methodology in the tests, and then the students took the physics tests that dealt with mechanics topics. Based on the analysis of the Signal Detection Theory, the results showed that there is a great deficit in terms of sensitivity and metacognitive efficiency, since there was among the metacognitive classes a predominance of the metacognitive profile III, which shows little ability to make judgments about the learning domains themselves. This shows a large discrepancy between what the individual actually knows and what he/she thinks he/she knows, which implies a low metacognitive sensitivity and, consequently, a lowering of the metacognitive efficiency of this individual. Finally, the results corroborate the importance of creating teaching methodologies that aim to develop metacognition in the learning process.

Keywords: Metacognition, signal detection theory, metacognitive sensitivity, metacognitive efficiency, typology of errors, neuroscience.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Relação entre sensibilidade metacognitiva e viés metacognitivo	19
Figura 2	Descrição da Tipologia de Erros	23
Figura 3	Cálculo de TDS1	25
Figura 4	TDS de Tipo 1 e Distribuição de Probabilidades.	26
Figura 5	Relação linear dos valores de proporção de acertos de questões em função dos valores de d-Prime para cada aluno.	30
Figura 6	Variação de dos valores de p obtidos pelo teste exato de Fisher com os valores de d-Prime das distribuições de probabilidade, para cada aluno.	31
Figura 7	Cálculo de probabilidades de TDS2.	32
Figura 8	Diferença entre os alunos AB e IC segundo a análise do tipo SDT2.	35
Figura 9	Curvas de probabilidade somente para o aluno IC.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-A Tabela de distribuição de dados de Teoria de Detecção do sinal de Tipo 1	24
Tabela 1-B Tabela de distribuição de dados de Teoria de Detecção do sinal de Tipo 1.	24
Tabela 2 Classificação de Respostas segundo TDS2.	27
Tabela 3 Valores de d-Prime e proporção de acertos de questões, por aluno. A proporção de acertos foi calculada somando o número de questões marcadas corretamente pelo total de questões.	30
Tabela 4 Valores de d-Prime da análise SDT1 e valores de meta-d-prime da análise SDT2.	35

1 INTRODUÇÃO

1.1. METACOGNIÇÃO E CONCEITOS

De filósofos a teóricos da educação, de matemáticos a biólogos, de analistas do comportamento a psicólogos cognitivos, de neurocientistas a cientistas da computação; a simples pergunta “o que é aprendizagem?” evocaria uma multiplicidade de respostas diferentes na tentativa de compreender quais são os complexos e intrincados mecanismos subjacentes ao processo de aprender. (Brockington, 2011). E como é possível compreender os processos relacionados aos mecanismos de aprendizagem que possibilitam incrementar a capacidade cognitiva humana? Estas questões têm relação com o conceito de metacognição.

Metacognição é a habilidade que o indivíduo tem de reconhecer o próprio processo de aprendizagem e a capacidade de aperfeiçoá-lo, seja ele em aspectos de simples discriminação de estímulos, tarefas que envolvem a memória, tomada de decisão ou resolução de problemas (Fleming & Lau,2014).

Tais processos envolvem o conhecimento e regulação da cognição, o que implica ter consciência dos fatores que influenciam a aprendizagem, conhecer estratégias para fomentá-la, escolher para cada situação específica as estratégias apropriadas, monitorar e controlar o processo, bem como avaliar a aprendizagem, discriminando e quantificando-a, por meio de medidas de viés metacognitivo (nível geral de confiança expresso, independentemente de o teste estar correto ou incorreto), sensibilidade metacognitiva (a acurácia em distinguir capacidade de discriminar julgamentos corretos de incorretos) e eficiência metacognitiva (nível de metacognição de um sujeito dado um determinado desempenho de tarefa básica) (Fleming & Lau,2014).

Ao coletar medidas experimentais de julgamentos de desempenho, busca-se construir medidas metacognitivas, o que permitirá elaborar uma imagem do viés, sensibilidade e eficiência de um indivíduo em um domínio particular no processo de aprendizagem. Nesse sentido, o presente trabalho

se situa na confluência de algumas áreas de estudo, tais como neurociência, education analytics e comportamento.

Em 1976, um dos primeiros teóricos a cunhar o conceito de metacognição foi John Flavell. Para ele, a “metacognição refere-se ao conhecimento sobre os próprios processos cognitivos e produtos ou qualquer coisa relacionada a eles” (Flavell, 1979). Seus estudos posteriores concentraram-se nos estudos de memórias e cognição em de crianças, o que lhe permitiu inferir que as crianças tinham a habilidade de refletir sob os próprios processos cognitivos. Brown (1978), seguindo os estudos de Flavell, investigou a utilização eficaz das informações na resolução de problemas e até que ponto havia uma informação clara a este respeito. Dessa forma, para este o autor, a metacognição era definida a partir da noção de organização e consciência das etapas do pensamento que os alunos utilizavam em um processo de aprendizagem planejada e resolução de problemas (Dantas & Rodrigues, 2013).

Desde os primeiros estudos realizados sobre um conceito previamente definido de metacognição, uma extensa literatura especializada tem se construído para a compreensão do fenômeno em questão. Contudo, os primórdios dos estudos de metacognição remontam aos trabalhos de psicologia cognitiva; a psicologia do desenvolvimento de Piaget que também visava "conhecer o saber e pensar o pensamento" na compreensão das etapas de desenvolvimento cognitivo infantil (Fonseca, 2014).

Desde então, o conceito de metacognição vem sendo conhecido por uma miríade de termos, o que tem trazido certa confusão conceitual ao campo de estudos dos processos metacognitivos. Na literatura encontram-se os termos autogestão adaprendizagem (O'Neil & Spielberger, 1979), metamentation (Bogdan, 2000) ou meta-learning (Cross & Steanmand, 1996); crenças metacognitivas, habilidades executivas, metacomponentes e julgamentos da aprendizagem. Veenman, Van Hout-Wolters e Afflerbach (2006). Apesar da diversidade de termos de uso, a noção mais utilizada é que metacognição é o estudo da capacidade que os indivíduos têm de conhecer a sua

própria estrutura cognitiva e a habilidade de organizar essa estrutura. (Flavell, 1979; Dunlosky e Hertzog, 2000; Ribeiro, 2013; Georghiades, 2004; Fleming & Lau, 2014).

Nesse sentido, o presente estudo é um projeto de investigação experimental que visa explorar as possibilidades de se realizar traçar um perfil metacognitivo de estudantes, a partir de alguns constructos teóricos específicos da Teoria de Detecção de Sinais (TDS).

1.2. BASES NEURAI DA METACOGNIÇÃO

A definição corrente de metacognição que ora se utiliza nesse trabalho contempla os aspectos relacionados à avaliação, planejamento, controle e regulação do processo de aprendizagem (processo cognitivo). Se cognição significa o processo que leva alguém a compreender algo, a metacognição implica estar consciente dos processos pelos quais a cognição é possível, sendo capaz, portanto, de aperfeiçoar e incrementar o processo de aprendizagem. Assim, a metacognição é condição importante para a eficiência cognitiva, pois possibilita que os indivíduos desenvolvam ferramentas próprias de observação, avaliação, planejamento, controle e as apliquem na aquisição de novos conhecimentos e no aumento da capacidade de adquiri-los.

No âmbito do processo de aprendizagem, além do nível cognitivo e do nível metacognitivo, a neurociência tem feito enormes progressos para compreender as bases neurais que estruturam o desempenho cognitivo nos mais diversos domínios de conhecimento, tomada de decisão, memória, percepção e resolução de problemas. Se existem as bases neurais que garantem que no nível neurofisiológico a cognição aconteça, é razoável supor a existência de bases neurais para a metacognição (Fleming, Huijgen & Dolan, 2012). É nesse sentido que a neurociência tem investigado quais estruturas e funções cerebrais estão envolvidas no processo de consciência (introspecção) gerado no desempenho de uma tarefa.

Flemming et al (2012) demonstraram em estudos de imageamento cerebral que a capacidade de introspecção tem correlação com a massa cinzenta no córtex pré-frontal anterior. Outra correlação

encontrada foi a variedade individual na capacidade de introspecção e uma microestrutura da substância branca que está conectada ao córtex pré-frontal. O que levou os pesquisadores a inferir que há um substrato neuro-anatômico fundamental para a habilidade de introspecção. Eles ainda apontam que essa região é distinta daquela relacionada à percepção primária.

Segundo estes autores, todos os julgamentos que se façam sobre o mundo exterior implicam num processo de introspecção. Dessa forma, esse processo refere-se à capacidade que os indivíduos têm de discriminar em julgamento o correto do incorreto, o que se pode chamar de sensibilidade de introspecção é também sensibilidade metacognitiva, sendo a precisão fundamental para a tomada de decisão. Os autores apontam que uma série de estudos comportamentais começaram a quantificar a precisão metacognitiva em tomadas de decisão, de modo que fique claro que o indivíduo pode acreditar que o seu desempenho foi bom quando na verdade não foi ou o contrário. Ainda é muito incipiente sobre o que se sabe sobre a base biológica desse tipo de medida metacognitiva aqui entendida como a habilidade de quão bem o indivíduo tem confiança para discriminar o certo do errado, o correto do incorreto em julgamentos de aprendizagem e tomada de decisão. Dessa forma, pesquisadores têm como hipótese que se que possa estabelecer uma correspondência entre as diferenças individuais nessas medidas metacognitivas e aspectos anátomo-neurofisiológicos e certos domínios cognitivos no desempenho de atividade de aprendizagem.

Além disso, o que o estudo de Rounis et al (2010) demonstrou, corroborando com pesquisas anteriores, é o papel fundamental da região anterior e dorsolateral do córtex pré-frontal na sensibilidade metacognitiva. As diferenças encontradas podem refletir tanto diferenças inatas do ponto de vista anatômico ou, como possibilidade alternativa, os achados são produtos da experiência e aprendizagem. Isso implicaria a possibilidade de treinar certas capacidades metacognitivas, considerando a neuroplasticidades das regiões envolvidas. O que eles encontraram de mais importante foi a área de um substrato anatômico focal que possibilitaria de modo preditivo apontar a variabilidade individual na habilidade metacognitiva. (Rounis et al., 2010). Contudo, o estudo afirma que ainda é

cedo para apontar que a covariação entre estrutura cerebral e habilidade metacognitiva estabeleça uma relação causal, sendo necessários, portanto, novos estudos, o que a propósito, pretende-se realizar a partir dessa dissertação, para explorar em breve ampliações desse trabalho.

No que se refere especificamente a este trabalho é fundamental apontar duas conclusões a que chegaram dois estudos. No primeiro deles, Rounis et al.(2010) descobriram que o uso da técnica de estimulação magnética transcraniana ao córtex pré-frontal dorsolateral faz decrescer de modo muito seletivo a sensibilidade do tipo 2, mas não do tipo 1. Já as investigações de Fleming et al.(2012) descobriram que a variação anatômica entre os sujeitos no córtex frontal tem correlação com a variabilidade na sensibilidade do tipo 2, ainda quando a sensibilidade do tipo 1 se mantém constante entre os aprendizes.

Apesar de ser incipiente as investigações das bases neurais das habilidades metacognitivas, há fortes indícios para acreditar que tais pesquisas abriram um campo de investigação para compreender os fundamentos biológicos que explique a relação entre desempenho objetivo em atividades cognitivas (aprendizagem) e a confiança subjetiva (sensibilidade cognitiva). Dessa forma, o fato dessas habilidades, por hipótese, terem correlatos neurais em área filogeneticamente mais recentes, com é o caso do córtex pré-frontal, reforça a hipótese de que a função metacognitiva também foi selecionada pela evolução, uma vez que tais habilidades têm o potencial de tornar eficiente desempenhos (Fleming et al, 2014).

1.3. MÉTRICAS DE APRENDIZAGEM.

O sistema educacional, seja baseado em pedagogias tradicionais ou modernas, é demasiado pobre quanto se trata de métodos de avaliação ou acompanhamento da aprendizagem dos discentes. Provas objetivas, trabalhos e notas continuam sendo, de modo predominante, os parâmetros pelos quais se certificam a aprendizagem dos alunos. Ainda que nos últimos tempos as metodologias ativas da aprendizagem tenham ganhado espaço no campo educacional, as formas de análise da

aprendizagem carecem de métodos mais objetivos que permitem avaliar de forma mais pormenorizada e precisa os caminhos que levam ou não os estudantes a atingirem os seus objetivos de aprendizagem. Nesse sentido, as métricas de aprendizagem fundamentadas na metacognição permitem uma ampliação da base de dados referentes aos processos cognitivos de cada estudante, o que permite, por sua vez, construir intervenções personalizadas de acordo com as necessidades e lacunas educacionais individuais.

As métricas de aprendizagem são construídas discriminando e quantificando basicamente os dois componentes fundamentais da metacognição, a saber, o conhecimento e a regulação. Entende-se por conhecimento metacognitivo a consciência dos fatores que afetam os processos de aprendizagem do estudante, ter consciências das estratégias empregadas no processo de aprendizagem, identificar o tempo e situação adequados para implementá-las. E por regulação metacognitiva, entende-se a o processo de monitoramento sobre o conhecimento, o que inclui planejamento, julgamentos de compreensão da aprendizagem no desempenho de tarefas cognitivas e também avaliação de quão eficaz os processos de monitoramento estão sendo para ajustar os meios e fins, com o intuito de se alcançar os objetivos de aprendizagem (Akturk & Sahin, 2011).

Ademais, a metacognição pode ser um instrumento analítico poderoso no incremento da capacidade de aprendizagem. Contudo, refletir e operacionalizar o conceito de metacognição é um grande desafio, considerando a sua complexidade como constructo teórico, o fato de ela não ser diretamente observável, a proximidade das fronteiras com outros conceitos, tais como memória e própria ideia de cognição etc. Tais questões, por sua vez, não invalidam os modelos analíticos e matemáticos recentemente construídos que mensuram a metacognição a partir de dados de desempenho da aprendizagem, produzindo uma série de inferências sobre as capacidades cognitivas individuais.

Portanto, as métricas de aprendizagem - de natureza metacognitiva - são um importante instrumento não apenas para redefinir o papel do aluno no seu próprio processo de aprendizagem,

como também são recursos prolíficos para o desenvolvimento de novos desenhos instrucionais no âmbito educacional.

1.4. JULGAMENTOS DE PROBABILIDADE.

Até recentemente, parte considerável dos estudos que visavam medir metacognição em tarefas (antes, simultaneamente, e depois da sua realização) utilizavam relatórios baseados na história do indivíduo, cujas informações eram coletadas por questionários/entrevistas e medidas de comportamento observados (Dantas & Rodrigues, 2013).

O monitoramento metacognitivo é importante, pois permite que o aprendiz faça julgamentos sobre o seu próprio desempenho cognitivo e o ajuste em função dos objetivos previamente estabelecidos de aprendizagem. Ajustes e mudanças de estratégias são habilidades metacognitivas essenciais para o manejo do conhecimento ((Schwartz & Perfect, 2002). Dessa forma, o monitoramento dos processos metacognitivos produz, desenvolve e aperfeiçoa o que se chama de julgamentos de aprendizagem (Fleming, 2014), que serão emitidos antes, durante e depois das tarefas. Em todos esses momentos há uma estimativa de desempenho na tarefa que permanece ao longo dela que permite inferir se o desempenho é compatível com os objetivos estabelecidos. Pode-se chamar os julgamentos de “ease-of-learning” (facilidade de aprendizagem), “judgments of learning” (julgamentos de aprendizagem), “feeling of knowing” (sentimento de conhecer). Os julgamentos emitidos antes e durante a realização da tarefa. Todos eles refletem estimativas sobre o desempenho do aprendiz na atividade em questão. (Huff & Nietfeld, 2009).

Portanto, a medição do monitoramento metacognitivo realizado a partir de julgamentos baseados em autorrelatos, dada natureza não observável do processo metacognitivo, que depois são comparados ao desempenho efetivo do aprendiz, é uma das bases do presente estudo, dada a escassez desses estudos na literatura nacional sobre metacognição, em especial no que se refere à discriminação e formalização dos níveis de confiança em julgamentos.

Para os propósitos do presente estudo, é de grande interesse a noção de confiança metacognitiva. Ela pode ser compreendida e formalizada com um julgamento de probabilidade dirigida ao próprio desempenho do aprendiz em tarefas (Maniscalco & Lau, 2014). Dito de outro modo, é o estabelecimento de uma correspondência entre o desempenho em tarefas e os juízos subjetivos probabilísticos de acerto nessas mesmas tarefas, derivando daí a noção de confiança metacognitiva. (Fleming & Daw, 2017).

1.5. MEDIDAS METACOGNITIVAS

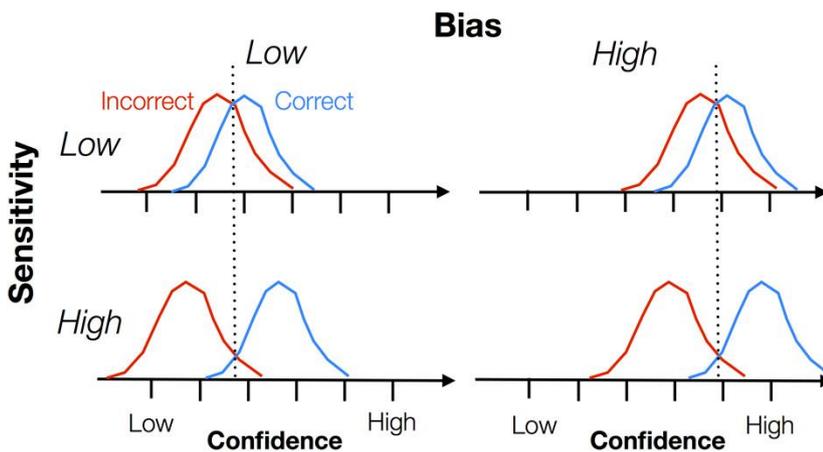
É consensual na literatura especializada sobre metacognição que embora exista uma correlação entre o nível de confiança em julgamentos de desempenho em atividades e precisão desses julgamentos, a sensibilidade metacognitiva de quem julga está sujeita a erros, em função dos vieses (Fleming & Daw, 2017).

O viés metacognitivo é definido como o nível geral de confiança que os indivíduos possuem ao realizar um julgamento no desempenho de uma tarefa. Ele se expressa como uma tendência a superestimar ou subestimar o nível de confiança, o que em última instância implica dizer que muitos dos julgamentos de probabilidade emitidos estão sujeitos a erros em função dos vieses. (Fleming & Daw, 2017). Há uma tendência que pode ser considerado um viés, e ainda não explicado, que ao realizar uma tarefa cujas opções sejam CERTO ou ERRADO, os aprendizes tendem a marcar uma quantidade maior de respostas CERTAS, independentemente do nível de desempenho que elas tenham tido na tarefa. Quanto maior o viés, menos calibrado será o julgamento e quanto menor o viés mais preciso ele o será. Isso significa que o viés metacognitivo distorce a percepção que o aprendiz tem do repertório que ele efetivamente possui e tende a se comportar de duas formas: subestimando o nível de conhecimento que ele possui em determinada área do conhecimento, ou seja, ele acha que sabe menos do que efetivamente sabe; ou superestimando este mesmo repertório, julgando saber

acima do que ele realmente sabe. Em ambos os casos, isto implica em uma perda de capacidade de discriminação do próprio repertório.

Já sensibilidade metacognitiva é também conhecida como precisão metacognitiva e pode ser definido como a capacidade subjetiva de discriminar juízos corretos e incorretos. Quanto maior é capacidade que o indivíduo tem de discriminar julgamentos corretos quando eles efetivamente forem correto ou incorreto quando eles o forem incorretos, maior será a sensibilidade cognitiva do aprendiz. Na Figura 1, pode-se observar essa relação entre viés e sensibilidade metacognitiva. Quanto maior for a capacidade de discriminação do CERTO e do ERRADO, mais separadas serão as curvas, como é possível observar (Fleming & Lau, 2014).

Figura 1. Relação entre sensibilidade metacognitiva e viés metacognitivo.



Fonte: Fleming, SM & Lau, HC (2014).

Os gráficos da figura 1 indicam uma densidade de probabilidades de julgamentos e os graus de confianças em que foram emitidos. Observa-se que a confiança aumenta da esquerda para a direita. A linha tracejada é a sensibilidade metacognitiva que atinge as duas curvas. Quanto mais separada forem as curvas, maior é a sensibilidade metacognitiva (Fleming & Daw, 2017). Outro traço importante das medidas metacognitivas é que a sensibilidade metacognitiva é, evidentemente, condicionada pelo desempenho do aprendiz na tarefa. Quanto mais fácil for uma tarefa maior será a sensibilidade metacognitiva e o quanto mais difícil for a atividade, menor será a sensibilidade metacognitiva (Fleming & Lau, 2014).

Dessa forma, isso terá implicação direta na eficiência metacognitiva do indivíduo que é definido como um nível de metacognição de um sujeito dado em um determinado desempenho de tarefa básica. Eficiência metacognitiva é um produto da relação entre sensibilidade metacognitiva, viés metacognitivo, níveis de confiança e acurácia com que se emitem certos julgamentos no desempenho de atividades cognitivas. Maior será a eficiência metacognitiva quanto menor for o viés metacognitivo, quanto maior for a sensibilidade metacognitivo e maior o nível de confiança dos julgamentos de probabilidade (ter o conhecimento testado). E evidentemente, quanto maior for o viés metacognitivo, quanto menor for a sensibilidade metacognitivo e menor o nível de confiança dos julgamentos de probabilidade (ter o conhecimento testado), menor será a eficiência metacognitiva.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar a viabilidade de se traçar um perfil metacognitivo de estudantes na aprendizagem de domínios de física, como um estudo exploratório, tendo por base os conceitos de sensibilidade e eficiência metacognitivos e utilizando medidas da Teoria de Detecção de Sinais (TDS).

2.2 Objetivos Específicos

- Calcular a sensibilidade metacognitiva através da medida **d'** ou **D-prime** (Teoria de Detecção dos Sinais).
- Calcular as distribuições de probabilidade conjunta em julgamentos de desempenho em que haja acurácia dos acertos condicionado a altos níveis de confiança no julgamento (eficiência metacognitiva). Esta medida é o **meta-d-prime** ou **meta-d'** (Teoria de Detecção dos Sinais).

3 MÉTODO E MATERIAIS

3.1. PARTICIPANTES

A amostra foi composta por 16 discentes, com idade entre 17 e 23 anos, de ambos os sexos (13 homens e 3 mulheres), ingressantes no primeiro ano e pela primeira vez em um curso superior, participantes da disciplina regular e obrigatória de Física Teórica Aplicada I, do primeiro período do curso de engenharia Civil, do Instituto de Tecnologia, da Universidade Federal do Pará. A disciplina foi ministrada no Laboratório de Inovação Didática em Física Richard Feynman.

Critérios de Inclusão: ser ingressantes em 2018 na UFPA, no curso de Engenharia Civil, primeiro entrada;

Critérios de Exclusão: ter feito curso técnico antes; ter feito a disciplina Física Teórica Aplicada I em qualquer curso superior anteriormente.

3.2. LOCAL DOS TESTES

As aplicações dos testes foram realizadas na sala de aula do Laboratório de Inovação Didática em Física Richard Feynman (LIDIFRF), localizado no Bloco B do Instituto de Tecnologia (ITEC), da Universidade Federal do Pará. O LDIFRF possui uma sala de aula comum com mesas e cadeiras para que os estudantes realizarem os testes de forma confortável e em condições de conforto ambiental adequada, tanto de luz quanto de refrigeração.

3.3. PROCEDIMENTOS

3.3.1. TESTE DE FÍSICA E TIPOLOGIA DE ERROS (JULGAMENTO DO NÍVEL DE CONFIANÇA).

Todos os testes que serviram de dados para o presente estudo foram coletados ao longo das aulas da disciplina Física Teórica I, em que os estudantes duas vezes por semana realizavam exercícios em sala de aula como parte de atividade pedagógica da disciplina. Foram realizados 8 testes ao longo de 2 meses, sendo aplicado um teste por semana. Cada teste era composto 10 questões com 4 itens no estilo de itens CERTO ou ERRADO, com distribuição razoavelmente igualitária entre

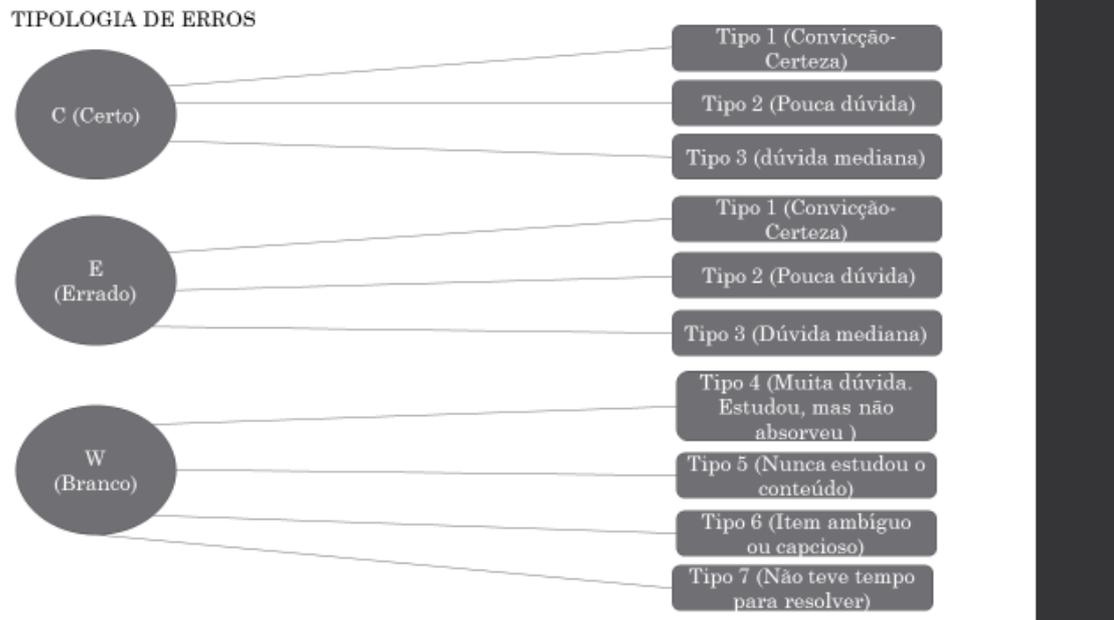
itens certos e errados. Nos testes, havia a possibilidade de os itens estarem 25%, 50%, 70% ou 100% certos ou errados e combinados nas mais diversas proporções entre CERTO e ERRADO. No total cada teste continha 40 itens CERTOS ou ERRADOS. O teste era realizado no tempo de 60 minutos. Ao final da disciplina os estudantes realizaram um total de 320 itens pra aluno ao final da disciplina. Os testes foram organizados para que se avaliassem as 4 habilidades básicas: habilidade conceitual, habilidade inferencial, habilidade geométrica, habilidade algébrica, e suas respectivas sub-habilidades. Os testes de física foram utilizados são uma miscelânea de adaptações do “Mechanics Baseline Test”, do “Force Concept Inventory”, de questões conceituais do livro “Física Conceitual” (HEWITT, 2011), e de testes desenvolvidos pela Equipe de Física do PCNA/ITEC/UFPA, sob a coordenação do professor responsável pelo LIDFRF (ANEXO).

Antes do início dos testes, os alunos foram instruídos a utilizar nos testes, além das marcações de CERTO e ERRADO para cada item julgado, um instrumento chamado de Tipologia Erros, que permite que eles realizassem os testes seguindo as seguintes regras:

I - O participante deverá julgar cada item a partir de 3 possibilidades: marcar CERTO, marcar ERRADO, ou deixar em BRANCO (W).

- Quando ele optar por marcar o item (C ou E) ou deixar em branco, ele poderá optar por 10 possibilidades de marcação, conforme figura abaixo:

Figura 2: Descrição da Tipologia de Erros.



Fonte: O autor.

- As possibilidades de julgamento de cada item com a Tipologia de Erros são: C1, C2, C3, E1, E2 e E3, caso o participante decida marcar a correção ou não do item. Caso ele prefira deixar em branco (W), as possibilidades são: W4, W5, W6 e W7. Ou seja, para cada item há a possibilidade de 10 marcações diferentes. A Tipologia de Erros avaliará o grau de incerteza/certeza dos julgamentos, possibilitando calcular a distribuição de probabilidade da certeza e da incerteza associadas à ocorrência de eventos em tomadas de decisão em testes de física (Figura 3).

.3.3.2. CÁLCULO DA TEORIA DE DETECÇÃO DO SINAL DE TIPO 1 (TDS1 - D' ou D-PRIME).

A Teoria de detecção do sinal (TDS), criada por Taner e Sweets, em 1950 na Universidade de Michigan, é uma teoria estatística que lida com modelos de tomada de decisão envolvendo incerta e evidências com certo grau de complexidade. Ela tem na obra “Signal Detection Theory and Psychophysics”, de David M. Green e John A. Sweets, uma referência clássica moderna de aplicação à psicofísica.e outros campos da psicologia. (Maniscalco, B., & Lau, H. (2014).

A aplicação da Teoria de Detecção dos Sinais aos estudos de metacognição tem demonstrado muito importante como uma metodologia capaz de discriminar sensibilidade metacognitiva e viés metacognitivo no julgamento do desempenho em tarefas. Suponha-se um experimento em que um sujeito tem que identificar um estímulo como SIM (presente) e NÃO (ausente). Por se tratar de um estudo exploratório da viabilidade de quantificação de medidas metacognitivas com base na Teoria de Detecção dos Sinais, adaptou os parâmetros SIM para CERTO e NÃO para ERRADO.

Tabela 1-A. Tabela de distribuição de dados de Teoria de Detecção do sinal de Tipo 1

	Resposta (SIM) "Certo"	Resposta (NÃO) "Errado"
Estímulos: SIM (certo)	Acerto	Omissão
Estímulos: NÃO (errado)	Alarme Falso	Rejeição correta

E após o experimento, obteve-se:

Tabela 1-B. Tabela de distribuição de dados de Teoria de Detecção do sinal de Tipo 1.

	Resposta (SIM) "Certa"	Resposta (NÃO) "Errada"
Estímulos: SIM (certo)	20	5
Estímulos: NÃO (errado)	10	15

A Taxa de Acerto H: proporção de respostas em que o sujeito respondeu SIM = $P(\text{"sim"} | \text{SIM})$.

A Taxa de Alarme Falso F: proporção de tentativas de NÃO às quais o sujeito respondeu SIM = $P(\text{"sim"} | \text{NÃO})$.

Cada linha tem o total de (1,0) e o que interessa é o par (H, F). Um sujeito ideal é aquele cujo desempenho é (1,0). Já $H = F$ significa um sujeito julgando de forma aleatório costumeira responde sim, obtendo (1,1). O melhor seria maximizar H e minimizar F, o que implica num aumento na

sensibilidade metacognitiva do sujeito. Disso resulta uma medida de extrema importância para este trabalho:

O d' , também conhecido como **D-prime**. Esta medida é a distância entre o sinal e o sinal + ruído, conforme se observa na figura 2. É a medida estatística da sensibilidade metacognitiva.

$$d' = z(H) - z(F)$$

Conforme o experimento exemplificativo, obtém-se os seguintes resultados:

- H é 20/25 ou 0,8.
- A taxa de erro é 5/25 ou 0,2 (estes 2 somam até 1,0).
- A taxa de alarme falso é 10/25, ou 0,4.
- A taxa de rejeição correta é 15 / 25, ou 0,6 (estes dois somam até 1.0)

Figura 3. Cálculo de TDS1.

$$H = p(\text{resposta}="C" | \text{estímulo}="C") = \frac{n(\text{resposta}="C" | \text{estímulo}="C")}{n(\text{estímulo}="C")}$$

$$F = p(\text{resposta}="C" | \text{estímulo}="E") = \frac{n(\text{resposta}="C" | \text{estímulo}="E")}{n(\text{estímulo}="E")}$$

Fonte: Maniscalco, B., & Lau, H. (2014).

Assim,

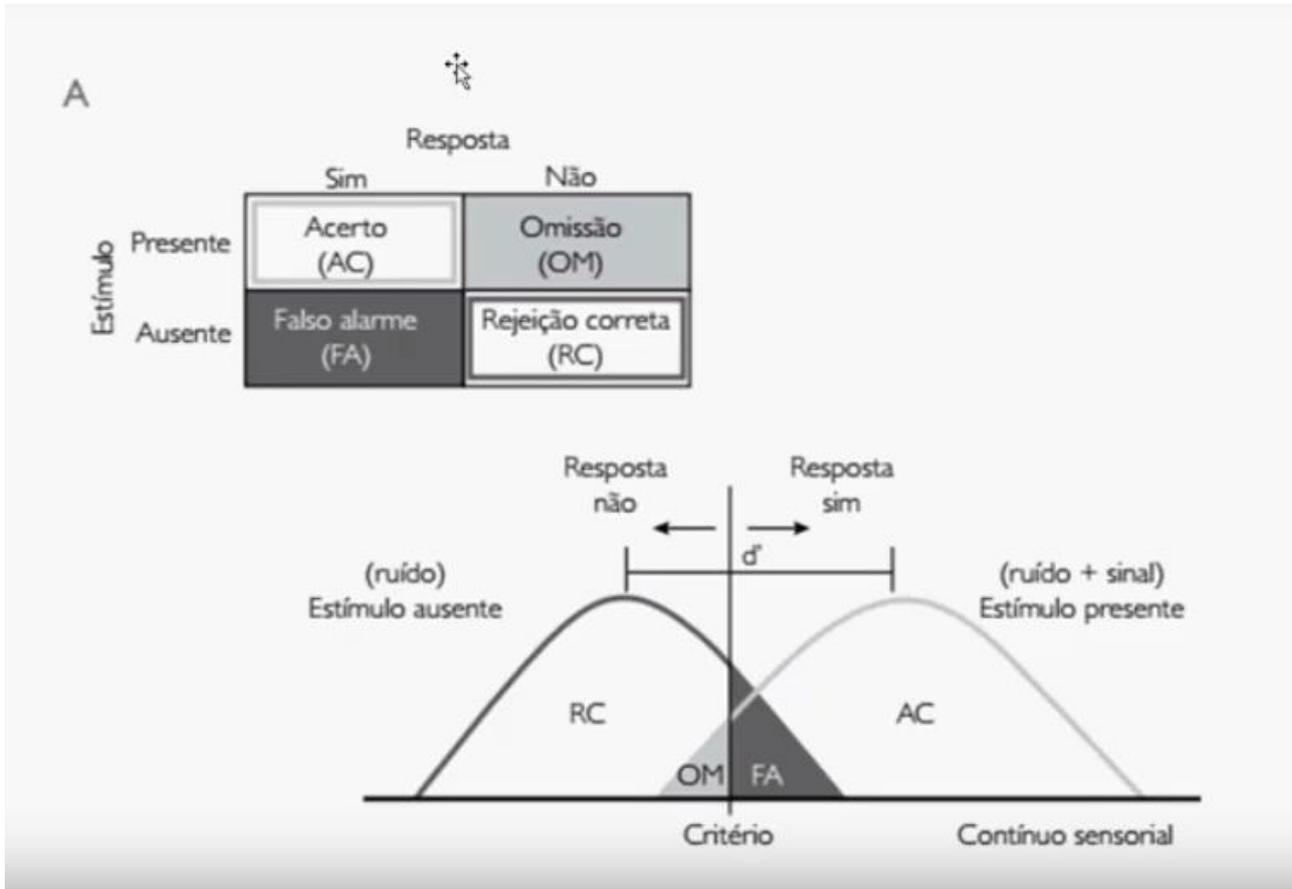
- O par (H, F) é (.8, .4), aplicando-se a padronização, obtém-se:

$$z(H) = 0,842 \text{ e } z(F) = -0,253; \text{ assim } d' = 0,824 - (-0,253) = 1,095$$

Em cada julgamento, um estímulo gera uma resposta x interna dentro do estudante que usará x para decidir se o estímulo foi ausente ou presente. Para cada tipo de estímulo x é extraído de uma

distribuição. É exatamente essa distância entre estas distribuições que é o d' , que mede a capacidade do estudante de discriminar entre o estímulo ausente ou presente (Maniscalco, B., & Lau, H. (2014).

Figura 4. TDS de Tipo 1 e Distribuição de Probabilidades.



.3.3.3. CÁLCULO DA TEORIA DE DETECÇÃO DO SINAL DE TIPO 2 (TDS2 – META D' ou META-D-PRIME).

Se o objetivo do TDS1 visa medir sensibilidade metacognitiva, o objetivo de TDS2 é criar uma medida de eficiência metacognitiva, pois todos os julgamentos dos sujeitos estão condicionados a um nível de confiança atribuído. Nesse caso, o cálculo das distribuições de probabilidade conjunta é expressa por P (confiança/precisão), em que se deseja medir o nível de acerto com que um indivíduo obtém em uma tarefa com base em níveis de confiança atribuídos em cada julgamento. Não é suficiente medir apenas a capacidade de discriminação de certos e errados, mas com que base de

confiança tais acertos e erros estão fundamentados. É nisso que consiste basicamente TDS2 – descobrir a eficiência metacognitiva.

Tabela 2. Classificação de Respostas segundo TDS2.

Acurácia	Confiança	
	Baixa	Alta
Incorreta	T2 Rejeição correta (RC)	Tipo 2 Alarme Falso(FA2)
Correta	Tipo 2 Omissão (OM)	Tipo 2 Acerto (A2)

A taxa de acerto de tipo 2 é a proporção de julgamentos como certo e com alta confiança e os julgamentos efetivamente estavam certos (H2). Já a taxa de falso alarme de tipo 2 é a proporção de julgamentos com alta confiança, mas que se mostraram errados (FA2). Dessa forma:

Com base na tabela 2,

$$\text{Tipo 2 A} = \text{A2} = p(\text{alta confiança} \mid \text{estímulo} = \text{resposta}) = \frac{n(\text{alta confiança correta})}{n(\text{corretas})}$$

$$\text{Tipo 2 FA} = \text{FA2} = p(\text{alta confiança} \mid \text{estímulo} \neq \text{resposta}) = \frac{n(\text{alta confiança incorreta})}{n(\text{incorretas})}$$

A partir desses valores, pode-se calcular o meta-d-prime (meta-d'). Daí a necessidade dos valores de TDS1 para se chegar ao TDS2. (Maniscalco, B., & Lau, H. (2014).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.

Foram realizados Testes de Fisher para se obter a regressão exponencial.

Todos os procedimentos para preparo de gráficos, estatística e cálculo de todos os parâmetros para o método de detecção de sinais (SDT – *Signal detection theory*) foram feitos usando o programa Matlab (Mathwork®), fazendo uso extensivo do pacote Optimization toolbox do Matlab.

Para o método de análise SDT2 foram usadas funções do Matlab disponíveis no sítio da internet: <http://www.columbia.edu/~bsm2105/type2sdt/>

Essas funções foram disponibilizadas publicamente pelo grupo de neurociência cognitiva chefiada pelo Professor Hakwan Lau. Os parâmetros para a análise SDT2 foram estimados segundo Maniscalco e Lau (2014), usando o método de estimativa de máxima verossimilhança para cálculo do meta-d' (Maniscalco e Lau, 2012; 2014).

3.5. ASPECTOS ÉTICOS.

Todos os dados utilizados no presente estudo foram cedidos pelo Laboratório de Inovação Didática em Física Richard Feynman (LIDFRF). Eles se compõem de testes aplicados como atividades regulares e obrigatórias e nos horários de aula da disciplina de Física Aplicada I. A seção para o uso dos dados foi autorizada pelo coordenador do LIDFR (ANEXO X).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE SDT1

A tabela 3 mostra os valores de d-Prime para cada aluno e as respectivas proporções de acertos de questões (soma do número de questões marcadas corretamente, independente se marcadas como erradas ou certas, sobre o número total de questões). Se a suposição de que o d-Prime de fato expressa a separação de distribuição de probabilidades para escolha de marcações “certo” e “errado” estiver correta, então é bastante razoável levantar a hipótese de que a proporção de acertos varia positivamente com o d-Prime (segundo uma função crescente). A questão é, que tipo de função ou, ao menos se essa função pode ser determinada. De fato, de modo surpreendentemente simples, na figura 6 se vê que essa função é linear com alta precisão (96% da variação da proporção de acertos pôde ser explicada pelo d-Prime). Pelo modelo, foi possível calcular o valor de d-Prime para o qual se teria uma proporção de acertos de 100%. Esse valor corresponde a $d\text{-Prime} = 2,3082$. Pela tabela 3 pode ser verificado que nenhum aluno apresentou 100% como valor de proporção de acertos, e por isso nenhum aluno apresentou d-Prime ao menos próximo do valor 2,3082.

Outro ponto a se destacar é se os alunos marcaram as questões fazendo uma análise, ou se marcaram aleatoriamente. Seria simplista e incorreto afirmar que uma proporção de acertos de 50% seria a resposta correta. O principal motivo pra isso é que o número de questões, que pelo gabarito são certas e erradas, difere. Seria interessante também considerar um valor geral que pudesse servir de base para toda a bateria de testes e, de modo similar ao que foi feito calculando a função que caracteriza a variação de proporção de acertos com o d-Prime, estimar um valor crítico de d-Prime que poderia servir para indicar se o aluno marcou as questões sob análise ou se a marcação foi aleatória. Isso pôde ser alcançado com os seguintes passos:

i) Se as tabelas com dados acerca de respostas e gabarito forem consideradas como sendo tabelas de contingência, um teste estatístico para dados categóricos pode ser aplicado para verificar se existe diferença significativa entre escolhas de marcação e gabarito. Usamos para isso o teste exato de Fisher com nível de significância de 5%.

ii) De posse dos resultados do teste estatístico (estes expressos como valores de significância a serem comparados com o valor crítico de 5%), verificar que função pode ser usada para encontrar um valor crítico de d-Prime que diferencie marcações aleatória de marcações feitas sob análise.

A figura 6 mostra que os valores de significância obtidos pelo teste de Fisher obedecem a uma função exponencial com os valores de d-Prime com uma precisão de 99%. Desse modelo, foi extraído o valor de d-Prime crítico. Ou seja, o valor de d-Prime necessário para separar marcações feitas sob análise de marcações aleatórias. Esse valor correspondeu a 0,33. Se esse valor for atribuído a função linear mostrada na figura 5, o valor de proporção de marcações corretas necessário para separar marcações sob análise de marcações aleatórias é de 55,57%.

Tabela 3. Valores de d-Prime e proporção de acertos de questões, por aluno. A proporção de acertos foi calculada somando o número de questões marcadas corretamente pelo total de questões.

Aluno	d-prime	Proporção de Acertos (%)
AB	0,553	62,0
AS	0,256	53,2
AL	0,457	57,9
BC	0,570	59,8
FL	0,136	49,8
HN	0,210	53,0
HA	0,151	52,3
HF	0,186	52,2
IC	0,968	70,1
JF	0,421	58,3
JS	0,327	56,9
KN	0,441	57,3
LN	0,588	62,7
MF	0,738	62,7
MS	0,161	52,7
RS	0,210	51,5

Figura 5. Relação linear dos valores de proporção de acertos de questões em função dos valores de d-Prime para cada aluno. O coeficiente de determinação indica que 96% da variação dos valores de proporção de acertos pode ser explicada pela variação do d-Prime. A função usada foi um polinômio de grau 1 segundo a relação: $\text{Proporção de Acertos} = 0,2231 \cdot \text{d-Prime} + 0,482$. O método usado para o ajuste da curva foi o de mínimos quadrados com nível de significância de 5%.

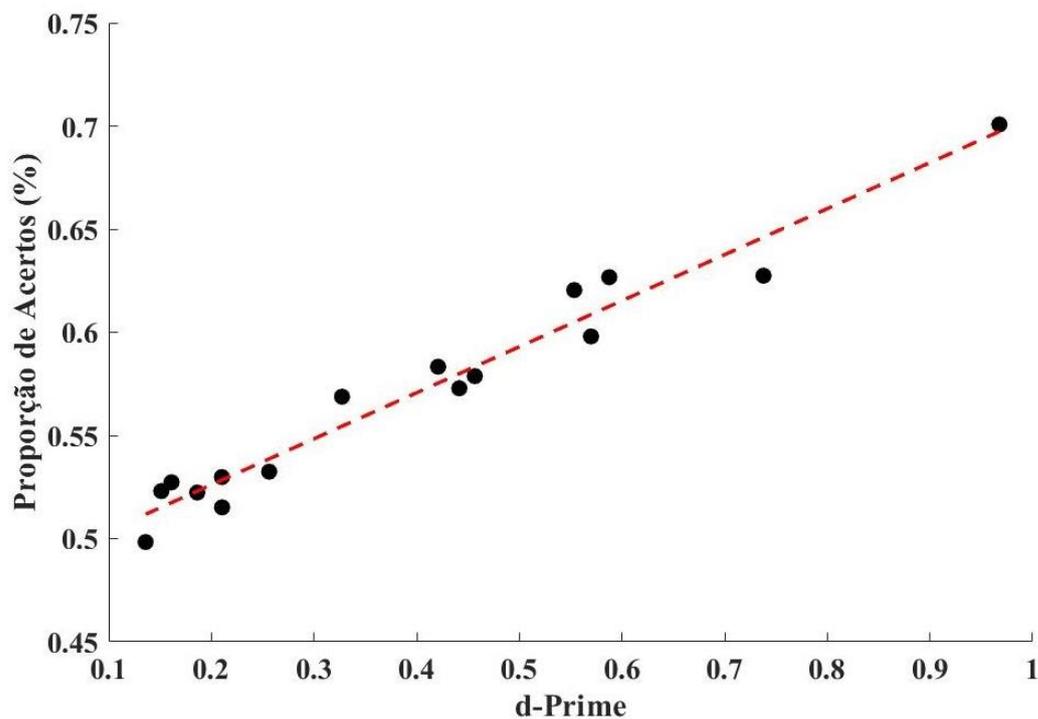
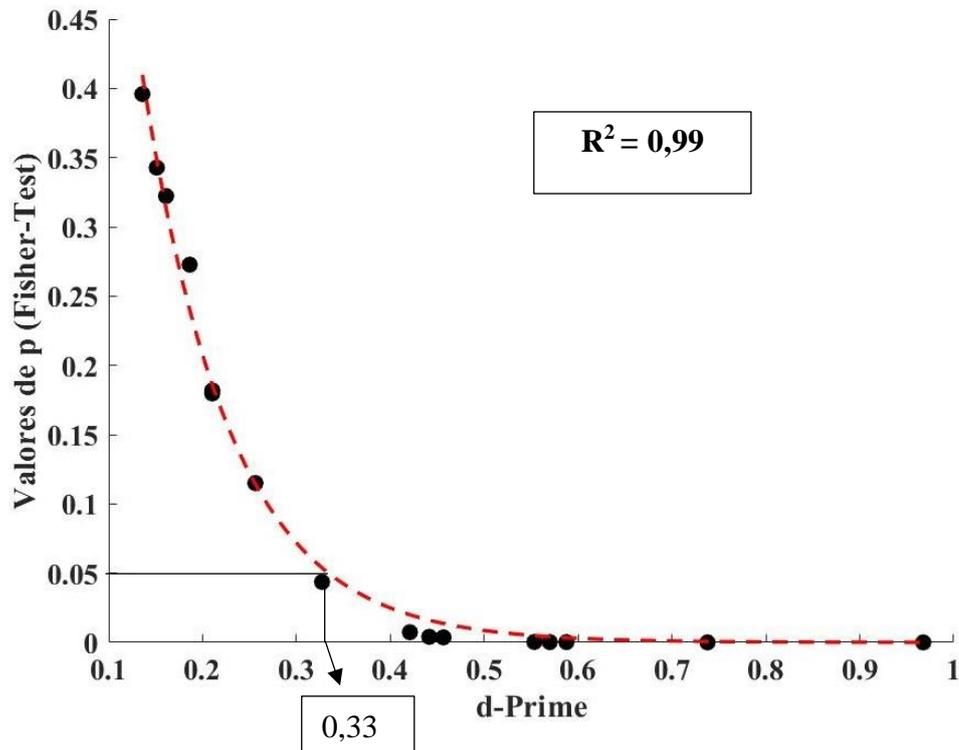


Figura 6. Variação de dos valores de p obtidos pelo teste exato de Fisher com os valores de d-Prime das distribuições de probabilidade, para cada aluno.



Fonte: O autor.

Os valores de p decrescem exponencialmente com os valores de d-Prime com grande precisão (99%). O modelo exponencial permitiu o cálculo do d-Prime crítico (0,33). Ou seja, o valor de d-Prime que divide alunos que cuja escolha para de marcações das questões foi aleatória, de escolhas sob análise (marcações “certo” quando de fato as questões estavam certas, de marcações “certo” quando a questão estava errada). Valores abaixo de d-Prime abaixo de 0,33 indicam escolha aleatória. A função exponencial ajustada ao modelo: Valores de $p = 1,73e^{-10,61*d-Prime}$. O método usado para o ajuste da curva foi o de mínimos quadrados com nível de significância de 5%.

ANÁLISE SDT2

Como descrito em materiais e métodos, a análise SDT2 (*Signal detection theory* do tipo 2), depende totalmente da validação do método SDT1, já que usa os parâmetros do mesmo para instituir um modelo que infere acerca da eficiência metacognitiva baseado nos níveis de confiança atribuídos

por cada aluno ao marcar uma afirmação como “certa” ou “errada”. Pelos resultados obtidos na análise SDT1, a aplicação da análise SDT2 pode ser feita sem ressalvas.

Ao contrário da análise SDT1 onde apenas um único valor de d-Prime é obtido, na análise SDT2, para os três níveis de confiança usados, dois valores de d-Prime foram obtidos para cada marcação “certa” e “errada”. Isso já é sugerido observando as tabelas SDT2 do anexo. Nas probabilidades condicionais abaixo, considere S1 como sendo uma questão cujo gabarito afirma que está *errada*. S2 sendo uma questão em que o gabarito afirma que está *certa*. As probabilidades para a análise do tipo SDT2 são:

Figura 7. Cálculo de probabilidades de TDS2.

$$\begin{aligned} \text{i) } \text{Acertos}_{2,S1} &= p(\text{Conf. Alta} \mid \text{gab} = S1, \text{resp} = 'S1') = \frac{n(\text{resp.S1} = \text{conf. alta})}{n(\text{resp.S1})} \\ \text{ii) } \text{Erros}_{2,S1} &= p(\text{Conf. Alta} \mid \text{gab} = S2, \text{resp} = 'S1') = \frac{n(\text{resp.S2} = \text{conf. alta})}{n(\text{resp.S2})} \\ \text{iii) } \text{Acertos}_{2,S2} &= p(\text{Conf. Alta} \mid \text{gab} = S2, \text{resp} = 'S2') = \frac{n(\text{resp.S2} = \text{conf. alta})}{n(\text{resp.S2})} \\ \text{iv) } \text{Erros}_{2,S2} &= p(\text{Conf. Alta} \mid \text{gab} = S1, \text{resp} = 'S2') = \frac{n(\text{resp.S1} = \text{conf. alta})}{n(\text{resp.S1})} \end{aligned}$$

Fonte: O autor.

Em linguagem descritiva, essas probabilidades são:

- i)** A probabilidade de acertar quando a questão está errada no gabarito e foi marcada como “errada” com alta confiança, é igual ao número de respostas afirmando que estavam “erradas” com alta confiança, dividido pelo número total de respostas afirmando que estavam “erradas”.
- ii)** A probabilidade de erro quando a questão está errada no gabarito e foi marcada como “certa” com alta confiança. é igual ao número de respostas afirmando que estavam “certas” com alta confiança (quando estavam erradas pelo gabarito), dividido pelo número total de respostas afirmando que estavam “certas” (quando estavam erradas pelo gabarito).

iii) A probabilidade de acerto quando a questão está certa no gabarito e foi marcada como “certa” com alta confiança, é igual ao número de respostas afirmando que estavam “certas” com alta confiança, dividido pelo número total de respostas afirmando que estavam “certas”.

iv) A probabilidade de erro quando a questão está certa no gabarito e foi marcada como “errada” com alta confiança, é igual ao número de respostas afirmando que estavam “erradas” com alta confiança (quando estavam certas pelo gabarito), dividido pelo número total de respostas afirmando que estavam “erradas” (quando estavam certas pelo gabarito).

Para cada par de probabilidade acima (i e ii; iii e iv) um valor de d-prime é gerado. Esse valor será agora chamado de meta-d-prime ou simplesmente meta-d'. A tabela 4 contém todos os valores de meta-d' para as duas condições, quando a resposta foi “certa” e quando foi “errada”. As marcações em vermelho indicam apenas os alunos que apresentaram proporção de acertos acima do valor crítico encontrado usando o teste de Fischer. Para melhor entendimento acerca do poder da análise do tipo SDT2 e de como esta se relaciona a análise SDT1, os alunos AB e IC serão comparados a seguir.

Quando se observa as figuras do anexo, é possível notar que tanto AB quanto IC apresentaram um valor de critério (linha vertical na figura de probabilidade do anexo) abaixo de zero (zero sendo a intersecção das curva de probabilidade), o que significa que ambos tiveram o viés de marcar mais respostas como sendo “certas” do que “erradas”, algo comum de se observar em baterias de teste do tipo marcação certo-errado. Entretanto, pela tabela 3 e pelas figuras é possível ver que o aluno IC apresentou um valor de d-prime maior que o aluno AB (de fato, IC foi o aluno que apresentou maior valor de d-prime). De modo similar, o mesmo é observado pelos valores de proporção de acertos, acompanhando os valores de d-prime. Portanto, se conclui até aqui que o aluno IC possui maior capacidade (estado interno) em separar questões certas de erradas quando comparado ao aluno AB.

Algo intrigante ocorre, no entanto, quando se observa as tabelas SDT2 do anexo para esses dois alunos. É muito claro que o aluno IC, apesar de apresentar uma maior separação entre curvas (maior d-prime e portanto, maior proporção de acertos), apresentou uma grande quantidade de

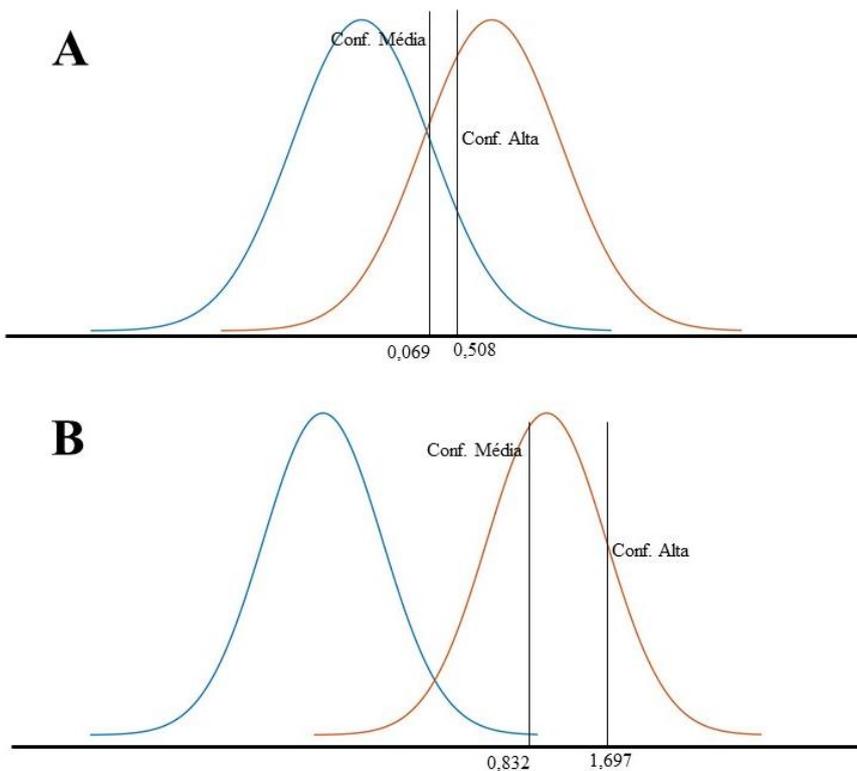
questões marcadas com baixa confiança. Esse não foi o caso do aluno AB. Se olharmos para a tabela 4 isso se reflete principalmente na coluna 3, que corresponde ao meta-d' para o par de probabilidade iii e iv. A figura 8 ilustra visualmente essa diferença com distribuições de probabilidade que não são as que estão no anexo, são reconstruções pictóricas com separação exagerada entre as curvas para fins de exemplificação. Nessa figura novos valores numéricos são apresentados (calculados pela análise SDT2). Esses valores correspondem aos critérios do estado interno para marcação com alta, média e baixa confiança (a baixa sendo o C, critério da análise SDT1). A figura 9 apresenta, com representação similar à da figura 8, mas nesse caso e para o aluno IC a transformação que ocorre para esse aluno quando a análise do tipo SDT2 é apresentada (figura 8-B) como alteração das curvas da análise SDT1 (figura 8-B). Em termos descritivos eis o que acontece: o aluno IC, apesar de apresentar uma separação melhor de curvas, o que corresponde a uma melhor proporção de acertos, em comparação ao aluno AB; apresenta também uma menor eficiência metacognitiva (de fato, muito menor). Ou seja, sua capacidade de avaliar porque as questões são certas (probabilidade iii e iv) é inferior a capacidade do aluno AB.

Mas se isso é verdade, uma pergunta logicamente surge: Se o aluno IC tem menor capacidade metacognitiva, porque ele possui uma maior proporção de acertos e d-prime? Antes de responder a essa pergunta é importante notar que a análise do tipo SDT2 é descritiva. Ela não fornece uma explicação para o mecanismo subjacente. Nesse caso, há duas respostas possíveis a pergunta, uma dada somente pelos resultados do presente trabalho e outra sendo uma conjectura baseada em trabalhos da literatura usando métodos fisiológicos e anatômicos. Baseado nos resultados do presente, a resposta é na verdade uma repetição do que já foi descrito e pode ser ilustrada pela figura 9. Apesar de ter respondido pouquíssimas questões com alta confiança em relação ao aluno AB, o aluno IC possui uma maior separação entre suas curvas de probabilidade para marcar questões como sendo certas ou erradas. Isso fornece a esse aluno um “desconto” em relação a sua baixa capacidade metacognitiva.

Tabela 4. Valores de d-Prime da análise SDT1 e valores de meta-d-prime da análise SDT2 para quando cada indivíduo apresentou resposta “certa” e “errada”, colunas três e quatro, respectivamente.

Aluno	d-prime	Meta-d' (“certa”)	Meta-d' (“errada”)
AB	0,553	0,030	0,451
AS	0,256	0,445	0,130
AL	0,457	0,837	0,094
BC	0,570	0,574	0,265
FL	0,136	-0,972	-0,221
HN	0,210	0,194	0,165
HA	0,151	-0,027	-0,070
HF	0,186	0,241	0,500
IC	0,968	-0,358	0,091
JF	0,421	0,716	0,103
JS	0,327	0,565	0,681
KN	0,441	-0,167	1,385
LN	0,588	0,788	0,637
MF	0,738	0,353	-0,233
MS	0,161	0,244	-0,460
RS	0,210	0,439	4,099

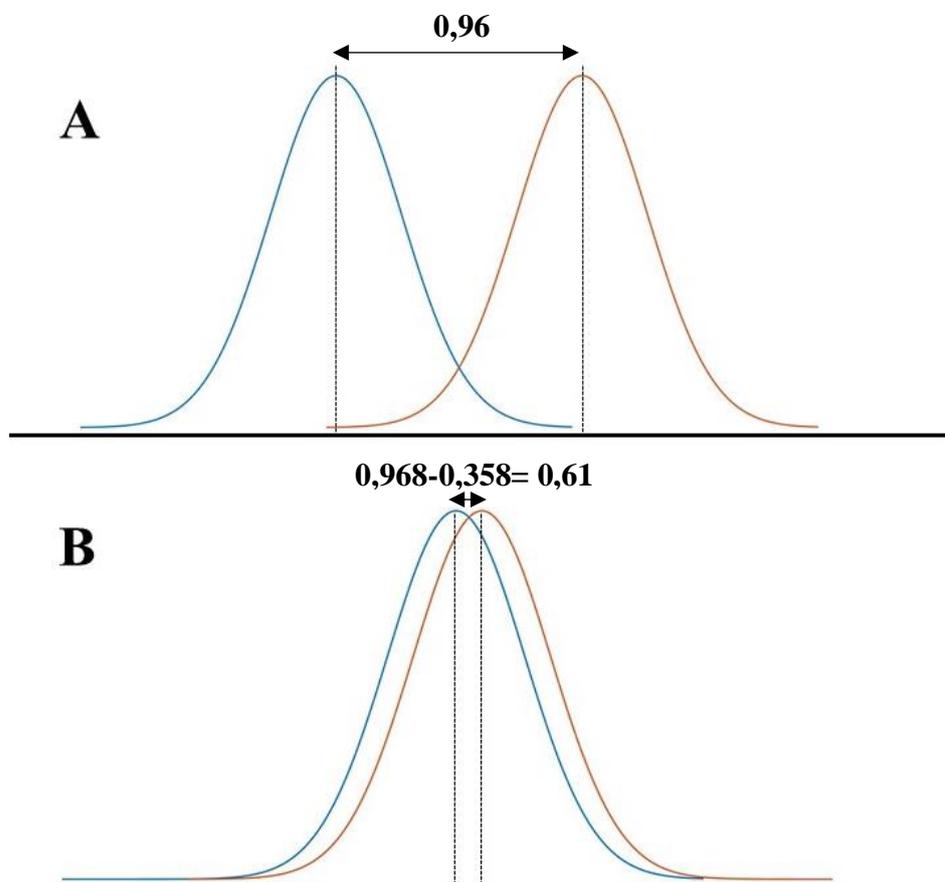
Figura 8. Diferença entre os alunos AB e IC segundo a análise do tipo SDT2.



Fonte: O autor.

A representa as curvas de probabilidade para marcação de questões como “certas” (vermelho) e “erradas” (azul) para o aluno AB. Já **B**, de modo similar para o aluno IC. É importante notar que para o aluno IC, apesar da melhor separação entre curvas (devido maior valor de d-prime calculado pela análise SDT1), as marcações com alta confiança restringem uma área muito menor da curva quando comparada com o aluno AB (a área da curva a ser considerada é da linha vertical mais a direita seguindo para a direita).

Figura 9. Curvas de probabilidade somente para o aluno IC.



Fonte: O autor.

As cores foram atribuídas segundo o mesmo padrão da figura 8. **A.** Curvas obtidas da análise tipo SDT1. O número na parte superior corresponde ao d-prime (ver tabela 3). **B.** “Transformação” da curva em A quando se considera a análise SDT2 para as probabilidades enunciadas em iii e iv. O valor de d-prime da análise SDT1 é somado ao valor de meta-d’ da análise SDT2 (Tabela 4). O valor

resultante expressa uma separação muito menor entre curvas, em concordância com a baixa capacidade metacognitiva do aluno IC.

Por se tratar de uma investigação exploratória a respeito da possibilidade de traçar um perfil metacognitivo de estudantes quando submetidos a testes, deve-se ressaltar as limitações do presente estudo quanto ao número de participantes, o que evidentemente reduz o alcance da generalidade do estudo em função do tamanho da amostra. Contudo, a análise de alguns sujeitos de pesquisa mostrou que os parâmetros sensibilidade e eficiência metacognitiva têm grande potencial para construção de perfis metacognitivos. No que concerne ao parâmetro de sensibilidade e viés metacognitivo, não foi possível nessa investigação discriminá-los, de modo a particularizar cada um desses parâmetros e avaliando-os em termos de impacto no processo cognitivo, em especial ao impacto da variável viés metacognitivo. Além, o uso da Teoria de Detecção de Sinais mostrou profícua para operacionalizar os parâmetros de sensibilidade e eficiência metacognitivos, para a o desenvolvimento de constructos teóricos que representem adequadamente os perfis metacognitivos, tal qual se buscou elaborar nesse trabalho.

5 CONCLUSÃO

Com base na análise da Teoria de Detecção de Sinal de tipo 1 e 2, os resultados evidenciaram que há um grande déficit em termos de sensibilidade e eficiência metacognitiva. Os resultados da investigação exploratória evidenciaram o aparecimento de perfis metacognitivos, que se pode classificar em perfil I, II e III. O perfil metacognitivo I é caracterizado pelo fato de o aprendiz saber o que efetivamente conhece em um domínio de conhecimento. Já o perfil metacognitivo II é caracterizado pelo aprendiz que não sabe e sabe que desconhece um domínio de conhecimento. Já o perfil III tem como característica um aprendiz que não conhece e pensa que conhece um certo domínio de conhecimento, o que demonstra pouca capacidade de julgamento sobre os próprios domínios de aprendizagem. O caso do aluno IC é bem representativo de alguém com boa sensibilidade

metacognitiva, mas baixa eficiência. É a situação paradoxal do aluno que sabe, mas não sabe que conhece um assunto, o que suscita novos estudos, sobretudo em perfis como o dele.

Porém, de um modo geral, ficou evidente no restante dos alunos que há uma grande discrepância entre o que o indivíduo efetivamente sabe e o que ele julga saber, o que implica numa baixa sensibilidade metacognitiva e, conseqüentemente, num rebaixamento da eficiência metacognitiva dos indivíduos do estudo. Os parâmetros investigados que relacionaram sensibilidade e eficiência metacognitiva ao desempenho em atividades cognitivas refletiram claramente um padrão comportamental no processo de aprendizado. Um aspecto importante desse padrão comportamental foi refletido em um comportamento de pouca investigação das razões pelas quais o aprendiz comete erros. Isto reflete uma outra questão bastante importante na cultura educacional nacional: o erro como um processo altamente aversivo entre os estudantes, o que acaba por acarretar conseqüências psicológicas para o processo de aprendizagem (produtos emocionais). O erro tem um caráter aversivo na cultura educacional atual, de modo que pouco se debruça e se investiga a dinâmica e a origem dos erros, sua natureza. Criar e aperfeiçoar um perfil metacognitivo implica em deslocar a noção de erro de um caráter aversivo para um âmbito da investigação, compreendo que o erro é uma noção fundamental para a compreensão do processo cognitivo. Apesar das limitações do presente estudo, esta investigação exploratória foi uma primeira tentativa de construção de perfis metacognitivos para o contribuir nos processos educacionais.

Por fim, os resultados corroboram a importância da criação de metodologias de ensino que tenham como objetivo o desenvolvimento da metacognição no processo de aprendizado e futuros estudos capazes de aperfeiçoar metodologias de mensuração da metacognição e aperfeiçoamento de modelos analíticos baseados na Teoria de Detecção de Sinais capaz de traçar perfis metacognitivos, capazes de fundamentar intervenções pedagógicas e comportamentais no âmbito educacional.

REFERÊNCIAS

- Akturk, A. O; Sahin, I (2011). Literature Review on Metacognition and its Measurement Procedia Social and Behavioral Sciences 15, 3731–3736.
- Brockinton, G. (2011). Neurociência e educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico. São Paulo, sn.
- Dantas, C. & Rodrigues, C. C. (2013). Estratégias metacognitivas como intervenção psicopedagógica para o desenvolvimento do automonitoramento. *Revista Psicopedagogia*, 30(93), 2026-2035.
- Flavell JH (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive–developmental inquiry *Am Psychologist*, 34:906–11.
- Fleming SM, Daw ND (2017). Self-evaluation of decision-making: a general Bayesian framework for metacognitive computation. *Psychol Rev*, 124:91.
- Fleming SM, Huijgen J, Dolan RJ (2012). Prefrontal contributions to metacognition in perceptual decision making. *J Neurosci*, 32:6117–25.
- Fleming SM, Lau HC (2014). How to measure metacognition. *Front Hum Neuroscince*; 8:443.
- Fleming SM, Ryu J, Golfinos JG, et al (2014). Domain-specific impairment in metacognitive accuracy following anterior prefrontal lesions. *Brain*, 137:2811–22.
- Fleming SM, Weil RS, Nagy Z, et al (2010). Relating introspective accuracy to individual differences in brain structure. *Science*, 329:1541–3.
- Fleming, S; Ryu, J; Golfinos, J; Blackmon, K (2014). Domain-specific impairment in metacognitive accuracy following anterior prefrontal lesions. *Brain*: 137; 2811–2822
- Fonseca, V. (2014). Papel das funções cognitivas, conativas e executivas na aprendizagem: uma abordagem neuropsico-pedagógica. *Rev. Psicopedagogia* 2014; 31(96): 236-53.

Hewitt, P.G. (2015). Física conceitual. São Paulo: Bookman.

Maniscalco, B., & Lau, H. (2012). A signal detection theoretic approach for estimating metacognitive sensitivity from confidence ratings. *Consciousness and Cognition*, 21(1), 422–430. doi:10.1016/j.concog.2011.09.021. Supplementary material

Maniscalco, B., & Lau, H. (2014). Signal detection theory analysis of type 1 and type 2 data: meta- d' , response-specific meta- d' , and the unequal variance SDT mode. In S. M. Fleming & C. D. Frith (Eds.), *The Cognitive Neuroscience of Metacognition* (pp.25-66). Springer.

Ribeiro, C. (2013). Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 16(1), pp. 109-116.

Rounis, E, Maniscalco B, Rothwell JC, Passingham RE, Lau H (2010). Theta-burst transcranial magnetic stimulation to the prefrontal cortex impairs metacognitive visual awareness. *Cogn Neurosci*. Sep;1(3):165-75.

APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE 1



Universidade Federal do Pará
Instituto de Tecnologia
Laboratório de Inovação Didática em Física

DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Pelo presente documento, o Prof. Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues, coordenador do LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO DIDÁTICA RICHARD FEYNMAN (ITEC-UFPA), autoriza o uso dos dados relativos à disciplina Física Teórica Aplicada I, ministrada no período letivo 2º de 2018, ministrada pelo prof. Dr. Newton Martins Barbosa Neto, no curso de Engenharia Civil, do Instituto de Tecnologia, da Universidade Federal do Pará. Todos os dados coletados (Listas de Exercícios) fizeram parte das atividades regulares e obrigatórias da disciplina em questão e são de ciência e, portanto, autorizados pelos discentes, para coleta de dados e posterior desenvolvimento de pesquisa, natureza especial do Laboratório.

Registra-se que Gilberto Martins Lynch integrou a equipe pedagógica da disciplina e é colaborador regular do LIDFRF/ITEC-UFPA.

Prof. Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues
01 de dezembro de 2018

APÊNDICE 2

PLANO DE ENSINO**1. Identificação**

Curso: Bacharelado em Eng. Civil

Atividade Curricular: Física Teórica Aplicada I

Carga horária total: 51H Teórica: 51H

2. Objetivos

- Iniciar o tratamento vetorial de grandezas físicas relacionadas ao estudo do movimento, tanto no que diz respeito à sua caracterização quanto às suas causas.
- Discutir os princípios utilizados na definição de grandezas e medidas físicas.
- Os alunos deverão ser capazes de perceber os fundamentos da análise das questões de movimento, seja do ponto de vista cinemático quanto dinâmico.
- Fornecer os fundamentos e as aplicações de princípios físicos fundamentais da Física, tais como as simetrias e Leis de Conservação (Energia, Momento Linear, etc...) do ponto de vista da mecânica.
- Os alunos deverão dominar os fundamentos envolvidos nas aplicações das Leis de Newton em sistemas diversos.
- Apresentar os conceitos básicos relacionados à rotação (cinemática e dinâmica), tanto por analogias com o movimento de translação quanto pelo desenvolvimento formal por álgebra vetorial, enfatizando os paralelos com as leis de Newton no caso de movimentos de translação.
- Apresentar os conceitos fundamentais de fluidos no estado líquido, suas propriedades e aplicações tanto no aspecto estático quanto dinâmico.

3. Importância da disciplina Física Teórica Aplicada I

É normalmente através da mecânica que tomamos contato inicial com a Física e com alguns de seus conceitos e princípios fundamentais: o que é posição, deslocamento; força; vetor; momento; Leis de Newton; atrito, conservação do momento (linear e angular), conservação da energia; trabalho, torque, momento de inércia, componente tangencial da velocidade, componente radial, sistema de coordenadas, etc. É também através do estudo da mecânica que se tem o entendimento básico do movimento e das causas do movimento de inúmeras situações que vivenciamos no nosso dia-a-dia. Por exemplo, por meio da física newtoniana podemos entender o princípio de deslocamento de todos os meios de transporte que conhecemos (inclusive foguetes); física da engrenagem; etc. Outros exemplos: Entender porque a maçã cai e porque a Lua não “cai” na nossa cabeça; Entender o movimento de um objeto descendo um plano inclinado. Entender o equilíbrio dos corpos e das estruturas; Porque quando estamos no movimentando de maneira uniforme em linha reta e jogamos um objeto para cima (só verticalmente) conseguimos apanhá-lo de volta sem nos machucar e independente do quão alto se joga (a depender é claro das condições de atrito), etc...

Há ainda muitos motivos importantes para se estudar Física:

Não se conhece nenhuma engenharia que não tenha como base (embora não somente) uma ou mais áreas da Física; Muitos procedimentos de investigação da Física (teóricos e experimentais) são hoje de uso corrente nas engenharias; Posto que em qualquer engenharia tem em sua base uma ou mais áreas da física e que parte considerável do ferramental conceitual e matemático tem também origem na física, o domínio dos conceitos e princípios básicos dessa ciência faz-se fundamental para o engenheiro. É frutífero também discutir aplicações e lançar luzes em questões

de cunho histórico-epistemológico no estudo dessa ciência, bem como procurar compreender as múltiplas inter-relações entre ciência, tecnologia e a sociedade.

O pensar, o fazer e o criar científico, ainda que seja voltado para a ciência básica, tem muitas semelhanças a pesquisa de cunho tecnológico. O domínio, com rigor, de conceitos e ferramentas teóricos e experimentais com origem na ciência Física, mais que desejável, mais que obrigatório, é um diferencial importante na formação do engenheiro.

E talvez a principal razão para o Físico estudar Física: Estuda-se Física porque ela é bela e traz em si questionamentos fundamentais sobre a nossa existência e sobre o universo!

4. Competências e Habilidades

O Conselho Nacional de Educação por meio da Câmara de Educação Superior institui na RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002 as Diretrizes Curriculares do Curso de Engenharia. Destacamos os Artigos 3º e 4º da Resolução, os quais estabelecem respectivamente o perfil almejado para o engenheiro e as competências e habilidades requeridas para esse profissional. As competências e habilidades que possuem relação com a atividade curricular **Física Teórica Aplicada I** estão iconizadas pelo símbolo ●.

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- IX - atuar em equipes multidisciplinares;
- X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

5. Ementa

Introdução. Dinâmica da partícula. Trabalho e Energia. Conservação do Momento Linear. Cinemática e Dinâmica da Rotação. Conservação do Momento angular. Equilíbrio de corpos Rígidos. Estática e Dinâmica dos Fluidos.

6. Conteúdo Programático

A ser apresentado ao longo do curso.

7. Recursos Didáticos e materiais necessários

Livros didáticos; paradidáticos, listas de problemas, questionários (listas conceituais), pré-teste; experimentos de laboratório (qualitativos/quantitativos), datashow.

8. Metodologia

O curso se desenvolverá na perspectiva de estimular uma participação ativa dos estudantes com a apresentação de tópicos, temas, pré-teste; listas conceituais; questões-problema, projetos, etc... com o intuito de inverter a lógica transmissão → assimilação de aulas expositivas convencionais para **situação em que o aluno sinta-se estimulado a vir preparado para discutir o conteúdo, tópico ou tema a ser tratado em aula.** Para atingir esse objetivo, diversas estratégias concomitantes serão utilizadas:

- Aulas expositivas introdutórias e ou preparatórias
- Listas Conceituais
- Apresentação dos Objetivos de Aprendizagem.
- Listas de problemas e exercícios
- Situações-Problema.
- Aulas de Exercício
- Apresentação oral por parte dos estudantes no contexto de seminários.
- Formulário e resumo
- Aulas de laboratório

- Aulas expositivas introdutórias e ou preparatórias

As aulas expositivas não devem aparecer no curso como recurso único de aprendizagem para os alunos, uma vez que o alunado traz certa bagagem sobre o conteúdo da disciplina. Além disso, procuraremos utilizar as aulas expositivas após preparação prévia do alunado para o conteúdo a ser trabalhado via outros recursos, tais como: Listas Conceituais; Pré-Teste; Gincanas; Seminários e apresentação dos objetivos de aprendizagem para a unidade em questão. Ademais, o curso procurará avançar disponibilizando e comentando previamente os materiais para unidades vindouras ainda não abordadas. Ou seja, por meio da disponibilização prévia do material ainda a ser visto e por meio da motivação para tal estudo, procuraremos criar o hábito de se preparar para assistir as aulas expositivas a serem ministradas.

- Listas Conceituais

Trata-se de um dos mais importantes recursos de aprendizagem a ser utilizado no curso. As listas conceituais chamam a atenção para:

♦ *questões importantes relacionadas à essência conceitual* e aos aspectos basilares da teoria;

♦ possíveis aplicações tecnológicas e/ou relacionado ao cotidiano;

♦ competências e habilidades previstas para o curso.

Antenando-se às questões propostas nas listas conceituais **será possível abordar alguns pontos centrais do capítulo** e dedicando atenção a essas questões **poupa-se tempo e avança-se com mais qualidade e profundidade.**

Para o aproveitamento integral desse recurso, faz-se necessário na relação professor-turma um acompanhamento reflexivo, **sistemático** e **interativo**. Daí ser imperativo que **TODOS** estejam de posse das listas que serão disponibilizadas no início do capítulo ou unidade temática.

As listas conceituais trazem em si, portanto, uma potencialidade muito grande. Ignorá-las ou não explorá-las em profundidade é, portanto, um grande desperdício e um mau negócio.

- Apresentação dos Objetivos de Aprendizagem

Trata-se de recurso apresentado em livro texto (Física 1 –Mecânica. Sears & Zemanski) em que se apresenta formalmente os objetivos a serem alcançados em termos de aprendizagem para cada unidade. Esse recurso também fará parte das listas a serem disponibilizadas pelo professor ao longo do texto.

- Listas de Problemas e Exercícios

Recurso complementar aos exercícios, às situações-problema resolvidas em sala de aula e aos exercícios e problemas contidos nos livros textos principais adotados no curso. É prática salutar e recomendável que se compare as Listas de Problemas e Exercícios com aqueles fornecidos pelo(s) livro(s) que você esteja estudando (compare com os exercícios que os seus amigos estão resolvendo que porventura possam ser de outras referências bibliográficas).

- Situações-Problema.

Situação criada com elementos do mundo real que diz respeito ao conteúdo que está sendo dado e pode ser tratado com o ferramental teórico e matemático que os alunos possuem (caso não, o que também é interessante, deve ser fornecido apoio ou subsídio por parte do professor). O interessante é que *o problema deve ser posto de maneira bem clara; deve haver uma certa factibilidade no que se refere à situação e deve se deixar bem claro à turma o que se espera em termos de procedimentos (de maneira reflexiva) e de competências e habilidades*. Posta a situação, suas características, e questionamentos inerentes (em termos de procedimentos que os alunos adotarão) é importante que se crie um clima de desafio na resolução da situação que envolve diversas etapas de um procedimento científico e tecnológico. Feita as observações de toda a informação que a situação fornece, deve-se: discutir possibilidades para resolver o problema; levantar todo o questionamento pertinente à solução e às consequências da resolução daquela situação; **tornar explícito todas as escolhas e procedimentos tomados para a resolução da situação-problema**; discutir os resultados; enfatizar a importância da sistematização e de procedimentos claros e bem definidos; fazer referência às competências e habilidades requeridas e adquiridas na resolução daquela situação-problema. Esse recurso é também um treinamento em que os alunos desenvolvam essas competências em situações mais próximas do real e com características de desafio intelectual. O professor deve sempre colocar muito claramente para o alunado porquê de considerar aquela situação-problema como algo importante.

- Aulas de Exercício.

Recurso usual presente na maioria dos cursos de graduação da área de exatas. Não necessariamente precisará seguir a lógica apresentação da teoria → resolução de exercícios. **A propósito, a aula de exercício começa a partir da leitura sistemática da Lista de Problemas e Exercício e da Lista Conceitual do capítulo em questão.** Algumas das aulas de exercício previstas para o curso contarão com a presença de monitor. Procurar-se-á estabelecer em toda aula de exercício uma **dinâmica participativa e pró-ativa por parte da turma**. Ou seja, os alunos serão convidados a resolver as questões no quadro e poderão contar com a ajuda do restante da turma. O esforço na tentativa de resolução dos problemas por parte do alunado será fundamental para o êxito dessa atividade e para a obtenção de uma atividade significativa por parte da turma. Ao professor ou ao monitor caberá a postura de enriquecer e

comentar soluções obtidas pelo alunado, dirimir dúvidas e procurar resolver as demais questões faltantes da lista (que ao menos foram abordadas por tentativa de solução por parte dos alunos).

- Apresentação oral por parte dos estudantes no contexto de seminários.

Entre as possibilidades de apresentação por parte do alunado, destacam-se: tópicos de conteúdo do livro texto; temas, problemas ou aplicações voltadas ao interesse da disciplina; estudos de primeiros princípios de caráter histórico e/ou epistemológico; montagem de experimentos (relacionados ao contexto de aula prática e/ou experimental)

- Formulários e Resumos

Recurso apresentado na maioria dos livros texto de física. Sintetiza os pontos principais do capítulo: conceitos, seções, fórmulas e aplicações. Pode ser apresentado ao final de cada capítulo ou mesmo antes, possibilitando comentários sobre os conteúdos que o alunado já apresenta domínio.

- Aulas de Laboratório.

Visa oferecer outras possibilidades para o curso e outras visões da física, atuando no sentido de demonstrar o caráter experimental da física e no sentido de diminuir a falsa dicotomia teoria e prática.

9. Avaliação

3 avaliações escritas (AE) + seminários (S) + participação (P)

$$\text{Nota Final} = \frac{\text{Notas}(AE) + \text{Notas}(S)}{3 + n} + (P)$$

$n \rightarrow$ número de seminários

$$0 < P < 0.5$$

A partir dos diversos recursos de mediação pedagógica será possível ter um bom gerenciamento da participação coletiva nas atividades previstas. Espera-se com isso estabelecer os vínculos para que a turma firme um pacto pedagógico capaz de fazer com que o rendimento da mesma seja satisfatório.

10. Referências

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R., Física. v. 1, 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC Ltda, 1992.
- WALKER, J. Fundamentos de Física-Halliday-Resnick. Volume 1 8ª. Edição. Rio de Janeiro: LTC Ltda, 1993.
- CUTNELL, J. D; JOHSON, K. W. Física. Volume 1. Sexta Edição. Ed. LTC.
- YOUNG, H. D; FREEDMAN. Física 1-Sears & Zemansky. Mecânica. 12ª. Edição. Ed. Pearson.
- NUSSENZVEIG, H.M., Curso de Física Básica, v. 1, São Paulo: Edgar Blücher LTDA, 1987.
- HEWITT, P. G. Física Conceitual. trad. Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- TIPLER, P.A., Física. v. 1a, Rio de Janeiro: Guanabara Dois S.A.
- GREF, Física 1: Mecânica, São Paulo: Editora da USP, 2000.
- AMALDI, U., Imagens da Física. 2ª ed. São Paulo: Scipione LTDA, 1992.

FEYNMAN, R.P., LEIGHTON, R.B., SANDS, M., Lectures on Physics. v. 1, New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1963.

Sites com simulações em Física

<http://fisicanimada.blogspot.com/2008/03/os-experimentos-virtuais-de-fisica.html>

http://mysite.verizon.net/vzeoacw1/applet_menu.html

<http://surendranath.tripod.com/Applets.html>

<http://www3.interscience.wiley.com:8100/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/>

<http://www.ngsir.netfirms.com/englishVersion.htm>

<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/>

<http://physics.uwstout.edu/physapplets/>

http://qbx6.ltu.edu/s_schneider/physlets/main/index.shtml

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/>

<http://br.geocities.com/saladefisica3/laboratorio.htm>

<http://www.lon-capa.org/~mmp/applist/applets.htm>

http://www.edinformatics.com/il/il_physics.htm

Outros sites

<http://www.sbfisica.org.br/>

<http://pt.wikipedia.org/>

<http://www.hsw.uol.com.br/>

<http://www.howstuffworks.com/>

<http://cienciahoje.uol.com.br/>

<http://www2.uol.com.br/sciam/>

<http://www.abenge.org.br/>

APÊNDICE 3

TESTE 1

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno (a): _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: _____

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item, faça as questões de acordo com a tipologia abaixo:

TIPOLOGIA DE ERROS

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICTÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.
E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICTÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCIDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

1ª Questão:

Considere na figura ao lado que o sistema de coordenadas cartesiano possui orientação usual para cada um dos seus eixos e que 5 pequenos quadrados em uma mesma direção formam uma unidade de medida. De acordo com a figura ao lado, responda:



eixos
figura

- 1.1 () A componente y começa na posição 4 e termina na posição 3 do respectivo eixo.
 1.2 () A componente x possui três unidades.
 1.3 () Tanto a componente x quanto a componente y são positivas.
 1.4 () O vetor resultante possui módulo de quatro unidades.

2ª Questão:

Considerando ainda a figura da questão 1 responda em relação a orientação espacial do vetor:

- 2.1 () possui ângulo aproximado de 108° abrindo do semi-eixo y_+ no sentido horário.
 2.2 () possui ângulo aproximado de 18° abrindo do semi-eixo x_+ no sentido horário.
 2.3 () possui ângulo aproximado de 18° abrindo do semi-eixo x_+ no sentido anti-horário.
 2.4 () possui ângulo aproximado de 162° abrindo do semi-eixo x_- no sentido horário.

3ª Questão:

- 3.1 () A relação entre versores e coordenadas só é bem especificada para alguns sistemas de coordenadas, como por exemplo, o sistema de coordenadas cartesiano, no qual as coordenadas são perpendiculares entre si.
 3.2 () Em qualquer sistema de coordenada a relação entre versor e coordenada é sempre biunívoca.
 3.3 () Pode-se dizer que um resumo completo das propriedades de versores é o seguinte: possui módulo unitário e é adimensional.
 3.4 () O vetor $\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ satisfaz todas as propriedades de um versor.

4ª Questão:

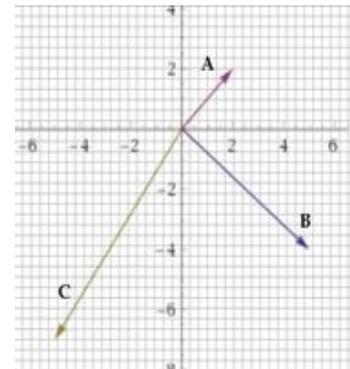
- 4.1 () Dado dois vetores ortogonais entre si e não nulos, o produto escalar entre eles é necessariamente nulo.
 4.2 () O produto escalar entre dois vetores depende do referencial adotado para realizar o cálculo.
 4.3 () A depender do sistema de coordenadas adotado, o produto escalar entre dois vetores pode ser negativo.
 4.4 () O resultado de um produto escalar é independente do sistema de coordenadas adotado.

5ª Questão:

- 5.1 () A dimensionalidade do vetor resultante obtido pelo produto vetorial entre dois vetores é dada pela multiplicação das dimensionalidades dos vetores envolvidos no produto vetorial.
 5.2 () A depender das circunstâncias de angulação e das naturezas dos vetores envolvidos no produto vetorial, o vetor resultante C obtido pelo produto vetorial $A \times B$ pode estar contido no mesmo plano definido pelos vetores envolvidos no produto vetorial em questão.
 5.3 () Pelo fato de ser uma projeção sobre outro vetor, a dimensionalidade do produto escalar entre dois vetores não é dada pela multiplicação da dimensionalidade dos vetores envolvidos no produto escalar.
 5.4 () A multiplicação $a\mathbf{A}$, em que “a” é uma grandeza escalar e \mathbf{A} um vetor, pode alterar o sentido e magnitude, mas não a direção do vetor original.

6ª Questão:

Considere que as representações vetoriais expostas na figura ao denotam vetores tipo deslocamento. Considere também que a dos gráficos representam medidas realizadas no na unidade do Sistema Internacional (metro). De posse dessas informações considere os itens abaixo

lado
escala

- 6.1 () O produto escalar entre os vetores **A** e **B** é aproximadamente igual a $2m^2$
 6.2 () O módulo do produto vetorial **A** \times **B** é igual a $9m^2$
 6.3 () A área do paralelogramo delimitado pelos vetores **B** e **C** aproximadamente igual a $40m^2$
 6.4 () O ângulo entre os vetores **B** e **C** é de aproximadamente 74° .

é

7ª Questão:

Seja a seta orientada ao lado a representação de um vetor deslocamento de módulo igual a 3km. Represente o vetor ao lado para sistemas de coordenadas especificados a seguir e responda as alternativas abaixo:

Especificação dos sistemas de coordenadas (c1 e c2)

c1) o sistema cartesiano usual adotado na matemática com a origem coincidindo com a origem do vetor;

c2) Um sistema de coordenadas apenas rodado em 20° (sentido anti-horário) em relação ao primeiro sistema.

Obs: Considere que o vetor faça um ângulo de 50° em relação à direção horizontal. De posse dessas informações, responda os seguintes itens.



dois

- 7.1 () Uma vez que tenhamos especificação de módulo e orientação espacial de um vetor, já sabemos tudo sobre as componentes do mesmo.
 7.2 () Nem toda decomposição diz respeito à relações envolvendo triângulo retângulo.
 7.3 () A decomposição de um vetor se completa uma vez que se realiza a projeção ortogonal sobre todos os eixos coordenados que compõem o sistema de coordenadas em questão.
 7.4 () A soma dos módulos quadrados das componentes de qualquer vetor permanece constante para a decomposição em qualquer sistema de coordenada.

8ª Questão:

Ainda sobre a questão 7, responda os seguintes itens:

- 8.1 () A representação do vetor é feita em uma escala aproximada de 1cm para cada 10km.
 8.2 () Em relação ao item c1 o vetor possui componentes x e y dadas respectivamente por 1,93km e 2,30km.
 8.3 () Em relação ao item c1 o vetor possui componentes (r, θ) em coordenadas polares dadas respectivamente por 1,93km e 2,30km.
 8.4 () Em relação ao item c2 o vetor possui componentes x' e y' dadas respectivamente por 2,82km e 1,03km.

9ª Questão:

Uma pesquisadora está indo fazer uma pesquisa em uma caverna e para isso ela deve percorrer 180 m para oeste, depois 210 m fazendo um ângulo de 45° em relação a oeste no sentido horário e por

fim 280 m fazendo um ângulo de 30° em relação a leste no sentido anti-horário. Depois um quarto deslocamento não medido, ela retorna ao ponto de partida, pois esqueceu seu material de pesquisa.

Nominando os deslocamentos na ordem dos fatos, respectivamente por **A**, **B**, **C** e **D**, e de posse das informações dispostas no comando da questão, responda os itens abaixo.

9.1 () Os vetores **A**, **B**, **C** possuem componentes na direção Norte dados por $A_y = 0m, B_y = (210 * \frac{\sqrt{2}}{2})m, C_y = (280 * 0,5)m$.

9.2 () Os vetores **A**, **B**, **C** possuem componentes na direção Leste dados por $A_x = -180m, B_x = -(210 * \frac{\sqrt{2}}{2})m, C_x = -(280 * \frac{\sqrt{3}}{2})m$.

9.3 () Os vetores **A**, **B**, **C** possuem componentes na direção Leste dados por $A_x = -180m, B_x = -(210 * 0,5)m, C_x = (280 * \frac{\sqrt{3}}{2})m$.

9.4 () O quarto deslocamento possui módulo igual a $|D| \simeq 300m$.

10ª Questão:

Ainda de acordo com o enunciado da questão 9, responda os itens a seguir:

10.1 () O quarto deslocamento possui componentes $D_x \simeq 288m, D_y \simeq -87m$

10.2 () O quarto deslocamento possui componentes $D_x \simeq 259m, D_y \simeq 150m$

10.3 () O quarto deslocamento possui ângulo aproximado de 107° , abrindo do Leste no sentido anti horário.

10.4 () O quarto deslocamento possui ângulo aproximado de 107° , abrindo do Norte no sentido anti horário.

TESTE 2

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno: _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: _____

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item envolvendo cálculo, a pontuação levará em conta os cálculos apresentados na folha de cálculo (verso desta) entregue juntamente com a prova.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.
E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCIDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

1ª Questão:

Um objeto de massa m parte do repouso e se desloca sobre um plano horizontal em trajetória circular, sob a tração de um fio de 5,0 metros de comprimento, e com aceleração angular constante. Em 10 segundos o ponto material percorreu 100 metros. Desconsiderando forças externas, pode-se afirmar que:

1. () () O módulo da velocidade angular do objeto é constante em toda a trajetória.
 2. () () No tempo 10s a velocidade angular do objeto é de 16 rad/s
 3. () () O módulo da velocidade linear do objeto é constante em toda a trajetória.
 4. () () A tração no fio é constante durante os 10s de tempo analisados.
-

2ª Questão:

Em uma corrida de arrancada, o motorista abre um paraquedas no final da corrida de 400m. O paraquedas funciona bem porque:

1. () () o carro não tem freios para poupar o peso;
 2. () () a força de arrasto devido ao paraquedas é grande em altas velocidades;
 3. () () não há atrito de rolamento em altas velocidades.
 4. () () Porque possui uma área muito maior que a superfície do carro.
-

3ª Questão:

Diante dos seus conhecimentos sobre velocidade média, classifique os seguintes subitens:

1. () () A velocidade média para uma viagem de ida-e-volta de um objeto lançado verticalmente para cima, a partir do repouso, que cai retornando ao solo é igual a zero.
 2. () () A velocidade média é sempre igual à metade da soma das velocidades inicial e final.
 3. () () Se um objeto está se movendo em linha reta com aceleração constante, sua velocidade instantânea na metade de qualquer intervalo de tempo é maior que sua velocidade média.
 4. () () A velocidade média de um corpo acelerado sempre aumenta na direção e sentido da aceleração sofrida pelo corpo.
-

4ª Questão:

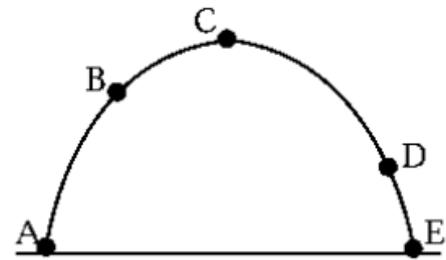
A posição de uma partícula é dada por $x = 4 - 12t + 3t^2$ (onde t é dado em segundos e x em metros), assinale certo ou errado para as afirmações a respeito da velocidade desta partícula:

1. () () Essa partícula apresenta uma trajetória parabólica de lançamento oblíquo.
2. () () A velocidade da partícula no instante $t = 3$ tem sinal negativo.
3. () () A aceleração escalar na partícula nesse instante $t = 3$ é 6 m/s.

4. () () No tempo $t=1$ s a velocidade da partícula está diminuindo e o instante em que a velocidade dela é zero é $t=2$ s.

5ª Questão:

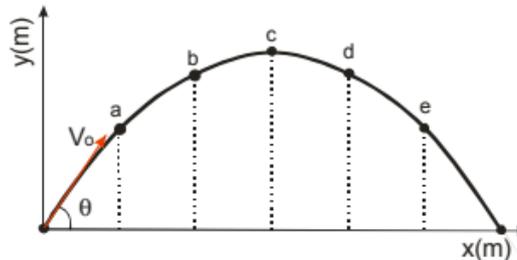
A figura ao lado representa uma trajetória parabólica de uma bola indo do ponto A ao ponto E na superfície da terra, desconsiderando a resistência do ar, julgue os itens abaixo sobre a bola no ponto B.



1. () () A aceleração atuante na bola tem direção vertical;
2. () () A velocidade horizontal da esfera é a mesma que no ponto D;
3. () () A velocidade escalar é maior que no ponto A
4. () () Ambas as funções de posição com relação ao tempo horizontal e vertical são do segundo grau

6ª Questão:

A figura representa uma trajetória de uma esfera na gravidade terrestre, mas resistência do ar. A velocidade inicial da um ângulo θ com a horizontal. As retas representam intervalos de tempo igual,



parabólica sem resistência do ar. A velocidade inicial da bola é V_0 à um ângulo θ com a horizontal. As retas representam intervalos de tempo igual, Δt . ponto C é

1. () () A velocidade horizontal no ponto C é zero.
2. () () A velocidade no ponto b possui a mesma direção e sentido oposto à do ponto d.
3. () () A velocidade escalar no ponto e é a mesma do ponto A
4. () () A função equação a posição horizontal pelo tempo pode ser determinada como uma função do cosseno de θ .

7ª Questão:

A mudança na velocidade em um determinado intervalo de tempo pode ser interpretada como:

1. () () A inclinação da reta secante no intervalo de tempo médio na curva aceleração x tempo;
2. () () O comprimento da curva posição x tempo dividido pelo intervalo de tempo;
3. () () Uma constante positiva em movimentos que possuem aceleração nula.
4. () () A área abaixo da curva de aceleração x tempo no intervalo de tempo.

8ª Questão:

Um objeto move-se sobre uma linha reta, o eixo X. No instante $t = 0$ parte do repouso da coordenada $x = 0$. No instante $t = 5$ s sua coordenada x vale 40m e sua velocidade 11m/s . A respeito dessa trajetória pode-se afirmar que.

1. () () A velocidade sofreu um aumento do ponto $t=0$ para o ponto $t=5$
2. () () A aceleração do objeto não é constante;
3. () () A aceleração sofreu um aumento do ponto $t=0$ para o ponto $t=5$
4. () () A função de posição com relação ao tempo é uma função do segundo grau.

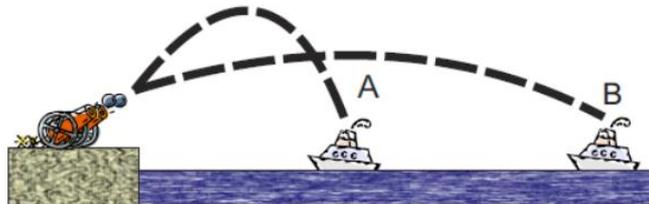
9ª Questão:

Um móvel se desloca de forma que o módulo de sua velocidade diminui. Analise as situações em que isso pode ocorrer com os vetores de velocidade e aceleração sendo perpendiculares.

1. () () Pode ocorrer em uma trajetória circular;
2. () () Pode ocorrer em uma trajetória retilínea;
3. () () Pode ocorrer em uma trajetória parabólica;
4. () () Não ocorrerá nunca.

10ª Questão:

Dois canhões disparam simultaneamente projéteis em direção a dois navios. As trajetórias parabólicas dos projéteis são mostradas a seguir. Analisando a situação, pode-se afirmar que:



- () () O navio A é atingido primeiro que o B;
- () () O tempo de voo é proporcional à altura atingida;
- () () O tempo seria o mesmo se o lançamento fosse horizontal;
- () () Para determinar qual dos dois foi atingido primeiro deve-se conhecer o valor exato da angulação do lançamento com o solo.

TESTE 4

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno (a): _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: _____

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item, faça as questões de acordo com a tipologia abaixo:

TIPOLOGIA DE ERROS

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICTÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.

E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCLDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

1ª Questão:

Um objeto, localizado na origem, quando $t = 0$ se move ao longo do eixo x conforme o gráfico ao lado.

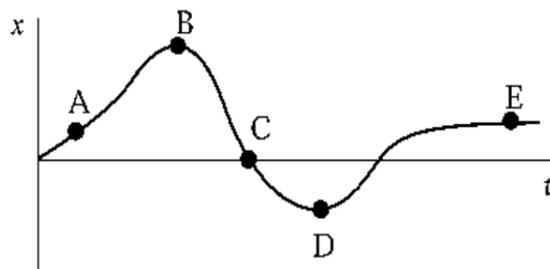
Julgue C (certo) ou E (errado):

1.1 () () Nos pontos B e C o objeto está instantaneamente em repouso.

1.2 () () O objeto se encontra mais longe do início no ponto E;

1.3 () () A maior velocidade média, em módulo, se encontra entre os pontos B e D;

1.4 () () O objeto está sob a ação de aceleração constante.



2ª Questão:

Se a posição de uma partícula for plotada como o eixo vertical de um gráfico e o tempo como eixo horizontal.

Julgue C (certo) ou E (errado):

2.1 () () O comprimento da curva indica o deslocamento da partícula;

2.2 () () A velocidade instantânea é a inclinação de uma reta tangente à curva.

2.3 () () A aceleração pode ser calculada como a área total abaixo da curva.

2.4 () () O comprimento total da curva dividido pelo intervalo de tempo correspondente indica a velocidade média da partícula..

3ª Questão: A figura mostra a parte superior de uma bola em uma corda, percorrendo um caminho circular no sentido anti-horário. A velocidade da bola é constante.

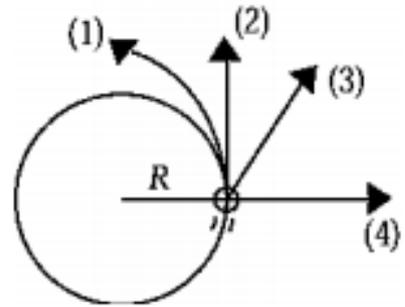
Julgue C (certo) ou E (errado):

3.1 () () O módulo aceleração tangencial da bola pode ser calculada como o quadrado da sua velocidade dividida pelo raio da trajetória.

3.2 () () Se a corda rompesse no instante mostrado, a bola seguiria a trajetória (1);

3.3 () () A aceleração da bola é indicada pelo vetor (2);

3.4 () () A tração na corda possui mesmo sentido do vetor (4).



4ª Questão: Um objeto descreve uma trajetória circular e com velocidade constante em módulo.

Julgue C (certo) ou E (errado):

4.1 () () Como a velocidade é constante, objeto possui aceleração nula;

4.2 () () Apenas com o módulo de sua velocidade é possível determinar sua frequência angular;

4.3 () () Possui velocidade com sentido e direção voltadas ao centro da trajetória;

4.4 () () A velocidade e a aceleração do objeto são perpendiculares entre si.

5ª Questão: Uma bola de massa m está amarrada a uma corda fina e girando em círculo de raio r , e com velocidade v de módulo constante, de acordo com a figura.

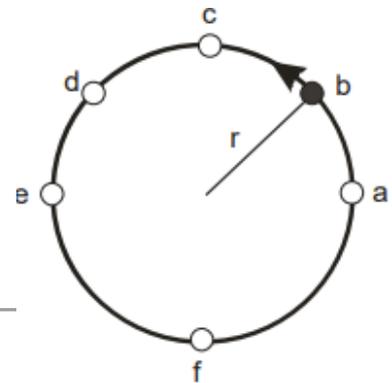
Julgue C (certo) ou E (errado):

5.1 () () O módulo da aceleração da bola é maior no ponto c ;

5.2 () () A tração no fio é menor nos pontos a e e e do que no restante;

5.3 () () Conhecendo-se a velocidade, o raio e a massa é possível calcular a tração no fio em qualquer ponto.

5.4 () () Como a velocidade é constante, a aceleração é 0 em todos os pontos da trajetória.



6ª Questão:

A força horizontal \vec{F} é usada para empurrar um objeto de massa m subindo um plano inclinado com velocidade constante. O ângulo entre o plano e a horizontal é θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$). Sobre a força de atrito atuante no bloco:

Julgue C (certo) ou E (errado)

6.1 () () Aumenta quando o módulo de \vec{F} aumenta;

6.2 () () Não é possível de ser calculada sem o coeficiente de atrito cinético;

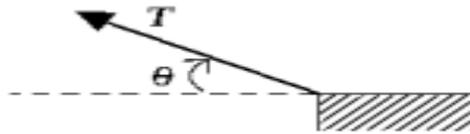
6.3 () () Aumente conforme θ aumenta;

6.4 () () Depende da massa do bloco.

7ª Questão:

Um bloco de massa m é empurrado em um superfície rugosa na direção mostrada na figura ao lado. A respeito da magnitude da força de atrito:

Julgue C (certo) ou E (errado)

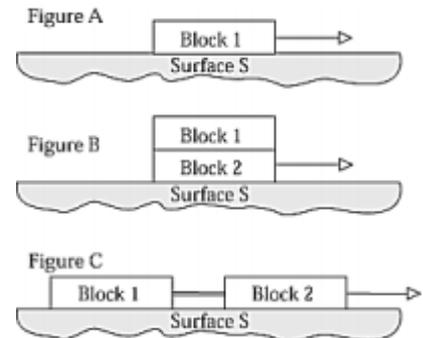


- 7.1 () () Depende apenas do peso do bloco e do coeficiente de atrito cinético
 7.2 () () Diminui devido ao aumento da componente horizontal da força T.
 7.3 () () É nula quando $\theta = 90^\circ$
 7.4 () () Pode ser representada como $F_{at} = \mu_c mg$

8ª Questão:

Os blocos mostrados nas figuras possuem massas iguais. A velocidade é a mesma em cada figura. Julgue os itens abaixo sobre a força total de atrito exercida nos dois blocos.

- 8.1 () () É a mesma nas figuras A e C para o bloco 1;
 8.2 () () É a mesma nas figuras B e C para o conjunto;
 8.3 () () Pode ser diferente entre os blocos 1 e 2 na figura C;
 8.4 () () Depende da Tração (T) no fio da figura C.



9ª Questão:

Um bloco de massa M está deslizando em uma superfície rugosa e inclinada que faz um ângulo θ com a horizontal. Se o coeficiente de atrito estático é μ_e e o coeficiente de atrito cinético é μ_c , então, sobre a aceleração do bloco descendo o plano, julgue os itens abaixo:

- 9.1 () () É inversamente proporcional ao coeficiente de atrito estático;
 9.2 () () Não depende da massa do bloco;
 9.3 () () Aumenta conforme a angulação do plano se aproxima de 90° .
 9.4 () () Pode ser 0, dependendo do valor de θ .

10ª Questão:

Dois objetos estão deslizando com a mesma velocidade em uma superfície horizontal de madeira. O coeficiente de atrito cinético entre o primeiro objeto e a superfície é o dobro do coeficiente do segundo objeto com a superfície. A espaço percorrido pelo primeiro objeto antes que pare é S.

Julgue C (certo) ou E (errado)

- 10.1 () () O segundo objeto percorrerá um espaço de $S/2$;
 10.2 () () A aceleração do primeiro objeto é o dobro da aceleração do segundo;
 10.3 () () A força Normal exercida pela superfície é a mesma para os dois objetos;
 10.4 () () A força de atrito no segundo objeto é o dobro da força de atrito do primeiro.

TESTE 5

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno: _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: 16/06/2018

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item envolvendo cálculo, a pontuação levará em conta os cálculos apresentados na folha de cálculo (verso desta) entregue juntamente com a prova.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.
E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCIDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

1ª Questão:

Um objeto de massa m parte do repouso e se desloca sobre um plano horizontal em trajetória circular, sob a tração de um fio de 5,0 metros de comprimento, e com aceleração angular constante. Em 10 segundos o ponto material percorreu 100 metros. Desconsiderando forças externas, pode-se afirmar que:

1. () () O módulo da velocidade angular do objeto é constante em toda a trajetória.
2. () () No tempo 10s a velocidade angular do objeto é de 16 rad/s
3. () () O módulo da velocidade linear do objeto é constante em toda a trajetória.
4. () () A tração no fio é constante durante os 10s de tempo analisados.

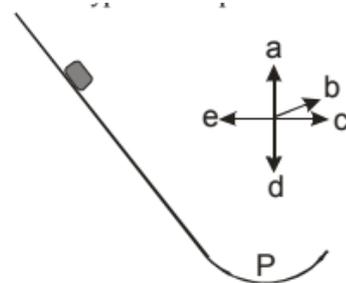
2ª Questão:

Em uma corrida de arrancada, o motorista abre um paraquedas no final da corrida de 400m. O paraquedas funciona bem porque:

1. () () o carro não tem freios para poupar o peso;
2. () () a força de arrasto devido ao paraquedas é grande em altas velocidades;
3. () () não há atrito de rolamento em altas velocidades.
4. () () Porque possui uma área muito maior que a superfície do carro.

3ª Questão:

Um bloco desliza para baixo em uma superfície inclinada. A trajetória no ponto mais baixo P é o arco de um círculo. Analisando a imagem, pode-se afirmar que:



1. () () A velocidade do objeto no ponto P tem direção b;
2. () () A aceleração do objeto tem direção d;
3. () () A força normal exercida pela rampa no bloco é menor no ponto P do que na descida;
4. () () o vetor velocidade do bloco no ponto P tem componente vertical nula.

4ª Questão:

Um carro em uma curva com raio R e velocidade V sofre uma aceleração centrípeta a_c . Assumindo que o raio de uma segunda curva aumenta para $3R$ e a velocidade para $2V$, pode-se afirmar que:

1. () () A trajetória não é mais circular;
2. () () O carro experimenta uma aceleração tangencial;
3. () () As forças atuantes horizontalmente no carro são a força centrípeta e o atrito da estrada;
4. () () A aceleração centrípeta é maior nessa nova trajetória.

5ª Questão:

Uma pessoa de peso P encontra-se sentada no banco de uma roda gigante que gira com velocidade de módulo constante. Quando a pessoa encontra-se no ponto mais baixo da trajetória, o que podemos afirmar sobre as forças peso (P), normal (N) que atuam sobre a pessoa?

1. () () A força normal é a maior de toda a trajetória;
 2. () () A força centrípeta é a menor de toda a trajetória;
 3. () () Nesse ponto atuam o peso P , a normal N e a força centrípeta f_c .
 4. () () A força resultante tem módulo igual à do ponto mais alto.
-

6ª Questão:

Durante um salto, um ginasta controla sua velocidade angular alterando a forma de seu corpo. Assinale a alternativa correta:

1. () () Ao se encolher, o ginasta diminui seu momento de inércia;
 2. () () Ao se encolher a velocidade angular do ginasta diminui;
 3. () () Para que a velocidade angular permaneça constante o ginasta não deveria se encolher
 4. () () A velocidade angular do ginasta é diretamente proporcional ao módulo de seu momento de inércia
-

7ª Questão:

Um cilindro sólido e um aro circular descem o mesmo plano inclinado rolando sem escorregar. A respeito desta situação pode-se afirmar que:

1. () () Se os corpos tiverem mesmo raio eles levarão o mesmo tempo para descer o plano;
 2. () () A velocidade que os corpos levam para descer a partir do repouso é independente da massa.
 3. () () O cilindro descerá o plano inclinado em menos tempo que o aro.
 4. () () A velocidade de descida dos corpos é inversamente proporcional ao seu momento de inércia.
-

8ª Questão:

Uma roda gira sem escorregar sobre uma superfície horizontal. O centro de massa da roda se desloca com velocidade de módulo v . De acordo com o mesmo referencial, pode-se afirmar que:

1. () () A parte mais baixa da roda tem velocidade escalar nula;
 2. () () A velocidade resultante do ponto mais baixo depende da força de atrito aplicada pela superfície;
 3. () () A velocidade resultante do ponto mais baixo da roda é diretamente proporcional ao raio.
 4. () () O movimento de uma roda que gira sem escorregar pode ser entendido como uma composição de um movimento de rotação com um de translação.
-

9ª Questão:

Uma pessoa de peso P encontra-se sentada no banco de uma roda gigante que gira com velocidade de módulo constante. Quando a pessoa encontra-se no ponto mais baixo da trajetória, o que podemos afirmar sobre as forças peso (P), normal (N) que atuam sobre a pessoa?

1. No ponto mais alto da trajetória a normal N tem módulo menor que o peso;
2. No ponto mais baixo da trajetória o peso P é menor que no ponto mais alto;
3. A força normal N é variável durante a trajetória;
4. No ponto mais baixo da trajetória $N > P$

10ª Questão:

Analise as alternativas abaixo:

- A segunda lei de Newton afirma que uma força resultante é capaz de modificar a velocidade de um corpo.
- As forças básicas da natureza, que representam as interações fundamentais, são o peso, o atrito, a força elástica, a tração e a normal de contato.
- A força de atrito é uma força que sempre atrapalha (se opõe) ao movimento de um corpo.
- Quando apoiamos um bloco sobre uma mesa, as forças peso e normal de contato constituem um par ação–reação.

TESTE 6

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno: _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: ___/___/2018

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item envolvendo cálculo, a pontuação levará em conta os cálculos apresentados na folha de cálculo (verso desta) entregue juntamente com a prova.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.
E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCIDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

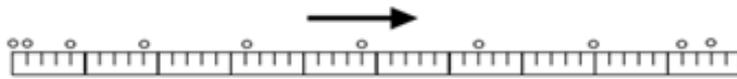
1ª Questão:

Um rapaz resolve medir sua massa ficando em pé sobre uma balança doméstica dentro de um elevador que sobe com velocidade constante. Nessa situação, pode-se afirmar:

1. () () A força exercida pelo rapaz na balança é maior que o peso do rapaz
2. () () O peso do rapaz aumenta quando o elevador começa a parar
3. () () O valor mostrado na balança corresponde à massa do rapaz
4. () () A força resultante no elevador é positiva e com sentido para cima

2ª Questão:

O diagrama representa um objeto movendo-se ao longo de uma superfície horizontal. As posições indicadas no diagrama estão separadas por intervalos de tempo iguais. O primeiro ponto indica a posição em que o objeto começou a se mover e o último quando ele voltou a ficar em repouso.

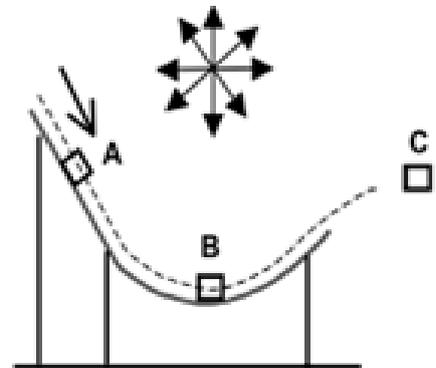


A respeito disso, pode-se afirmar que:

1. () () A velocidade do objeto é constante em algum determinado intervalo de tempo
2. () () A aceleração do objeto é uma função contínua no intervalo de tempo analisado
3. () () A força resultante sobre este corpo está sempre no sentido da aceleração dele
4. () () No final do percurso a aceleração do corpo possuía sentido oposto à velocidade

3ª Questão:

Baseie-se no esquema abaixo para responder às duas questões, onde a seta para cima indica o norte. Este diagrama representa um bloco deslizando ao longo de uma rampa sem atrito. As oito setas representam direções a serem tomadas como referência para responder às questões. Com base nisso, pode-se afirmar:



1. () () A aceleração no ponto A é mais bem representada com sentido Sudeste
2. () () A velocidade no ponto B é nula
3. () () A força normal exercida pela rampa no bloco é menor no ponto A é menor que no ponto B
4. () () A aceleração do bloco no ponto C pode ser representada com sentido Leste

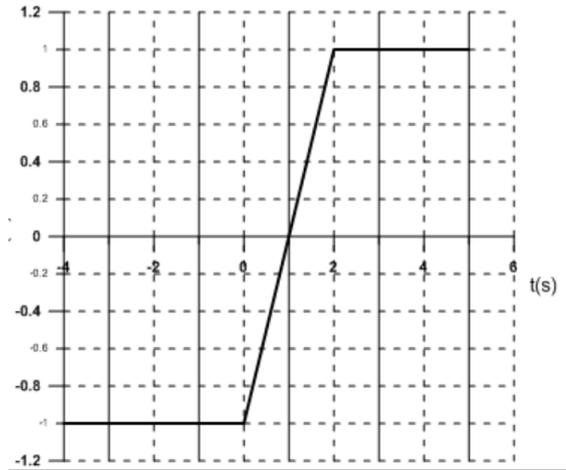
4ª Questão:

Considere duas situações: Situação 1: uma bola é lançada verticalmente para cima; Situação 2: uma bola é largada do alto de uma torre. Desprezando a resistência do ar, pode-se afirmar que:

1. () () Nos dois casos a aceleração da bola é a mesma em módulo;
2. () () Na situação 1 a velocidade inicial tem sentido oposto à da situação 2;
3. () () A aceleração no tempo inicial da situação 1 tem sentido oposto à da situação 2;
4. () () A aceleração inicial depende da velocidade com que a bola é lançada na situação

5ª Questão:

O gráfico a seguir representa o movimento de um corpo sobre uma linha reta. Assinale a opção que descreve corretamente o movimento do corpo. Com base nisso, pode-se afirmar:



1. No instante $t = -4s$ o corpo encontra-se na posição $x = -1$
2. O corpo permanece na posição $x = -1$ por $4s$, até que comece a se mover com velocidade de $2m/s$
3. A partir da posição $x = 2$ a velocidade do objeto é nula
4. A velocidade do objeto é nula a partir de $2s$

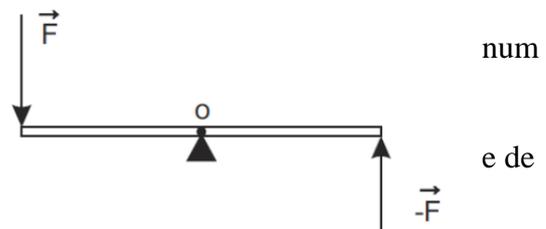
6ª Questão:

Uma mosca colide com o para-brisa de um ônibus que se move rapidamente. A partir disso podemos afirmar que:

1. A força exercida na mosca pelo ônibus tem mesmo sentido que a força exercida pela mosca no ônibus.
2. A variação de velocidade sofrida pela mosca é maior que a sofrida pelo ônibus
3. A força sofrida pela mosca é maior em módulo que a sofrida pelo ônibus
4. A força exercida sobre a mosca depende da velocidade do ônibus

7ª Questão:

Uma barra rígida está fixa a seu centro O, e pode girar plano perpendicular à barra (como uma gangorra). Sobre os dois extremos da barra, a uma mesma distância do ponto O, são aplicadas duas forças iguais sentidos opostos (um binário de forças) como na figura. Podemos afirmar que:

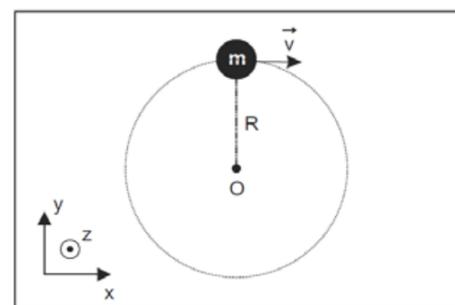


1. A resultante dos torques em relação ao ponto O é nula
2. A barra gira com aceleração angular constante
3. O momento angular na barra é constante
4. A resultante das forças sobre a barra é nula

8ª Questão:

Um corpo de massa m executa um movimento circular uniforme sobre uma superfície lisa, preso por um fio de massa desprezível a um ponto O. Considere os eixos x e y no plano da mesa e o eixo z apontando para o leitor. Podemos afirmar que:

1. O torque em relação ao ponto O é nulo
2. O momento angular tem sentido $z +$, saindo do plano



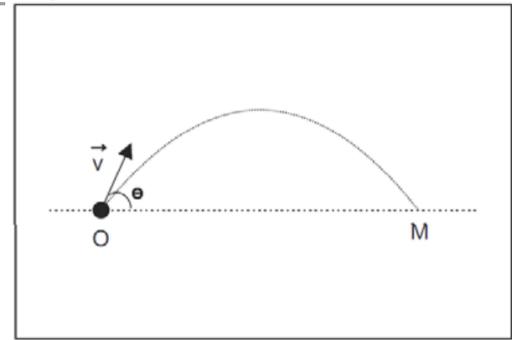
y no

3. () () O momento angular é constante
 4. () () O momento angular pode ser calculado como $L_0 = mRv$.

9ª Questão:

Um projétil é lançado obliquamente de um ponto O atinge um ponto M. Despreze os atritos. A respeito torque da força peso e do momento angular do projétil medidos em relação ao ponto O, podemos afirmar que:

1. () () O torque da força peso é não nulo
 2. () () O momento angular é constante
 3. () () A força resultante sobre o corpo é nula
 4. () () O tempo de queda é diretamente proporcional ao ângulo θ ; $0^\circ < \theta < 90^\circ$

e
do**10ª Questão:**

Uma pessoa caminha sobre uma estrada reta e plana, com velocidade constante. Ao passar pela marca de 5 km, seu relógio marca 1h. Quando seu relógio marca 3h, ela se encontra na marca de 9 km. Com base nisso pode-se afirmar que:

1. () () O corpo se encontra em movimento retilíneo uniforme;
 2. () () A velocidade média da pessoa é de 2 km/h
 3. () () A velocidade instantânea na marca de 5 km é de 3 km/h
 4. () () Se a velocidade for a mesma do início ao fim, a força resultante sobre o corpo é nula.

TESTE 7

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno: _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: 13/07/2018

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item envolvendo cálculo, a pontuação levará em conta os cálculos apresentados na folha de cálculo (verso desta) entregue juntamente com a prova.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.
E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCIDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

1ª Questão:

Se a posição de uma partícula for plotada como o eixo vertical de um gráfico e o tempo como eixo horizontal.

Julgue C (certo) ou E (errado):

- 2.1 () () O comprimento da curva indica o deslocamento da partícula;
 2.2 () () A velocidade instantânea é a inclinação de uma reta tangente à curva.
 2.3 () () A aceleração pode ser calculada como a área total abaixo da curva.
 2.4 () () O comprimento total da curva dividido pelo intervalo de tempo correspondente indica a velocidade média da partícula..

2ª Questão:

Em uma corrida de arrancada, o motorista abre um paraquedas no final da corrida de 400m. O paraquedas funciona bem porque:

1. () () o carro não tem freios para poupar o peso;
 2. () () a força de arrasto devido ao paraquedas é grande em altas velocidades;
 3. () () não há atrito de rolamento em altas velocidades.
 4. () () Porque possui uma área muito maior que a superfície do carro.

3ª Questão:

Um bloco de massa m é empurrado em um superfície rugosa na direção mostrada na figura ao lado. A respeito da magnitude da força de atrito:

Julgue C (certo) ou E (errado)

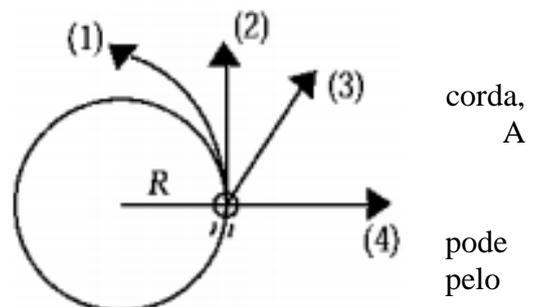
- 1 () () Depende apenas do peso do bloco e do coeficiente de atrito cinético
 2 () () Diminui devido ao aumento da componente horizontal da força T .
 3 () () É nula quando $\theta = 90^\circ$
 4 () () Pode ser representada como $F_{at} = \mu_c mg$

4ª Questão:

A figura mostra a parte superior de uma bola em uma percorrendo um caminho circular no sentido anti-horário. velocidade da bola é constante.

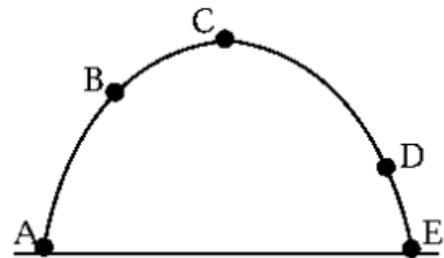
Julgue C (certo) ou E (errado):

- 1 () () O módulo aceleração tangencial da bola ser calculada como o quadrado da sua velocidade dividida raio da trajetória.
 2 () () Se a corda rompesse no instante mostrado, a bola seguiria a trajetória (1);
 3 () () A aceleração da bola é indicada pelo vetor (2);
 4 () () A tração na corda possui mesmo sentido do vetor (4).



5ª Questão:

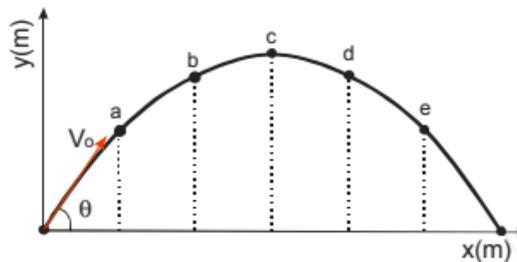
A figura ao lado representa uma trajetória parabólica de uma bola indo do ponto A ao ponto E na superfície da terra, desconsiderando a resistência do ar, julgue os itens abaixo sobre a bola no ponto B.



1. () () A aceleração atuante na bola tem direção vertical;
2. () () A velocidade horizontal da esfera é a mesma que no ponto D;
3. () () A velocidade escalar é maior que no ponto A
4. () () Ambas as funções de posição com relação ao tempo horizontal e vertical são do segundo grau

6ª Questão:

A figura representa uma trajetória de uma esfera na gravidade terrestre, mas resistência do ar. A velocidade inicial da um ângulo θ com a horizontal. As retas representam intervalos de tempo igual,



parabólica
sem
bola é V_0 à
verticais
 Δt .
ponto C é

1. () () A velocidade horizontal no 0.
2. () () A velocidade no ponto b possui a mesma direção e sentido oposto à do ponto d.
3. () () A velocidade escalar no ponto e é a mesma do ponto A
4. () () A função equação a posição horizontal pelo tempo pode ser determinada como uma função do cosseno de θ .

7ª Questão:

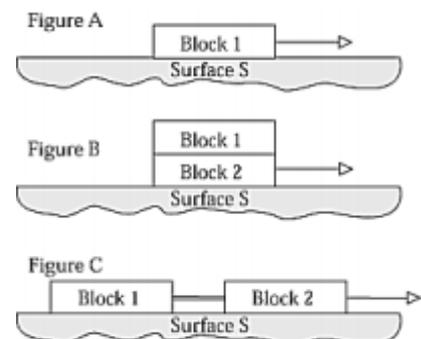
Um objeto descreve uma trajetória circular e com velocidade constante em módulo. Julgue C (certo) ou E (errado):

- 1 () () Como a velocidade é constante, objeto possui aceleração nula;
- 2 () () Apenas com o módulo de sua velocidade é possível determinar sua frequência angular;
- 3 () () Possui velocidade com sentido e direção voltadas ao centro da trajetória;
- 4 () () A velocidade e a aceleração do objeto são perpendiculares entre si.

8ª Questão:

Os blocos mostrados nas figuras possuem massas iguais. A velocidade é a mesma em cada figura. Julgue os itens abaixo sobre a força total de atrito exercida nos dois blocos.

1. () () A velocidade sofreu um aumento do ponto $t=0$ para o ponto $t=5$
2. () () A aceleração do objeto não é constante;
3. () () A aceleração sofreu um aumento do ponto $t=0$ para o ponto $t=5$
4. () () A função de posição com relação ao tempo é uma função do segundo grau.

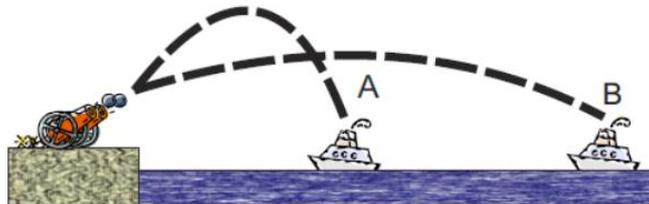
**9ª Questão:**

Um móvel se desloca de forma que o módulo de sua velocidade diminui. Analise as situações em que isso pode ocorrer com os vetores de velocidade e aceleração sendo perpendiculares.

1. () () Pode ocorrer em uma trajetória circular;
2. () () Pode ocorrer em uma trajetória retilínea;
3. () () Pode ocorrer em uma trajetória parabólica;
4. () () Não ocorrerá nunca.

10ª Questão:

Dois canhões disparam simultaneamente projéteis em direção a dois navios. As trajetórias parabólicas dos projéteis são mostradas a seguir. Analisando a situação, pode-se afirmar que:



- () () O navio A é atingido primeiro que o B;
- () () O tempo de voo é proporcional à altura atingida;
- () () O tempo seria o mesmo se o lançamento fosse horizontal;
- () () Para determinar qual dos dois foi atingido primeiro deve-se conhecer o valor exato da angulação do lançamento com o solo.

TESTE 8

Identificação:

Disciplina: FÍSICA FUNDAMENTAL I.

Prof: Newton Martins Barbosa Neto

Aluno (a): _____ Matrícula: _____

Curso: Engenharia Civil Período Letivo: 2º de 2018 Data: _____

Orientações:

As questões a seguir são compostas por itens do tipo CERTO (C) ou ERRADO (E). Para item, faça as questões de acordo com a tipologia abaixo:

TIPOLOGIA DE ERROS

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
C1	Anote 1, quando você estiver marcando o item CERTO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
C2	Anote 2, quando você estiver marcando o item CERTO com POUCA DÚVIDA.
C3	Anote 3, quando você estiver marcando o item CERTO com DÚVIDA MEDIANA.
E1	Anote 1, quando você estiver marcando o item ERRADO com CONVICÇÃO, CERTEZA.
E2	Anote 2, quando você estiver marcando o item ERRADO com POUCA DÚVIDA.
E3	Anote 3, quando você estiver marcando o item ERRADO com DÚVIDA MEDIANA.
W4	Em branco por julgar o item MUITO DIFÍCIL.
W5	Deixe em branco quando tiver estudado, mas considera não ter absorvido o conteúdo
W6	Em branco por julgar NUNCA ter estudado o conteúdo do item.
W7	Em branco por julgar o item AMBÍGUO, CAPCIOSO.
W8	Em branco por não ter dado tempo de realizar.

JULGAMENTO DO NÍVEL DE DIFICULDADE

NÍVEL DE DIFUCIDADE	DESCRIÇÃO
D1	Muito fácil
D2	Fácil
D3	Moderado
D4	Difícil
D5	Muito difícil

1ª Questão:

Um bloco de massa m está em repouso em um plano inclinado que faz um ângulo de 30° com a horizontal, como é mostrado na figura. Julgue os itens abaixo:

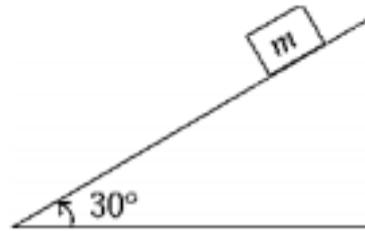
Julgue C (certo) ou E (errado):

1.1 () () A força de atrito estático (f_s) é maior que força que atua no bloco no sentido do deslocamento;

1.2 () () f_s é menor que a o peso do bloco ;

1.3 () () Se o ângulo diminuísse de 30° para 15° , então f_s teria alteração em módulo;

1.4 () () $f_s = m \cdot g \cdot \cos(30^\circ)$



a

2ª Questão:

Analise as afirmações a seguir sobre os coeficientes de atrito estático (μ_e) e cinético (μ_c)

Julgue C (certo) ou E (errado)

2.1 () () μ_c é sempre menor que μ_e .

2.2 () () O coeficiente de atrito depende da natureza da superfície.

2.3 () () A força de atrito estático depende da área de contato entre as duas superfícies.

2.4 () () μ_e depende da angulação do plano em que o objeto está.

3ª Questão: Sobre as operações entre vetores , julgue C (certo) ou E (errado):

1 () () Dado dois vetores ortogonais entre si e não nulos, o produto escalar entre eles é necessariamente nulo.

2 () () O produto escalar entre dois vetores depende do referencial adotado para realizar o cálculo.

3 () () A depender do sistema de coordenadas adotado, o produto escalar entre dois vetores pode ser negativo.

4 () () O resultado de um produto escalar é independente do sistema de coordenadas adotado.

4ª Questão: Uma força F produz uma aceleração sobre um objeto de massa m . A partir de um determinado tempo, uma força $3F$ é exercida num segundo objeto e resulta uma aceleração $8a$. A partir disso, pode-se afirmar que nesse instante:

4.1 () () A massa do segundo objeto é menor que a massa do primeiro.

4.2 () () A velocidade do segundo objeto é maior que a do primeiro.

4.3 () () Ambos os objetos podem ser considerados referenciais inerciais.

4.4 () () A velocidade do segundo objeto aumentará 3x mais rápido que a do primeiro.

5ª Questão: Ainda sobre as propriedades de vetores, julgue C (certo) ou E (errado):

5.1 () A dimensionalidade do vetor resultante obtido pelo produto vetorial entre dois vetores é dada pela multiplicação das dimensionalidades dos vetores envolvidos no produto vetorial.

5.2 () A depender das circunstâncias de angulação e das naturezas dos vetores envolvidos no produto vetorial, o vetor resultante C obtido pelo produto vetorial $A \times B$ pode estar contido no mesmo plano definido pelos vetores envolvidos no produto vetorial em questão.

5.3 () Pelo fato de ser uma projeção sobre outro vetor, a dimensionalidade do produto escalar entre dois vetores não é dada pela multiplicação da dimensionalidade dos vetores envolvidos no produto escalar.

5.4 () A multiplicação $a\mathbf{A}$, em que “a” é uma grandeza escalar e \mathbf{A} um vetor, pode alterar o sentido e magnitude, mas não a direção do vetor original.

6ª Questão:

A força horizontal \vec{F} é usada para empurrar um objeto de massa m subindo um plano inclinado com velocidade constante. O ângulo entre o plano e a horizontal é θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$). Sobre a força de atrito atuante no bloco:

Julgue C (certo) ou E (errado)

6.1 () () Aumenta quando o módulo de \vec{F} aumenta;

6.2 () () Não é possível de ser calculada sem o coeficiente de atrito cinético;

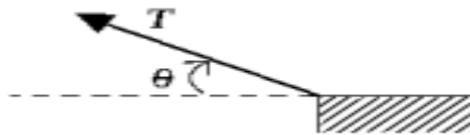
6.3 () () Aumente conforme θ aumenta;

6.4 () () Depende da massa do bloco.

7ª Questão:

Um bloco de massa m é empurrado em um superfície rugosa na direção mostrada na figura ao lado. A respeito da magnitude da força de atrito:

Julgue C (certo) ou E (errado)



7.1 () () Depende apenas do peso do bloco e do coeficiente de atrito cinético

7.2 () () Diminui devido ao aumento da componente horizontal da força T.

7.3 () () É nula quando $\theta = 90^\circ$

7.4 () () Pode ser representada como $F_{at} = \mu_c mg$

8ª Questão:

Um objeto de massa m parte do repouso e se desloca sobre um plano horizontal em trajetória circular, sob a tração de um fio de 5,0 metros de comprimento, e com aceleração angular constante. Em 10 segundos o ponto material percorreu 100 metros. Desconsiderando forças externas, pode-se afirmar que:

1. () () O módulo da velocidade angular do objeto é constante em toda a trajetória.

2. () () No tempo 10s a velocidade angular do objeto é de 16 rad/s

3. () () O módulo da velocidade linear do objeto é constante em toda a trajetória.

4. () () A tração no fio é constante durante os 10s de tempo analisados.

9ª Questão:

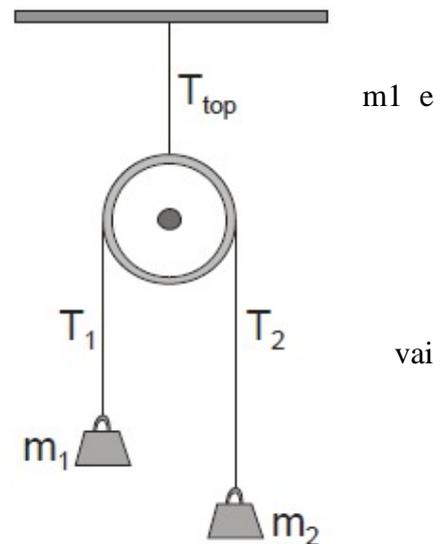
Um bloco de massa M está deslizando em uma superfície rugosa e inclinada que faz um ângulo θ com a horizontal. Se o coeficiente de atrito estático é μ_e e o coeficiente de atrito cinético é μ_c , então, sobre a aceleração do bloco descendo o plano, julgue os itens abaixo:

- 9.1 () () É inversamente proporcional ao coeficiente de atrito estático;
 9.2 () () Não depende da massa do bloco;
 9.3 () () Aumenta conforme a angulação do plano aumenta.
 9.4 () () A mesma aceleração que a terra exerce sobre o pássaro é exercida sobre a Terra.

10ª Questão:

Uma polia sem atrito de massa insignificante é pendurada no teto usando uma corda, também de massa desprezível. Duas massas, m_2 ($m_1 < m_2$), são conectadas à corda por cima da polia. As massas estão livres para cair. Sobre as forças T_1 , T_2 e T_{top} , julgue os itens abaixo.

- 10.1 () () A tração T_2 está maior que T_1 na figura.
 10.2 () () A tração T_{top} é igual às trações T_1 e T_2 ,
 10.3 () () Conforme a massa m_2 vai caindo, a tensão T_1 diminuindo
 10.4 () () T_{top} é igual à soma dos vetores T_1 e T_2



APÊNDICE 4

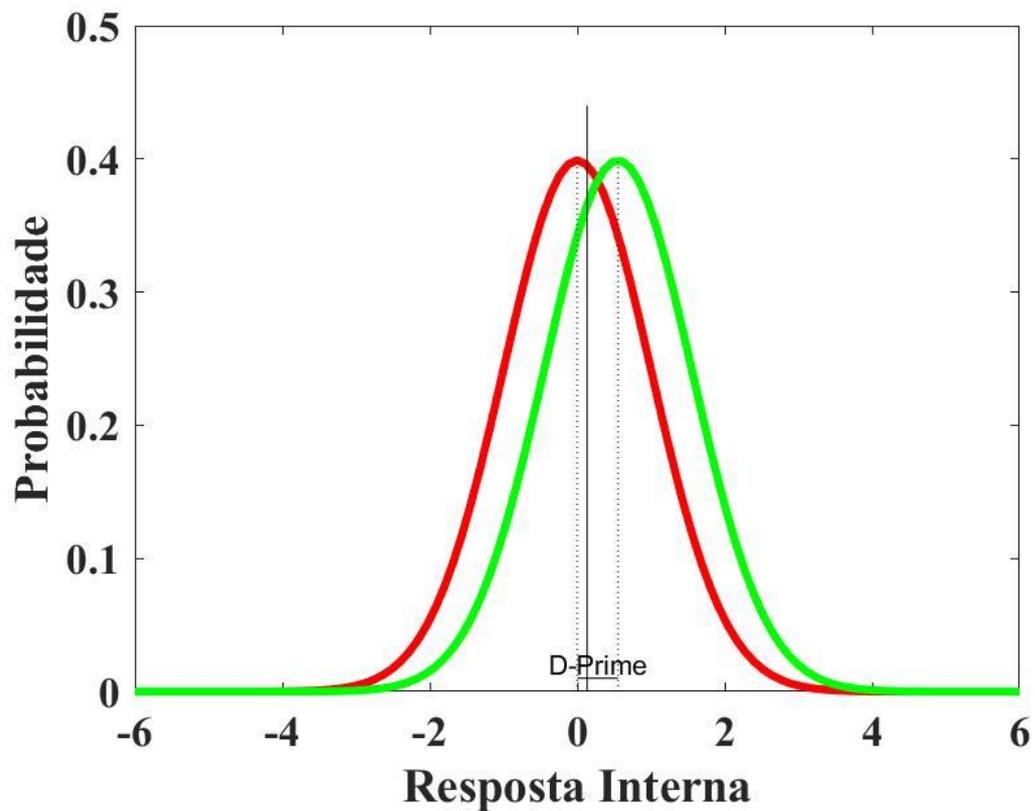
ALUNO 'AB'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	“Errada”	“Certa”
Errada	124	64
Certa	51	64

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	3	29	19
	Correta	3	62	59
Certa	Incorreta	2	23	39
	Correta	4	20	40



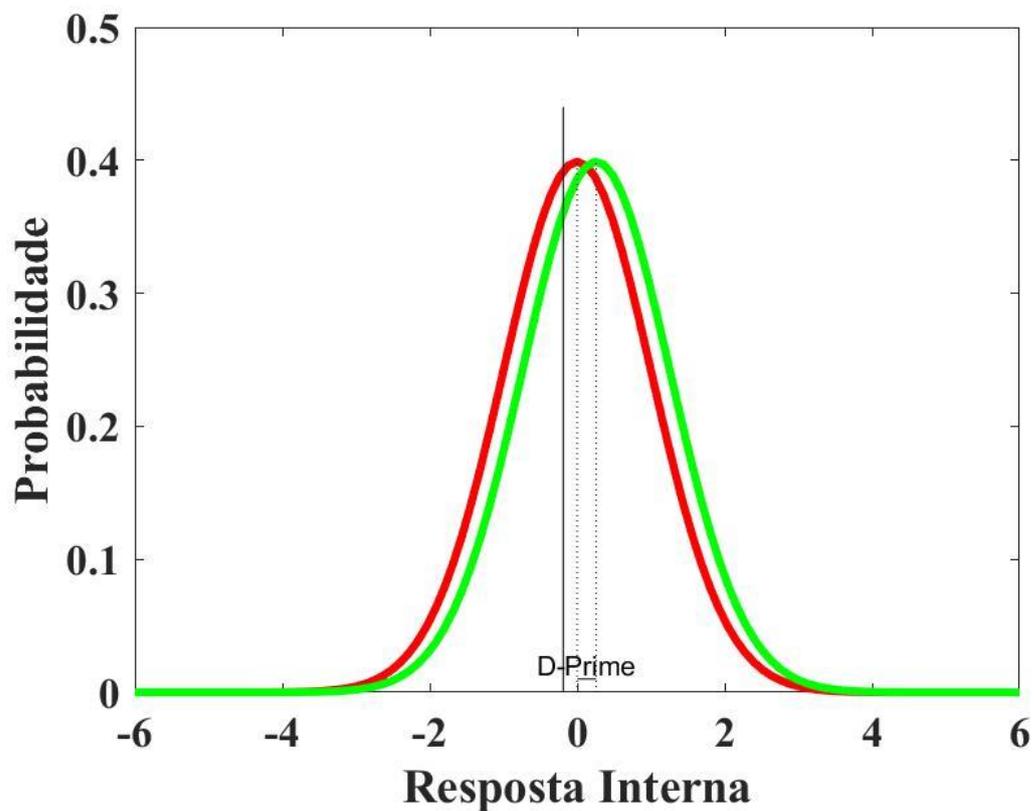
ALUNO 'AS'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	86	95
Certa	42	70

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	6	12	24
	Correta	10	25	51
Certa	Incorreta	9	38	48
	Correta	6	20	44



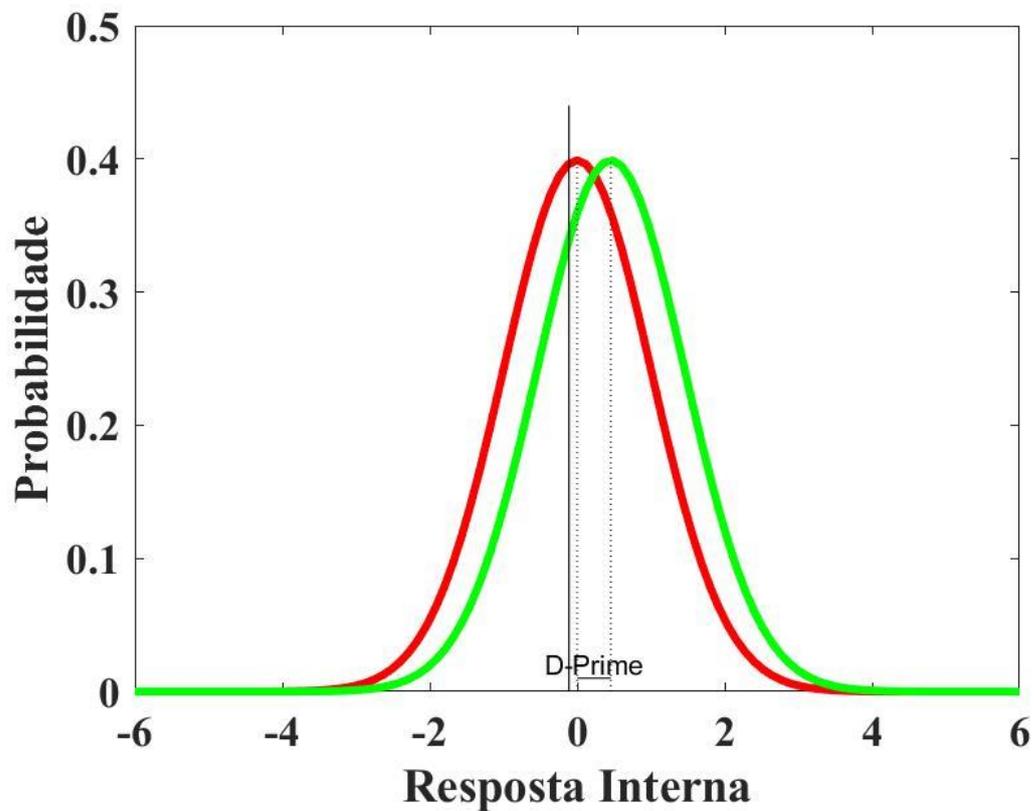
ALUNO 'AL'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	100	83
Certa	40	69

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	19	17	4
	Correta	39	54	7
Certa	Incorreta	39	40	4
	Correta	18	42	9



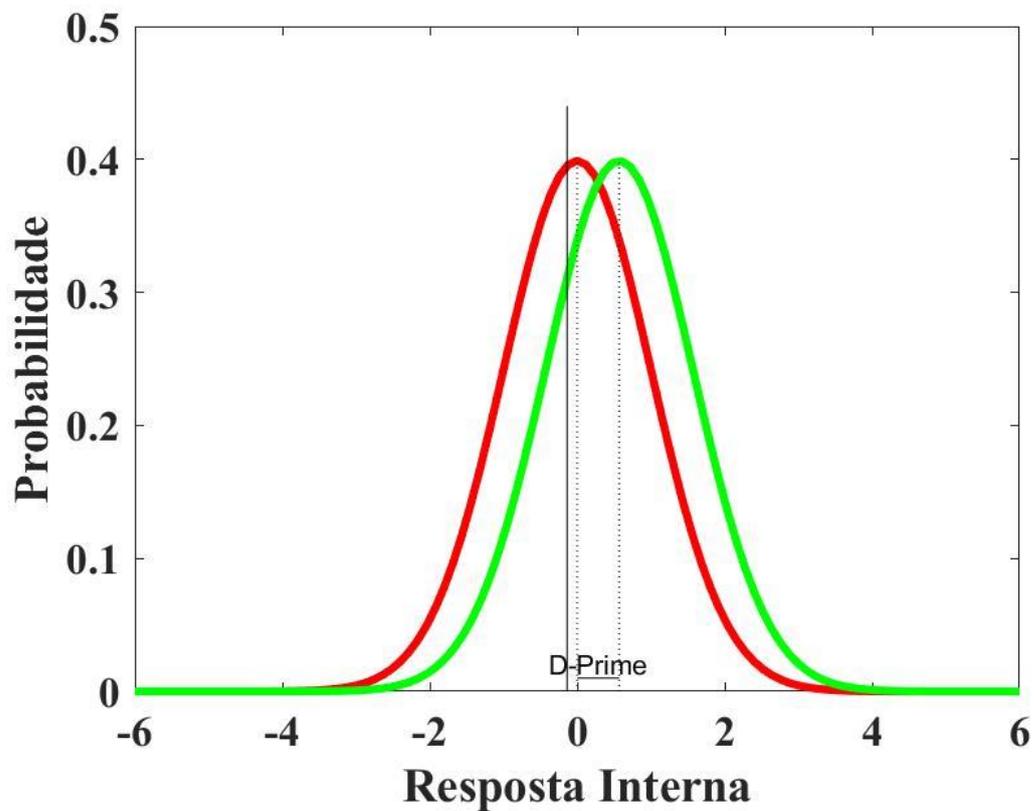
ALUNO 'BC'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	105	83
Certa	38	75

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	15	9	14
	Correta	32	30	43
Certa	Incorreta	29	24	30
	Correta	18	19	38



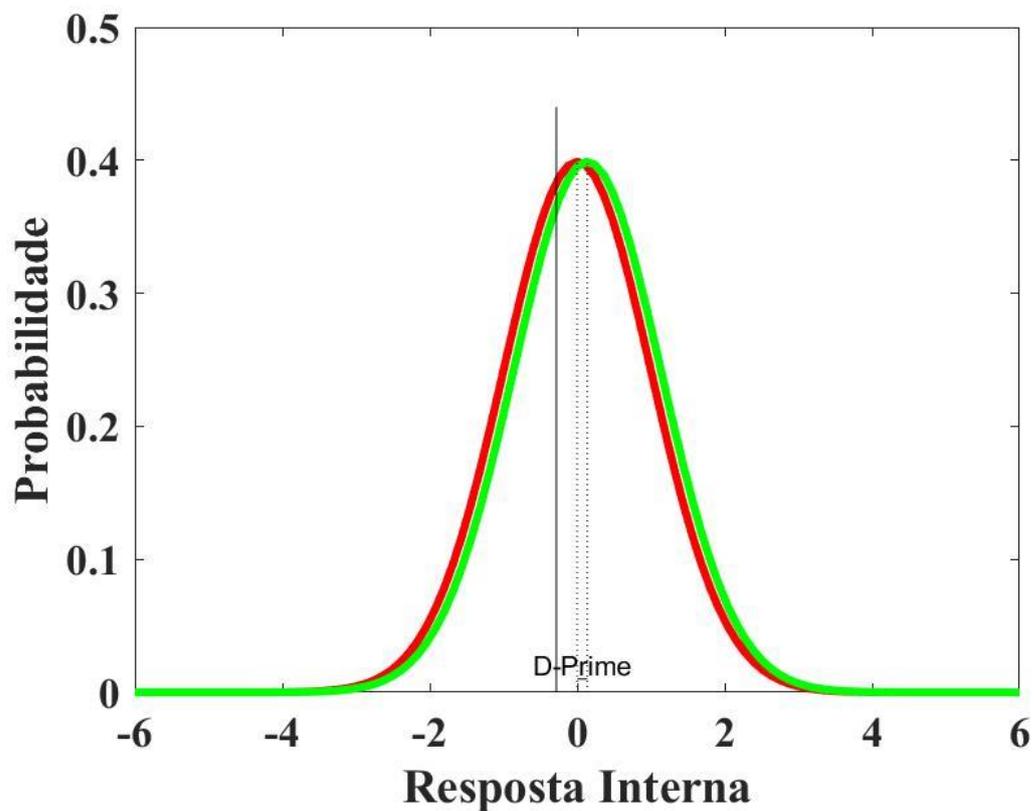
ALUNO 'FL'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	78	110
Certa	41	72

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	7	17	17
	Correta	17	33	28
Certa	Incorreta	28	47	35
	Correta	19	40	13



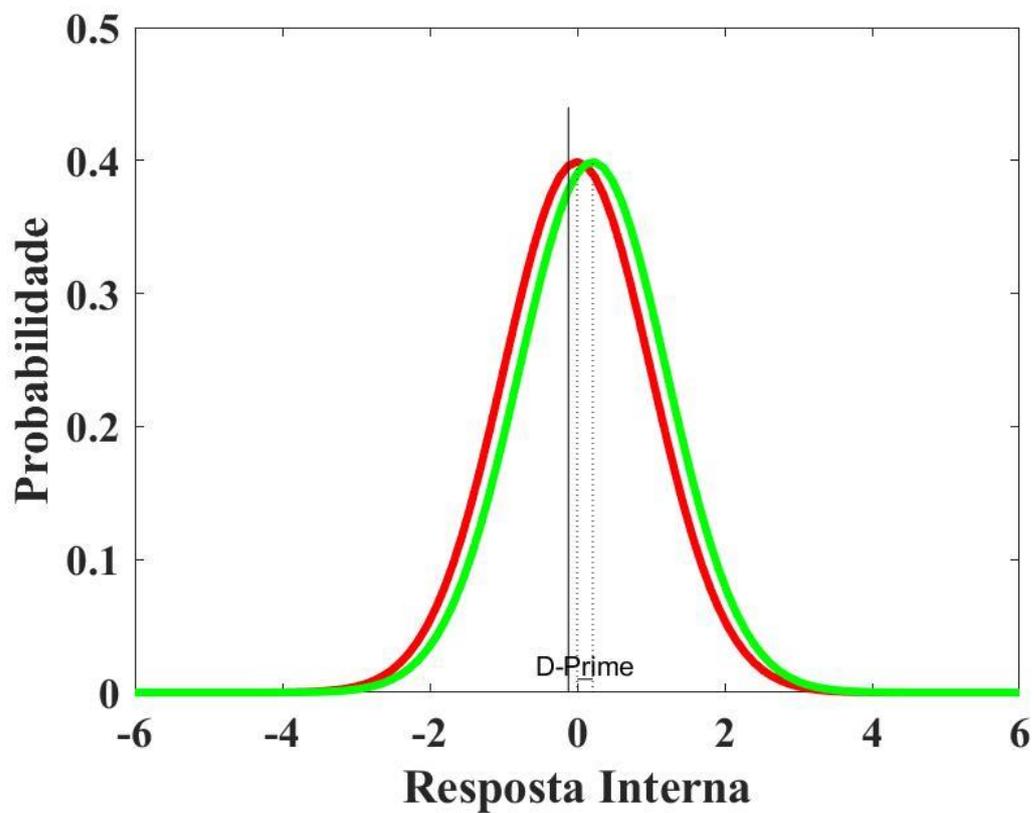
ALUNO 'HN'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	88	90
Certa	44	63

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	13	30	1
	Correta	22	64	2
Certa	Incorreta	22	65	3
	Correta	12	49	2



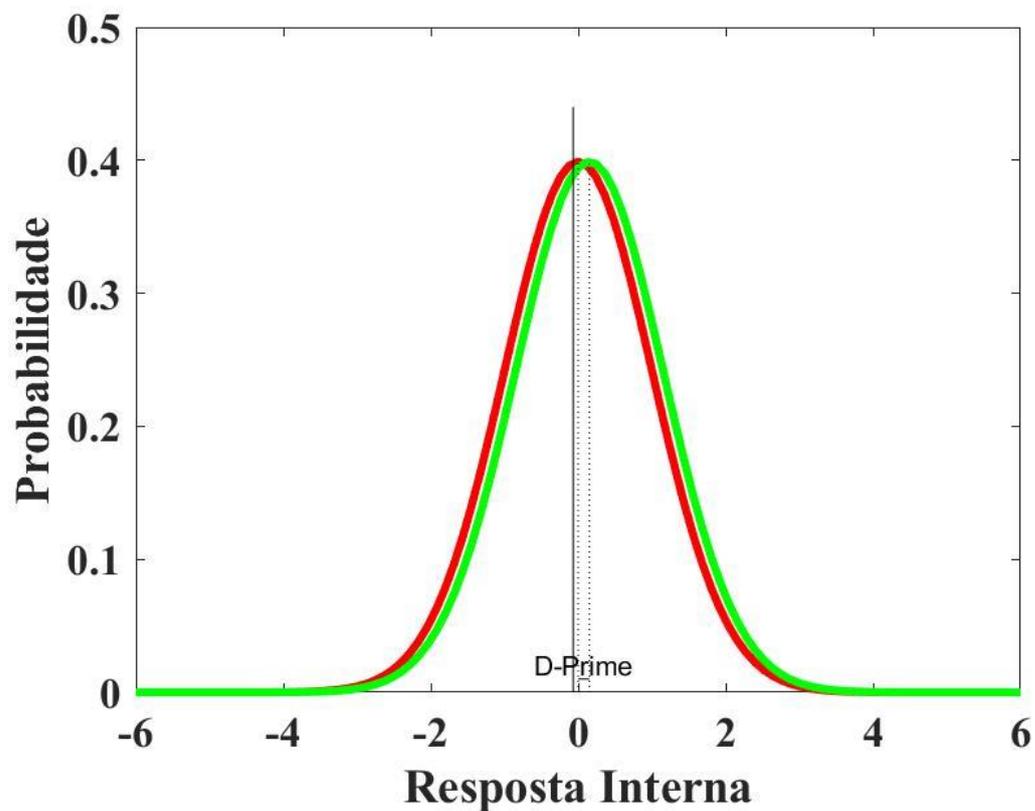
ALUNO 'HA'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	96	96
Certa	50	63

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	22	22	6
	Correta	47	36	13
Certa	Incorreta	34	46	15
	Correta	25	27	11



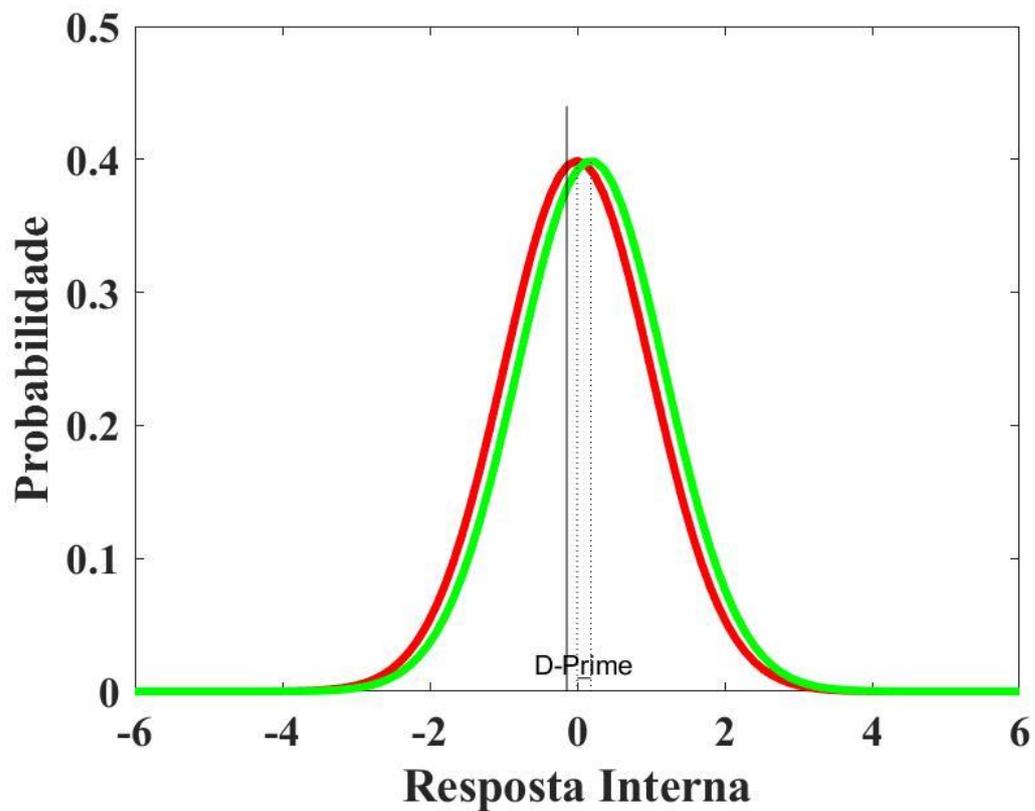
ALUNO 'HF'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	88	95
Certa	44	64

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	6	20	18
	Correta	13	28	47
Certa	Incorreta	12	43	40
	Correta	11	20	33



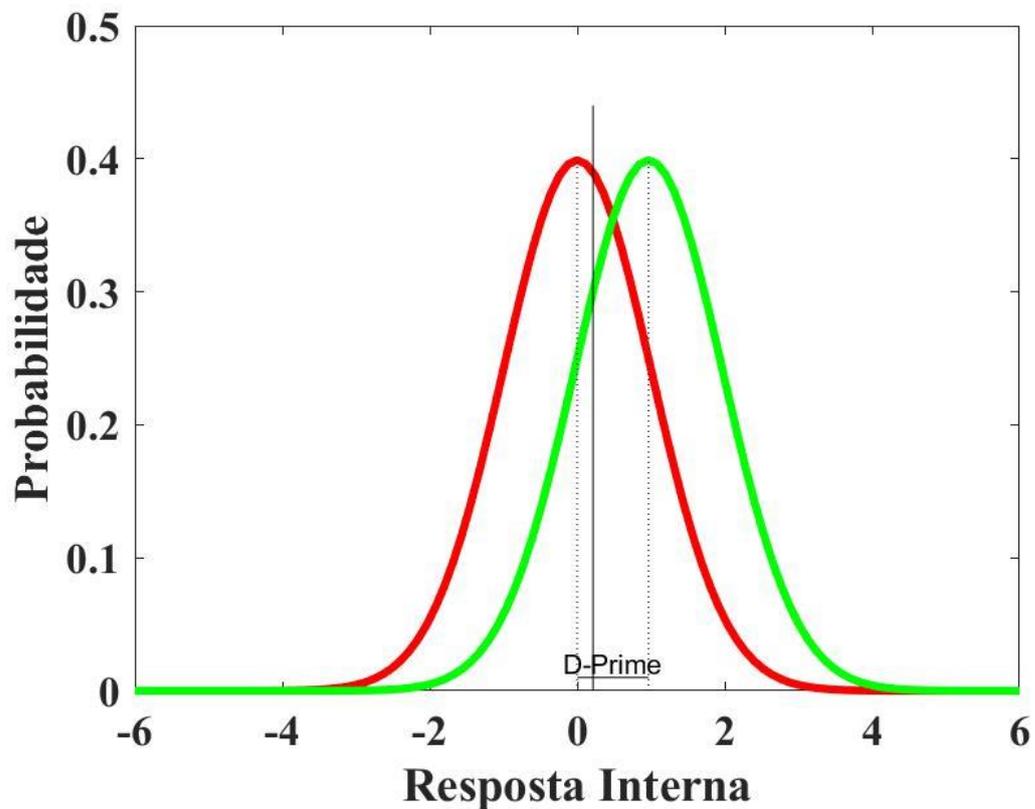
ALUNO 'IC'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	125	40
Certa	39	60

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	31	4	4
	Correta	88	32	5
Certa	Incorreta	24	11	5
	Correta	39	18	3



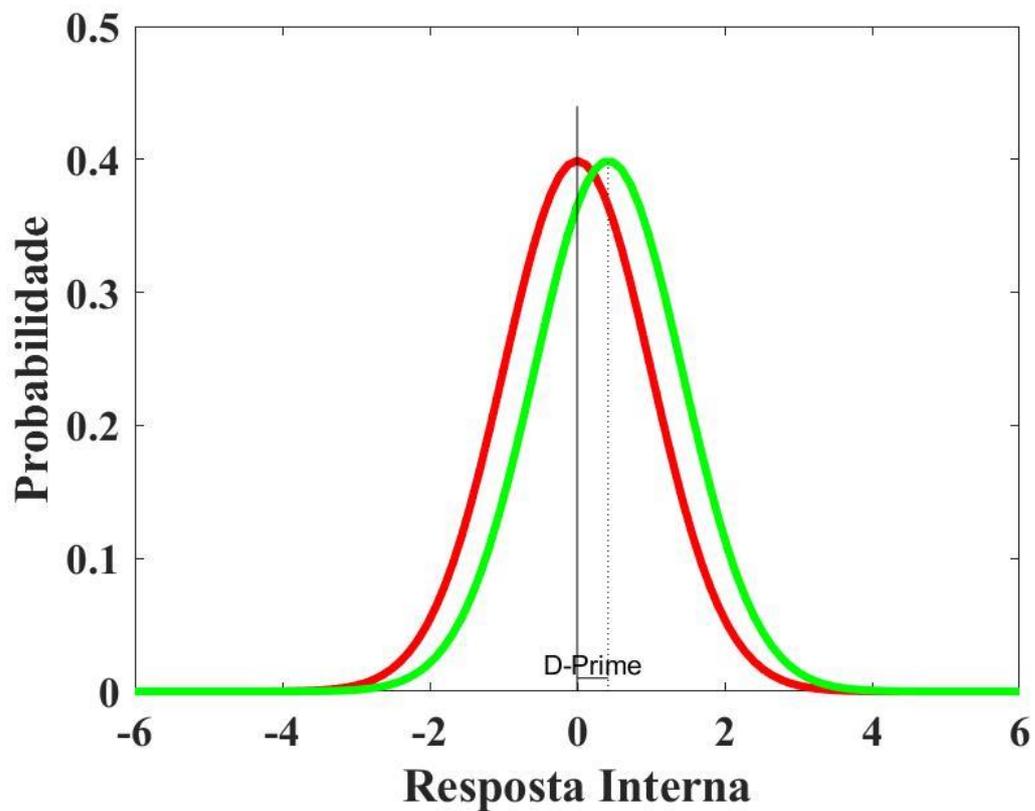
ALUNO 'JF'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	105	75
Certa	45	63

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	11	12	22
	Correta	29	20	56
Certa	Incorreta	31	20	24
	Correta	17	15	31



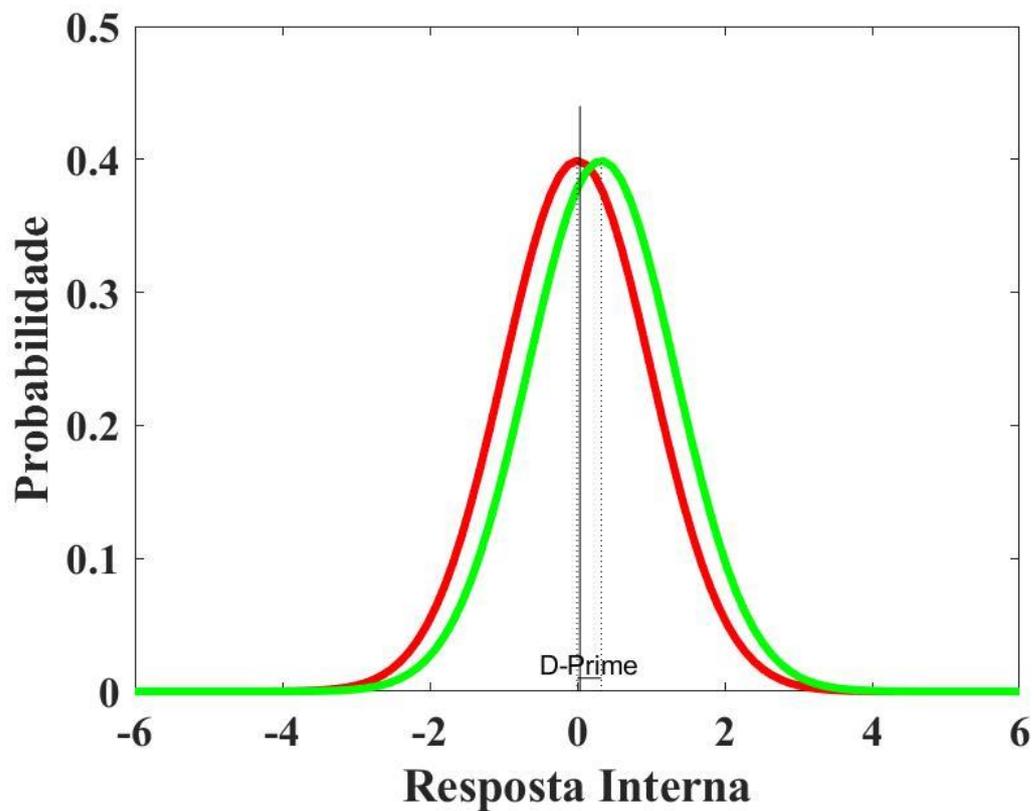
ALUNO 'JS'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	“Errada”	“Certa”
Errada	98	71
Certa	45	55

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	24	6	15
	Correta	31	22	45
Certa	Incorreta	23	19	29
	Correta	13	12	30



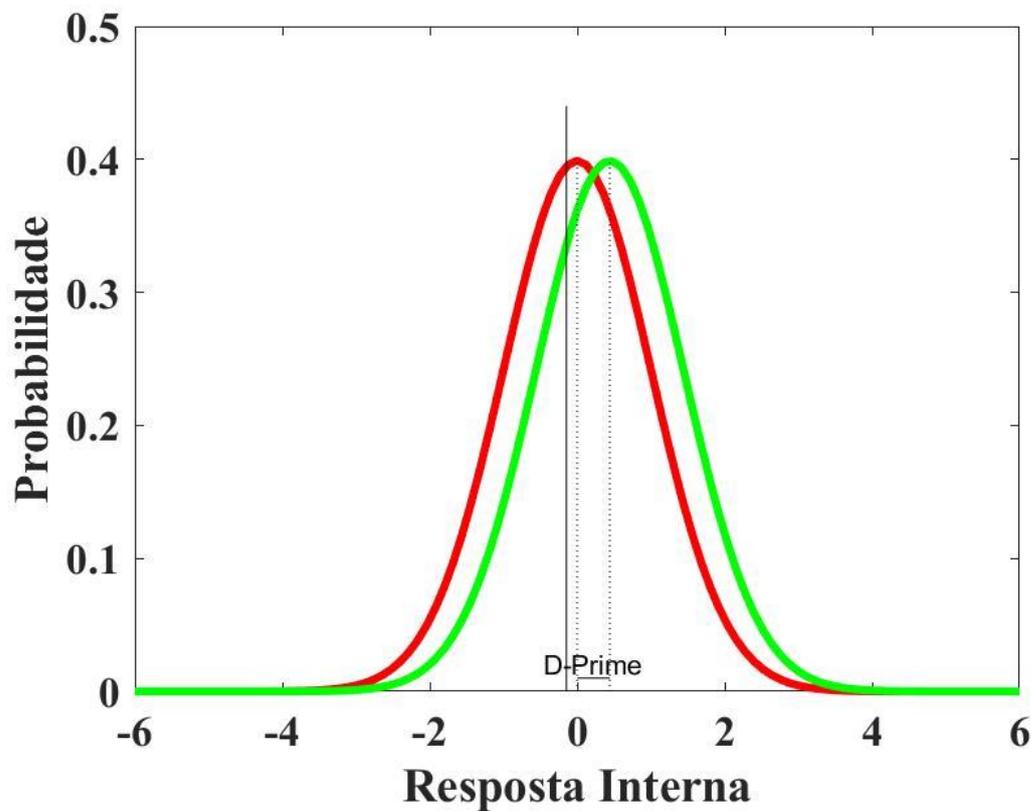
ALUNO 'KN'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	97	86
Certa	40	72

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	11	21	8
	Correta	10	42	45
Certa	Incorreta	18	41	27
	Correta	21	29	22



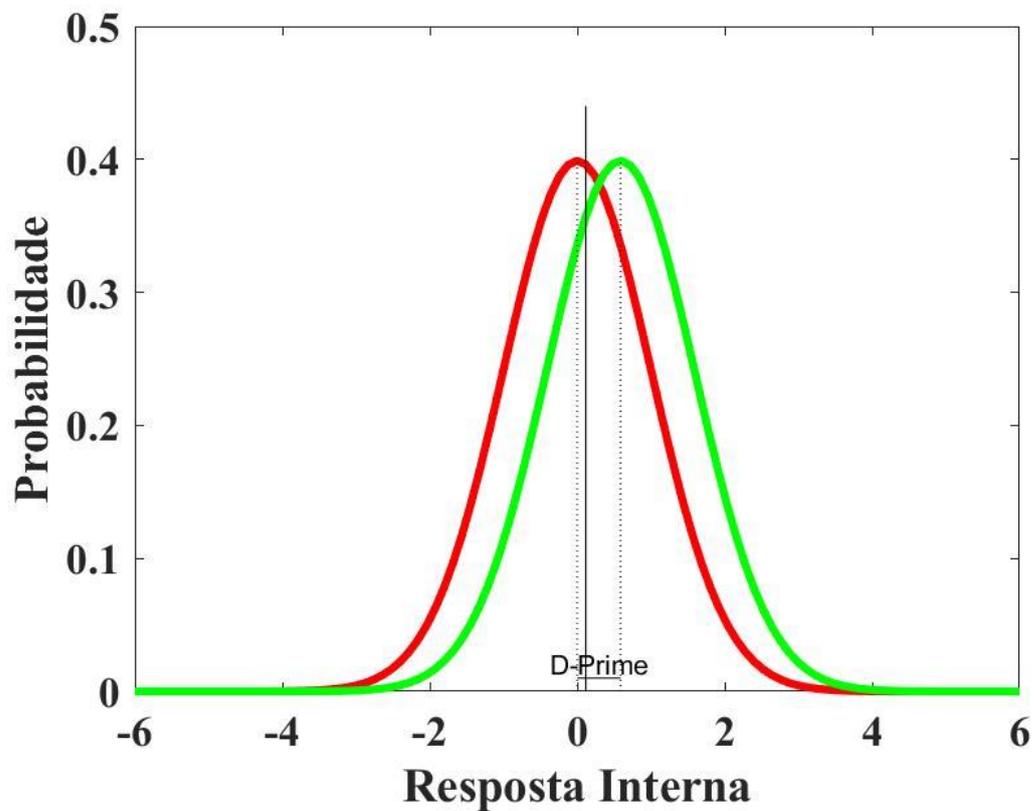
ALUNO 'LN'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	“Errada”	“Certa”
Errada	122	63
Certa	46	61

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	19	24	3
	Correta	40	56	26
Certa	Incorreta	32	26	5
	Correta	21	28	12



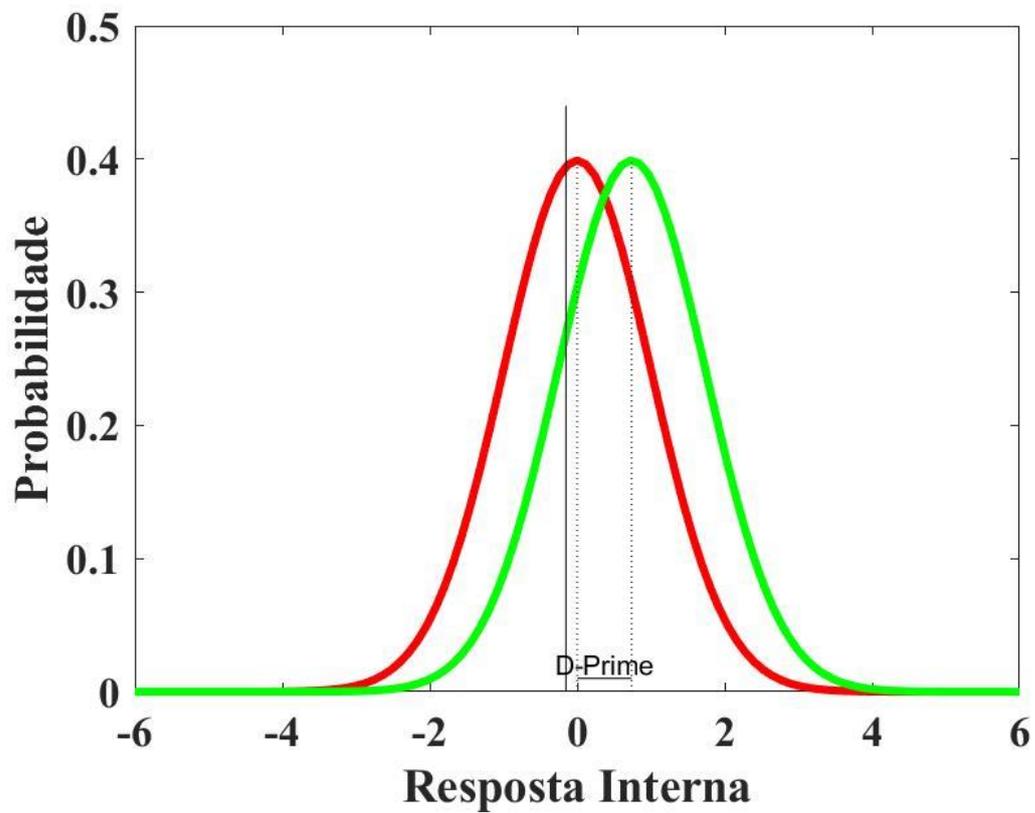
ALUNO 'MF'

Tabela SDT1

Tabela SDT2

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	113	80
Certa	34	79

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	3	3	28
	Correta	13	11	89
Certa	Incorreta	6	15	59
	Correta	6	10	63



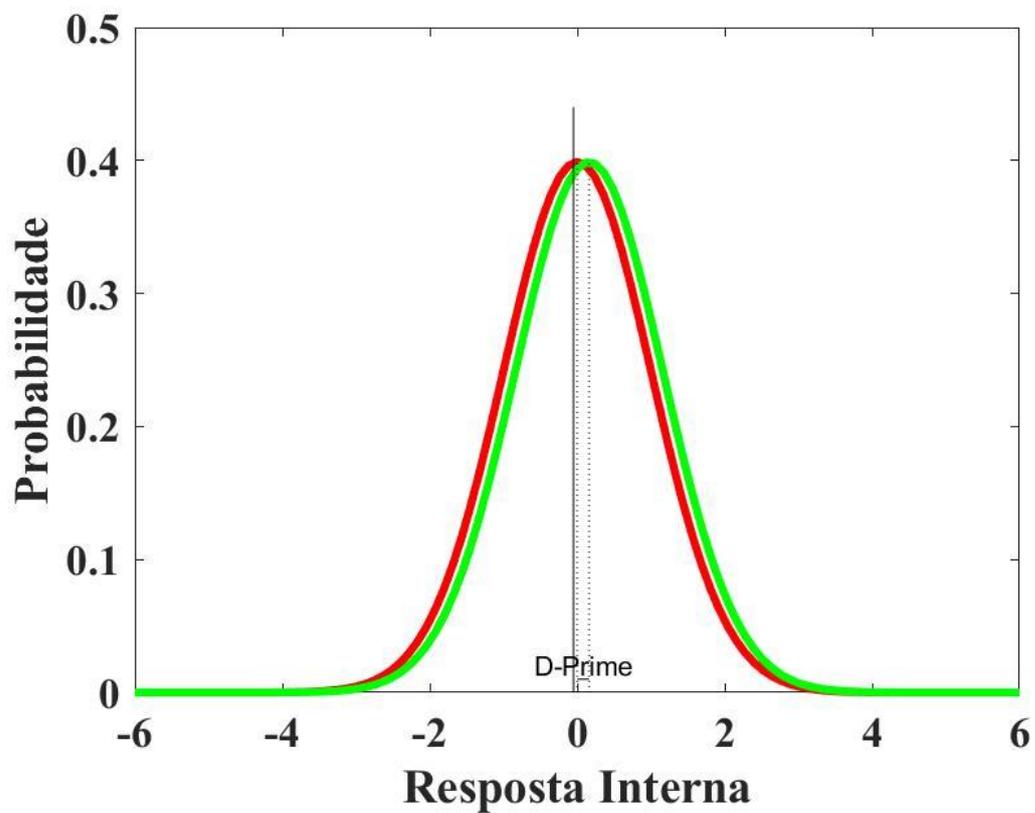
ALUNO 'MS'

Tabela SDT1

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	87	83
Certa	47	58

Tabela SDT2

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	7	8	32
	Correta	14	24	49
Certa	Incorreta	16	19	48
	Correta	13	7	38



ALUNO 'RS'

Tabela SDT1

Tabela SDT2

Gabarito	Resposta	
	"Errada"	"Certa"
Errada	80	104
Certa	40	73

Resposta	Gabarito	Confiança Baixa (3)	Confiança Média (2)	Confiança Alta (1)
Errada	Incorreta	40	0	0
	Correta	71	7	2
Certa	Incorreta	96	7	1
	Correta	63	7	3

