



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**TRANSPONDO PROCEDIMENTOS PSICOMÉTRICOS**  
**PARA A ÁREA DA EDUCAÇÃO COM VISTAS À**  
**CONSTRUÇÃO DE EXAMES ESCOLARES**  
**ENQUANTO DIAGNÓSTICO**

**AQUILES AUGUSTO MACIEL PIRES**

**BELO HORIZONTE – MG**

**FEVEREIRO 2019**

**AQUILES AUGUSTO MACIEL PIRES**

**TRANSPONDO PROCEDIMENTOS PSICOMÉTRICOS  
PARA A ÁREA DA EDUCAÇÃO COM VISTAS À  
CONSTRUÇÃO DE EXAMES ESCOLARES  
ENQUANTO DIAGNÓSTICO**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais  
como requisito parcial para obtenção do título de  
Doutor em Neurociências.**

**Orientador: Prof. Dr. Cristiano Mauro Assis Gomes**

**Área de Concentração: Neurociências Básicas.**

**BELO HORIZONTE – MG**

**FEVEREIRO 2019**

043 Pires, Aquiles Augusto Maciel.

Transpondo procedimentos psicométricos para a área da educação com vistas à construção de exames escolares enquanto diagnóstico [manuscrito] / Aquiles Augusto Maciel Pires. – 2019.

117 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Mauro Assis Gomes.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Neurociências.

1. Neurociências - Teses. 2. Metacognição. 3. Educação. 4. Avaliação educacional. 5. Metodologia. I. Gomes, Cristiano Mauro Assis. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 612.8

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu protetor, a quem devo tudo em minha existência.

A todos os meus ancestrais, o respeito e o agradecimento por me terem proporcionado a existência.

Ao meu pai, José Domingos, e à minha mãe, Narcisa, por terem me dado a vida e por terem se dedicado com tanto esforço e carinho para me formar e educar.

À minha amada esposa, Hilda, e meus queridos filhos, Fernando, Luciana e Marcos, por me oferecerem, graciosamente, suporte psicológico e emocional sem os quais seria impossível chegar até aqui.

Às minhas netinhas, Isa, Malu e Juju, por terem sido compreensivas e terem me dado sossego, nem sempre sem brigar comigo, quando precisei.

Aos meus irmãos, Domingos, Júnia e Camilo, aos meus cunhados, Carmem, Gustavo e Valéria, aos sobrinhos Mingo, Letícia, Lorena, Lívia e Sofia pela torcida e incentivo.

Ao meu genro, Adinam e às minhas noras, Juliana e Luci pelo incentivo e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cristiano Mauro Assis Gomes, a quem respeito muito, não só pelo conhecimento, mas também pela pessoa maravilhosa que sempre foi e pela quantidade e qualidade de conhecimento que me proporcionou.

Aos meus colegas de trabalho, por me apoiarem e compreenderem os momentos de turbulência tão naturais nesta empreitada.

A todos os meus alunos e alunas. Todos, de hoje e de ontem, são o motivo de eu ter chegado aonde cheguei.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo enriquecimento intelectual que me proporcionaram.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais, em especial à Verônica Magalhães, ao Jhonys e ao Márcio pela parceria e apoio fundamentais nessa caminhada.

Ao meu amigo, parceiro e professor de inglês, Arnaldo, pela colaboração inestimável.

À minha dileta amiga, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Danielle Marra por me ter mostrado o caminho e incentivado muito o meu caminhar.

Aos meus amigos professores de física Delton Wagner Teixeira, Ennio Alberto Filho, Everton Luiz Martins da Paixão, Fernanda de Lourdes Almeida Cruz, Ronaldo Marchezini, Vanessa Aparecida Ferreira e aos psicólogos Isabella Santos Linhares, Marcio Alexander Castillo Diaz e Tatiana Teixeira Álvares pela inestimável colaboração para a realização deste trabalho.

Aos professores membros da banca – Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Cybelle Maria Veiga Loureiro, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Elizabeth do Nascimento, Prof. Dr. Alexandre José de Souza Peres e Prof. Dr. Renato Tocantins Sampaio – pela inestimável contribuição para o conteúdo final desta Tese.

E aos diretores do Galo dos últimos quatro anos por terem montado times medíocres o suficiente para me manter longe dos estádios e das transmissões esportivas (Por favor, a partir de agora façam times decentes, competitivos e vencedores!).

**LISTA DE ABREVIATURAS**

CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

FAE – Faculdade de Educação

MAI – Metacognitive Monitoring Instrument

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

SAT – Scholastic Aptitude Test

SAT – Scholastic Assessment Test

TOEFL – Test of English as a Foreign Language

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

## LISTA DE FIGURAS

### **Introdução**

Figura 1. Esquema representativo do problema da Tese..... 17

### **Estudo 1**

Figura 1. Modelo hipotético de um conjunto de fatores..... 31

Figura 2. Aspecto de uma curva Gaussiana de uma distribuição de níveis de dificuldade de questões de provas..... 38

### **Estudo 2**

Figura 1. A estrutura de testlets proposta pela metodologia..... 59

Figura 2. Exemplo de uma questão de um exame escolar metacognitivo..... 61

Figura 3. Página frontal de um exame escolar metacognitivo de física..... 68

Figura 4. Exemplo de questão de domínio de conteúdo de um exame escolar metacognitivo..... 73

**LISTA DE TABELAS****Estudo 1**

Tabela 1. Conteúdo Programático do livro de Física do Ensino Médio..... 38

Tabela 2: Uma possibilidade de estrutura de uma Matriz de Conteúdos..... 41

**Estudo 2**

Tabela 1: Os Domínios Gerais Metacognitivos e Exemplos de Habilidades Metacognitivas nos Domínios Gerais Metacognitivos..... 52

Tabela 2: Definição e exemplos dos 3 tipos de erros introduzidos nas questões de monitoramento..... 65



## RESUMO

As provas escolares exercem função relevante como fonte de informações utilizadas por professores para a elaboração de diagnósticos tanto do domínio de conteúdos acadêmicos quanto do próprio processo de aprendizagem dos seus alunos. Apesar disso, a escola, geralmente, tem limitado a utilização dos exames escolares à finalidade de aprovação ou reprovação dos alunos, subutilizando sua função de diagnóstico. Diagnosticar o conhecimento do aluno é uma atividade importante da prática docente, pois o diagnóstico permite que o professor elabore de forma mais eficaz seu planejamento e intervenção pedagógica. Nesse sentido, o papel das provas escolares como diagnóstico do conhecimento do aluno e do seu processo de aprendizagem é um aspecto que deve ser enfatizado. No entanto, existem desafios técnicos a serem vencidos para que as provas escolares possam ser diagnósticos consistentes. Demandas como validade e confiabilidade, o manejo na elaboração de questões, o relacionamento entre as questões e os domínios escolares a serem aferidos, entre outros aspectos, precisam ser consideradas. Levando em conta a problemática apontada, esta Tese busca contribuir com a iniciativa de ênfase dos exames escolares enquanto diagnóstico. Para tal, esta Tese propõe a transposição de conhecimentos da psicometria para o campo da educação que permita trazer elementos técnicos que subsidiem exames escolares enquanto diagnóstico. O primeiro estudo desta Tese problematiza e aponta elementos fundamentais que sustentariam uma prova escolar como diagnóstico. Além disso, este estudo identifica e descreve três procedimentos de elaboração de provas escolares frequentemente utilizados pelos professores e que têm sido dificultadores para que as provas possam apresentar evidências de validade e confiabilidade. Ao mesmo tempo em que discute esses procedimentos, este estudo apresenta ações alternativas que os professores podem empregar a fim de evitar que as provas elaboradas por eles apresentem os problemas apontados. Já o segundo estudo elabora e apresenta uma metodologia que engloba em um mesmo exame a

aferição de domínios escolares e de variáveis preditoras do desempenho acadêmico. A metodologia integra a aferição de domínios escolares com quatro habilidades metacognitivas: *feeling-of-knowing*, autogerenciamento, julgamento e monitoramento (detecção de erro). São relatadas três propriedades fundamentais que suportam a metodologia proposta. Uma aplicação é apresentada. Em suma, por meio dos dois estudos, esta Tese apresenta, discute e propõe ações que visam tornar as informações provenientes dos exames escolares, não somente mais corretas, do ponto de vista de validade e confiabilidade, mas também mais ricas, ao incorporarem preditores do rendimento acadêmico. Espera-se que essa Tese e as ações propostas incentivem os professores e a escola a elaborarem e enfatizarem exames escolares enquanto diagnóstico.

Palavras chave: avaliação educacional, metacognição, exame escolar metacognitivo, educação, metodologia.

## ABSTRACT

School exams perform a major role as a source of information used by teachers for the elaboration of diagnoses both of the domain of academic content and of the learning process of their students. In spite of this, the school has generally restricted the use of school exams for the purpose of success or failure of the students, underutilizing their diagnostic function. Diagnosing student's knowledge is an important of the activity of the teaching practice, since it allows the teacher to more effectively elaborate his/her pedagogical planning and intervention. In this sense, the role of school exams as a diagnostic of the student's knowledge and learning process is an aspect that should be emphasized. However, there are technical challenges to overcome so that school exams can be consistent diagnoses. Problems of validity and reliability, handling with the elaboration of questions, the relationship between the questions and the school domains to be checked, among other aspects, need to be considered. Taking into account the problematics pointed out, this Thesis seeks to contribute with the initiative of emphasizing the school exams as a diagnosis. Thus, this Thesis proposes the transposition of some knowledge of psychometrics the education field that allows to bring technical elements that subsidize the elaboration of school exams as a diagnosis. The first study of this Thesis problematizes and points out fundamental elements that would support the school exams as a diagnosis. In addition, this study identifies and describes three procedures for the preparation of school exams often used by teachers and which have made it difficult for the exams to present evidence of validity and reliability. At the same time as it discusses these procedures, this study presents alternative actions that teachers can use in order to avoid that exams elaborated by them present the problems above mentioned. The second study elaborates and presents a methodology that integrates in the same exam the verification of school domains and variables that predict academic performance. This methodology integrates the assessment of school domains with four metacognitive abilities:

feeling-of-knowing, self-management, judgement and monitoring (error detection). Three fundamental properties that support the proposed methodology are reported. An application is showed. In summary, through these two studies, this Thesis presents, discusses and proposes actions that aim to make information from school exams not only more correct, from the point of view of validity and reliability, but also richer, by incorporating predictors of the academic performance. It is hoped that this thesis and the proposed actions will encourage teachers and the school to elaborate and emphasize school exams as a diagnosis.

Key words: educational assessment, metacognition, metacognitive school exams, education, methodology.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	III
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS .....	VIII
RESUMO.....	IX
ABSTRACT .....	XI
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Motivação pessoal.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Problema e Objetivos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Delineamento da Tese.....</b>	<b>18</b>
<b>2. Estudo 1: Três Procedimentos Equivocados na Elaboração de Provas Escolares: Explicitação e Discussão.....</b>	<b>25</b>
<b>1. Apresentação do pressuposto fundamental.....</b>	<b>25</b>
<b>2. “A-busca-de-tudo-englobar” ou o princípio do “Quanto mais, melhor” .....</b>	<b>26</b>
<b>3. “O-cerne-está-no-desempenho-médio”, ou princípio “A virtude está no meio” .....</b>	<b>33</b>
<b>4. “A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação”, ou princípio da “Livre criação”.....</b>	<b>39</b>
<b>5. Considerações finais .....</b>	<b>44</b>
<b>6. Referências .....</b>	<b>46</b>
<b>3. Estudo 2: Proposição de um Método para Elaborar Exames Escolares Metacognitivos.....</b>	<b>49</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>49</b>
<b>2. Apresentando a metodologia para criar exames escolares metacognitivos .....</b>	<b>51</b>
<b>2.1 Definindo as habilidades metacognitivas alvo.....</b>	<b>51</b>
<b>2.2 Definindo as propriedades fundamentais da metodologia.....</b>	<b>54</b>
<b>2.2.1 Propriedade 1: Condições Mínimas Para a Validade de Exames Escolares ....</b>	<b>55</b>
<b>2.2.2 Propriedade 2: Incorporando as Habilidades Metacognitivas nos Exames Escolares por Intermédio de <i>Testlets</i> .....</b>	<b>58</b>
<b>2.2.3 Propriedade 3: Definindo os Comandos dos Itens e os Tipos de Erros Usados para a Aferição do Monitoramento .....</b>	<b>60</b>
<b>3. Aplicação da metodologia .....</b>	<b>69</b>
<b>4. Considerações finais .....</b>	<b>76</b>
<b>5. Referências .....</b>	<b>78</b>

<b>4. Considerações finais .....</b>	<b>86</b>
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>88</b>
<b>6. Referências .....</b>	<b>92</b>
<b>7. Anexo .....</b>	<b>97</b>

## **1. Introdução**

### **1.1 Motivação pessoal**

Sou formado em Física pela UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais – e, desde meados da década de 80 trabalho na área da Educação, tanto em salas de aula, como professor, quanto fora dela, como administrador. O processo de avaliação e a elaboração de provas escolares, pela importância que desempenham no processo educacional, sempre foram foco da minha atenção. Diagnosticar o conhecimento do aluno e do seu processo de aprendizagem, para mim, é o “calcanhar de Aquiles” da educação. No entanto, diagnosticar depende diretamente da qualidade das informações fornecidas pelas provas que, por sua vez, dependem da qualidade das provas elaboradas. São fatores importantes e complexos e que sempre mereceram minha atenção.

Durante meus períodos de capacitação profissional, tive a oportunidade de desenvolver dois trabalhos ligados a exames escolares. O primeiro deles foi durante a Especialização, feita no CECIMIG/FAE/UFMG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Um dos objetivos deste trabalho foi o de analisar o papel do currículo e da avaliação na perspectiva da abordagem CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade. O segundo trabalho, desenvolvido durante o Mestrado, realizado no CEFETMG – Centro de Educação Tecnológica de Minas Gerais, – tratava da chamada educação empreendedora. Parte desse trabalho abordava as características da avaliação escolar em cursos técnicos de formação gerencial.

No Programa de Doutorado em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais, tive a oportunidade de desenvolver estudos no campo da metacognição,

orientado do Professor Doutor Cristiano Mauro Assis Gomes. A possibilidade de utilização de habilidades metacognitivas em exames escolares como variáveis preditoras de desempenho acadêmico foi muito instigante, visto que isso abria novas perspectivas de construção de provas. Somado a este, outro fator foi a possibilidade da utilização de procedimentos da psicometria na elaboração de exames escolares, o que não é tradição na área da educação. A possibilidade de transpor procedimentos da psicometria para a área de elaboração de exames escolares, situação pouco comum nessa área, além da possibilidade de uso de variáveis preditoras de rendimento acadêmico, além das usualmente utilizadas, foram grandes motivadores para o trabalho desta Tese.

## **1.2 Problema e Objetivos**

A escola, em que pese a importância das provas escolares como uma das principais fontes de informações para ela e para os professores, geralmente tem limitado a utilização desta ferramenta basicamente à função de definir a aprovação dos alunos em disciplinas e séries, subutilizando sua finalidade de diagnóstico do conhecimento do aluno. Porém, restringir dessa maneira a utilização das provas escolares empobrece as informações que elas fornecem ao professor, causando prejuízo às ações pedagógicas que ele pode implementar junto aos alunos a fim de intervir no processo de aprendizagem deles.

Destarte, é importante que a função de provas escolares enquanto diagnóstico do conhecimento do aluno e do seu processo de aprendizagem seja enfatizada (Luckesi, 1998; Kraemer, 2005; Wyk & Carl, 2010). Neste sentido, esta Tese propõe a transposição de procedimentos da psicometria para o processo de elaboração de provas escolares e também a inserção nelas de variáveis de predição de rendimento acadêmico. A confecção de provas escolares por intermédio destes procedimentos, possibilita que



elas apresentem validade e a confiabilidade, duas qualidades essenciais para os instrumentos de coleta de dados. Entretanto, a literatura mostra que, geralmente, os métodos tradicionais de elaboração das provas escolares não utilizam processos psicométricos, além de se apoiarem em crenças e princípios inadequados, fatores que dificultam que elas apresentem indícios de validade e confiabilidade (Pires & Gomes, 2017; Vianna, 1984).

Tradicionalmente, aspectos socioeconômicos, motivacionais e cognitivos têm sido usados para a predição de rendimento acadêmico (Martinelli & Sassi, 2010; Rocha, Leles & Queiroz, 2018). Porém, a literatura tem mostrado que também a metacognição é relevante para auxiliar nesta predição (Gomes & Golino, 2012a; 2012b; Veenman & Spaans, 2005; Veenman, 2008). Trabalhos nesse campo indicam que as habilidades metacognitivas podem ser desenvolvidas e aprimoradas via instrução e treinamento e que alunos com um maior grau de metacognição alcançam um nível de rendimento escolar também maior (Lai, 2011; Van der Stel et al., 2010).

Isso posto, os aspectos centrais do problema da Tese apresentado aqui são representados, esquematicamente na Figura 1.



Figura 1. Esquema representativo do problema da Tese

Esta Tese tem os seguintes objetivos específicos, alinhados com os objetivos maiores expostos:

- (i) apontar elementos fundamentais da psicometria que precisam ser inseridos nas provas escolares,
- (ii) propor um método para a elaboração de questões de provas que observem parâmetros psicométricos, além de
- (iii) propor uma metodologia de construção de um Exame Escolar Metacognitivo que faça a aferição, ao mesmo tempo, tanto do domínio de um conteúdo de Eletricidade, quanto das habilidades metacognitivas do *feeling-of-knowing*, do monitoramento, do julgamento e do autogerenciamento.

### **1.3 Delineamento da Tese**

Esta Tese está estruturada em dois estudos, cada um deles apresentando ordenação e objetivos próprios, porém conectados entre si pelos objetivos expostos. Em linhas gerais, estes estudos têm o propósito de subsidiar a iniciativa da ênfase nos exames escolares enquanto diagnóstico, propondo a transposição de procedimentos da psicometria para o campo da elaboração de exames escolares, bem como da incorporação de habilidades metacognitivas nas questões dos exames escolares. A finalidade é fornecer elementos para o processo de confecção de exames escolares que possam aprimorar a capacidade dessas ferramentas avaliarem os alunos, gerando informações mais acuradas e consistentes, visto serem elas a principal fonte de informações utilizadas por professores a respeito do conhecimento dos alunos.

O primeiro estudo, – “Três procedimentos equivocados na elaboração de provas escolares: explicitação e discussão” – foi elaborado em uma estrutura teórico argumentativa, ressaltando a perspectiva de que elementos fundamentais sustentariam

uma prova escolar como diagnóstico. Este estudo ressalta a presença de três equívocos frequentes presentes no processo de elaboração de provas escolares, os quais provocam nelas problemas de validade e confiabilidade e, conseqüentemente, a diminuição na capacidade de diagnóstico destes instrumentos. O estudo assume como práticas equivocadas a elaboração de provas escolares com base nos procedimentos nomeados como: (1) “A-busca-de-tudo-englobar” ou princípio do “Quanto mais, melhor”, sustentado pela convicção de que boas provas são aquelas que abordam a maior quantidade possível de conteúdo e são elaboradas com número excessivo de questões ou com questões que tentam aferir muitos conceitos ao mesmo tempo; (2) “O-erne-está-no-desempenho-médio”, ou princípio de “A virtude está no meio”, calçado na crença de que elaborar provas de boa qualidade significa confeccionar a maioria de suas questões apresentado nível médio de dificuldade; e (3) “A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação” ou princípio da “Livre criação”, apoiado na certeza de que é possível elaborar provas de boa qualidade na informalidade pedagógica, ou seja, sem planejar, sistematizar e explicitar o processo de preparação delas. Paralelamente à discussão destes procedimentos, o estudo também apresenta um conjunto de ações que os professores podem usar para que as provas elaboradas por eles não apresentem os problemas apontados.

No campo educacional, avaliar tem o significado de atribuir valor comparativo ao conhecimento adquirido pelo aluno em dado conteúdo escolar, como forma de medir seu desempenho acadêmico, ou mais ainda, coletar e analisar dados suficientemente significativos para demonstrar o conhecimento do aluno e seu estado de aprendizagem (Boggino, 2009, Luckesi, 1998; Kraemer, 2005). A posse dessas informações possibilita ao professor elaborar um diagnóstico do conhecimento do aluno, uma das atividades mais relevantes para os docentes.

De acordo com a etimologia, o termo diagnóstico tem origem na língua grega e significa ser capaz de distinguir, de discernir, de aprender sobre determinados elementos (Luckesi, 2002; Novaes, 1968). De acordo com essa autora, no âmbito educacional, diagnosticar significa avaliar o processo de aprendizagem do aluno com o intuito de aproximar-se da compreensão e possível intervenção neste processo. Nesse sentido, qualquer intervenção pedagógica deve ser antecedida por um diagnóstico. Um bom diagnóstico é imprescindível para orientar o trabalho docente, pois permite que os professores elaborem de forma mais eficaz seus planejamentos e organizem intervenções pedagógicas objetivando a definição do conteúdo que deve ser ensinado e forma de como ensiná-lo, tornando mais efetivas essas ações educativas (Haydt, 2008; Luckesi, 2002). Nesse sentido, o papel das provas escolares como diagnóstico é um aspecto relevante para o processo educacional que deve ser enfatizado.

No entanto, as provas escolares, via de regra, são confeccionadas com algumas incorreções geradas por concepções e técnicas inapropriadas nas quais os professores geralmente se baseiam (Viana, 1984). Entre outros problemas, podemos citar o relacionamento entre os domínios escolares que serão avaliados e as questões que se destinam a esta aferição, alguns fatores que dizem respeito às técnicas de preparação de questões, além de implicações na validade e confiabilidade das provas escolares elaboradas, duas qualidades fundamentais para os instrumentos de medidas. Validade e confiabilidade são duas qualidades importantes para a precisão das informações dos instrumentos de medida. Validade é conceituada como a verificação se realmente o teste afere a variável que pretende aferir, enquanto a confiabilidade se refere ao grau de coerência e constância dos resultados do teste (Pasquali, 2009).

Na literatura podem ser encontrados a definição de vários tipos de validade, sendo que alguns autores consideram que a tendência atual seja a adoção das validades

de conteúdo, de critério e de construto para a validação de instrumentos de medidas (Oliveira & Nascimento, 2014; Pasquali, 2009, Vasconcelos, Sampaio & Nascimento, 2013). A validade de conteúdo, de forma abrangente, avalia em que intensidade cada item de um teste é suficientemente relevante e representativo de dado construto a ser medido neste teste. Por seu lado, a validade de critério estabelece a validade de um teste comparando-o a um critério externo (padrão de comparação). Já a validade de construto está relacionada ao grau em que os itens de determinado teste abrangem consistentemente o conteúdo deste teste. Em termos da proposta do primeiro estudo, a validade em foco é a de conteúdo.

No que lhe diz respeito, a confiabilidade de um teste está relacionada à replicabilidade deste instrumento e a constância dos resultados obtidos da sua aplicação. Essa qualidade se refere à capacidade de o instrumento gerar o mesmo resultado sempre que for aplicado a diferentes grupos de pessoas, ou for aplicado ao mesmo grupo de pessoas em momentos diferentes. (Heale & Twycross, 2015; Martins, 2006; Pasquali, 2001).

Quanto ao segundo estudo, ele elaborou, apresentou, discutiu e exemplificou uma metodologia de confecção de exames escolares metacognitivos que integram nos exames escolares a aferição de domínios escolares e de habilidades metacognitivas. As habilidades metacognitivas utilizadas pela metodologia são: *feeling-of-knowing*, autogerenciamento, julgamento e monitoramento (detecção de erro).

Três propriedades fundamentais da metodologia apresentada são descritas neste estudo. A primeira propriedade, “Condições Mínimas Para a Validade de Exames Escolares”, determina que os exames escolares devem definir seus construtos alvo e elaborar um conjunto de questões que estejam ligadas a um construto alvo específico, permitindo, assim, a estimativa e medição desses construtos alvo por intermédio de

métodos quantitativos. A segunda propriedade, “Incorporando as Habilidades Metacognitivas nos Exames Escolares por Intermédio de *Testlets*”, estabelece que as questões dos exames devem ser estruturadas como *testes* a fim de permitir a aferição de vários itens na mesma questão. Por sua vez, a terceira propriedade, “Definindo os Comandos dos Itens e os Tipos de Erros Usados para a Aferição do Monitoramento”, estabelece os conteúdos de cada comando da estrutura da questão destinados a aferir o domínio escolar e as habilidades metacognitivas, além de definir os três tipos de erros usados nas questões de aferição do monitoramento. Em seguida o estudo traz um exemplo, passo a passo, de aplicação da metodologia na elaboração do Exame Escolar Metacognitivo de Eletrostática.

Como visto, um aspecto envolvido neste segundo estudo é a integração as questões de aferição de domínios escolares com outras variáveis preditoras de desempenho acadêmico, habilidades metacognitivas. Como desempenho acadêmico, temos que ele é uma medida do progresso de um aluno como resultado do seu processo de aprendizagem (Rocha, Leles & Queiroz, 2018), geralmente expresso por um escore. De acordo com Pasquali (2009), este talvez seja o critério mais utilizado como validação de testes educacionais.

Do seu lado, a metacognição é um construto importante para o campo educacional e seu conceito está associado ao conhecimento que as pessoas possuem sobre o próprio conhecimento (Flavell, 1979). Esse construto abrange duas estruturas – o conhecimento sobre a cognição e a regulação da própria cognição – que envolvem, entre outras propriedades, monitorar, planejar e julgar o comportamento e o raciocínio, aspectos que podem ser desenvolvidos e aprimorados via instrução (Brown, 1987; Flavell, 1976, 1979; Lai 2011; Schraw, Crippen & Hartley 2006). Trabalhos nesse

campo mostram que alunos com um maior grau de metacognição alcançam um nível de rendimento escolar também maior (Lai, 2011; Van der Stel *et al.*, 2010).

Pesquisas mostram que a utilização de habilidades metacognitivas permite ao aluno definir quando e qual estratégia deverá ser utilizada, exercer controle sobre a gestão dos próprios processos cognitivos (Brown, 1987; Flavell, 1979; Silva, Simão & Sá, 2004), melhorar seu desempenho na realização das tarefas escolares e ter confiança nas suas próprias capacidades ao ser avaliado (Andretta *et al.*, 2010; Leite & Darsie, 2011; Portilho & Dreher, 2012; Ribeiro, 2003; Veenman & Verheij, 2003; Veenman, Wilhelm & Beishuizen, 2004). De acordo com Flavell (1979), as habilidades metacognitivas dizem respeito ao controle executivo e auto regulador da operacionalização de conhecimentos necessários para a realização de uma tarefa. Estudos indicam que a capacidade de uso de habilidades metacognitivas pode ser ampliada por intermédio de treinamento, auxiliando na construção do aprendizado auto-regulado, ou seja, a partir da elaboração de um conjunto de habilidades metacognitivas, o aluno pode usá-las para monitorar, verificar e avaliar o sucesso das estratégias que emprega para a solução de uma tarefa (Paris & Winograd, 1990). Por sua vez, estudos mostram que alunos com alto desempenho usam mais estratégias de aprendizagem auto regulada que os de menor desempenho, indicando também que habilidades metacognitivas são boas preditoras de rendimento (Zimmerman & Pons, 1986).

A interpretação dos escores obtidos quando da aplicação do exame escolar metacognitivo é um fator importante a ser considerado. Em termos do rendimento acadêmico, o escore obtido pelo aluno se resume à contagem do número de acertos nas questões relativas à aferição dos domínios escolares. Esse escore pode ser considerado como seu valor absoluto ou pode ser convertido a um valor relativo ao total de pontos atribuído à avaliação. Diferentemente da aferição do domínio escolar, o escore de cada

habilidade metacognitiva não pode ser tomada em valor absoluto, pois pouco ou nenhum significado teria esse valor. De uma forma simplificada, seria possível fazer um estudo via estatística descritiva onde seriam comparados os valores concordantes (1 e 1 ou 0 e 0), ou discordantes (0 e 1 ou 1 e 0) entre duas aferições para uma mesma habilidade nas mesmas questões. Por exemplo, comparar quantas vezes (ou percentual de vezes) que um escore positivo da habilidade de julgamento coincidiu com o escore positivo da aferição do domínio escolar.

Outros índices comparativos podem ser usados, de acordo com a necessidade ou o interesse do professor. Podemos citar, entre outros, os índices de acurácia e de discrepância. Também existe a possibilidade de ser feito o estudo desses escores por intermédio de métodos quantitativos, via análise fatorial, por exemplo. Foge ao objetivo dessa Tese ensinar como calcular esses ou outros índices comparativos.

Em suma, os dois artigos desenvolvem argumentos e apresentam propostas de como elaborar exames escolares enquanto diagnóstico. As próximas seções apresentam os dois artigos gerados pelos estudos desta Tese.



## **2. Estudo 1: Três Procedimentos Equivocados na Elaboração de Provas Escolares: Explicitação e Discussão**

Este estudo gerou o artigo *Three Mistaken Procedures in The Elaboration of School Exams: Explicitness and Discussion*, escrito na língua inglesa e publicado no periódico PONTE Multidisciplinary Journal of Sciences & Research (<http://dx.doi.org/10.21506/j.ponte.2017.3.1>). A seguir temos a tradução deste artigo para a língua portuguesa.

### **Três Procedimentos Equivocados na Elaboração de Provas Escolares:**

#### **Explicitação e Discussão**

##### **1. Apresentação do pressuposto fundamental**

Este artigo centra o seu foco argumentativo em um pressuposto básico. Esse pressuposto afirma que a presença de três procedimentos equivocados, os quais têm servido de guia para a formulação das provas escolares, têm gerado problemas de validade e confiabilidade nesses instrumentos. Os procedimentos apontados no pressuposto podem ser rotulados como: "A-busca-de-tudo-englobar", "O cerne-está-no-desempenho-médio", e "A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação". O primeiro, "A-busca-de-tudo-englobar", envolve um *modus operandi* e uma crença de que uma prova bem elaborada deve cobrar grande extensão de conteúdo, com itens avaliando várias habilidades ao mesmo tempo; por sua vez, "O cerne-está-no-desempenho-médio" engloba a crença e a prática de que uma prova boa é aquela que foca no nível de dificuldade médio; e, por último, "A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação" reflete a concepção, e sua prática correspondente, de que não é necessário utilizar de forma

sistemática as Matrizes de Conteúdos para formular as provas. Cada um desses procedimentos, elementos basilares do pressuposto defendido neste texto, será descrito e discutido em seções específicas, a seguir.

## **2. “A-busca-de-tudo-englobar” ou o princípio do “Quanto mais, melhor”**

*“Existe a crença de que uma boa prova deve englobar uma grande quantidade do conteúdo programático, com cada um de seus itens avaliando várias habilidades ao mesmo tempo”.*

Analisando suas raízes, “A-busca-de-tudo-englobar” sustenta-se na crença de que uma prova de boa qualidade deve abarcar uma grande quantidade de conteúdo, de preferência todo o conteúdo ensinado num determinado período letivo. Nesta lógica, vale a máxima do “Quanto mais, melhor”.

A quantidade de conteúdo a ser avaliado nas provas escolares tem sido fonte de polêmica, gerando debates entre defensores de enfoques variados e muitas vezes divergentes (DiCarlo, 2009; Luckesi, 2013). A origem dessas discordâncias encontra-se no desafio de escolher a melhor estratégia a ser usada para a elaboração de provas escolares: deve-se focar na extensão do conteúdo ou em sua relevância (Gatti, 2009; Gonzaga, Machado & Castanho, 2008; Luckesi, 2013)?

Alguns professores defendem o ponto de vista de que o foco deve estar localizado na extensão do conteúdo e justificam essa crença afirmando que essa prática é uma forma de valorizar suas aulas expositivas, o conteúdo ministrado e as disciplinas lecionadas por eles. Outros usam a justificativa de que essa prática tem origem na cultura escolar, reforçada pela demanda dos alunos e seus familiares, que cobram a cobertura integral de todos os tópicos ensinados, com a finalidade de preparar os estudantes para os exames de seleção das universidades.

Além dos motivos apontados, outra possibilidade para a adoção da crença no “Quanto mais, melhor” é a formação pessoal e profissional do professor. Por ser uma prática dominante e bastante antiga, parte dos docentes a vivenciaram de forma marcante, seja enquanto alunos, seja na fase de professores novatos mobilizados pela cultura escolar e pelo aprendizado social com outros colegas.

A crença no princípio do “Quanto mais, melhor” é bastante arraigada e influencia de forma relevante, não apenas a avaliação, mas também a elaboração de material didático, assim como a própria prática pedagógica. A Tabela 1 ajuda a ilustrar quão forte é o princípio “Quanto mais, melhor”, ao apresentar a lista dos tópicos do conteúdo programático de um dos livros no domínio de Física da terceira série do Ensino Médio mais famosos, importantes e usados na maioria das escolas do Brasil: *“Física – Contexto e Aplicações – Volume 3”* (Luz & Alvarenga, 2011a).

Conforme pode ser observado, a Tabela 1 mostra um total de 47 tópicos que, segundo o Manual do Professor que consta no livro *“Física – Contexto e Aplicações – Volume 1”* (Luz & Alvarenga, 2013b), devem ser ensinados ao longo do ano letivo. Esta quantidade de conteúdo é muito grande, pois, considerando um ano letivo de 40 semanas, e supondo uma média de três aulas semanais, resta ao professor ministrar, em apenas duas aulas e meia, todo o conteúdo de um tópico.

Aparentemente, o termo “tópico” pode sugerir a presença de uma quantidade pequena de conteúdo, levando à presunção de que o conteúdo correspondente a uma unidade dessa possa ser adequadamente ministrado em um período correspondente a pouco mais que duas aulas. No entanto, essa sugestão é enganosa. Um tópico é constituído por uma quantidade geralmente grande de conteúdos, envolvendo e demandando cumulativamente a aprendizagem de muitos conceitos.

Nesse sentido, a demanda presente no livro didático deste exemplo reforça e influencia diretamente a prática pedagógica do professor em acreditar que quanto mais conteúdo for ministrado em suas aulas, melhor. Esse exemplo abordado é apenas uma ilustração de uma concepção que pode ser identificada também em vários outros livros didáticos, pertencentes a diversos domínios escolares (Rosin, Biasibetti & Boff, 2012; Silva & Marques, 2016).

Tabela 1. Conteúdo Programático do livro de Física do Ensino Médio.

Física Contexto e Aplicações - Volume 3	
Capítulo 1. Carga elétrica	5.3 - Diferença de potencial nos terminais de um gerador
1.1 - Eletrização	5.4 - Circuitos elétricos – Leis de Kirchhoff
1.2 - Condutores e isolantes	Capítulo 6. O campo magnético – 1ª parte
1.3 - Indução e polarização	6.1 - Magnetismo
1.4 - Eletroscópios	6.2 - Eletromagnetismo
1.5 - Lei de Coulomb	6.3 - Campo magnético
Capítulo 2. Campo elétrico	6.4 - Movimento circular em um campo magnético
2.1 - O conceito de campo elétrico	6.5 - Força magnética em um condutor
2.2 - Campo elétrico criado por cargas pontuais	Capítulo 7. O campo magnético – 2ª parte
2.3 - Linhas de força	7.1 - Campo magnético de um condutor retilíneo
2.4 - Comportamento de um condutor eletrizado	7.2 - Campo magnético no centro de um espira circular
2.5 - Rigidez dielétrica e poder das pontas	7.3 - Campo magnético de um solenóide
Capítulo 3. Potencial elétrico	7.4 - Influência do meio no valor do campo magnético
3.1 - Diferença de potencial	Capítulo 8. Indução eletromagnética – Ondas eletromagnéticas
3.2 - Voltagem em um campo uniforme	8.1 - Força eletromotriz induzida
3.3 - Voltagem no campo de uma carga pontual	8.2 - A lei de Faraday
3.4 - Superfícies equipotenciais	8.3 - A lei de Lenz
3.5 - O gerador de Van de Graaff	8.4 - O transformador
Capítulo 4. Corrente elétrica	8.5 - Ondas eletromagnéticas
4.1 - Corrente elétrica	8.6 - Transmissão e distribuição de energia elétrica
4.2 - Circuitos simples	Capítulo 9. Teoria da relatividade de Física quântica
4.3 - Resistência elétrica	9.1 - Uma visão panorâmica
4.4 - A lei de Ohm	9.2 - Relatividade: antecedentes históricos
4.5 - Associação de resistores	9.3 - A teoria da relatividade especial
4.6 - Instrumentos elétricos de medida	9.4 - A teoria da relatividade geral
4.7 - Potência em um elemento do circuito	9.5 - Problemas que levaram ao surgimento da Física quântica
4.8 - Variação da resistência com a temperatura	
Capítulo 5. Força eletromotriz – Equação do circuito	
5.1 - Força eletromotriz	
5.2 - A equação do circuito	

Em suma, até o presente momento, foi argumentado que o princípio do "Quanto mais, melhor" norteia o trabalho docente e é bastante arraigado e reforçado por

trabalhos de importantes autores na área da educação, como é o caso do livro citado no exemplo acima. Por sua vez, tendo argumentado sobre a base de sustentação do "Quanto mais, melhor", mostra-se oportuno, neste momento, discutir como esse princípio guia a elaboração das provas escolares.

A expressão "Conteúdo dado, conteúdo cobrado" é bastante elucidativa para que se possa compreender como o princípio do "Quanto mais, melhor" define a estrutura das provas escolares. A lógica do "Conteúdo dado, conteúdo cobrado" demanda que uma prova possua questões que representem cada um dos conceitos contidos nos tópicos ensinados (Gatti, 2009). Se o professor ensina 20 conceitos da Física, ele precisa ter pelo menos 20 questões, cada uma representando um conceito ensinado. Se ele ensina muitos conceitos, como consequência, ele precisa elaborar muitas questões. Não obstante, ele não pode confeccionar ou selecionar um número demasiadamente grande de questões por motivos práticos, por exemplo, de tempo necessário para a resolução das questões, desgaste físico e mental dos alunos, aspectos procedimentais de correção, etc. Na prática, isso implica que as provas que usam a lógica do "Conteúdo dado, conteúdo cobrado" tendem a apresentar apenas um item por conceito. Não obstante, elaborar um único item associado a um único conceito pareceria razoável, pois é uma prática econômica de abordar o maior conteúdo com o menor número de itens. Nessa estrutura, se o aluno responde corretamente um item que representa um determinado conceito, infere-se que ele possui conhecimento suficiente sobre esse conceito. A despeito de aparentar ser uma lógica correta, essa inferência é equivocada e gera problemas graves de validade da prova, o que será explicado a seguir.

Basicamente, se uma prova possibilita que o docente consiga aferir se seu aluno possui maior ou menor grau de conhecimento em um determinado conceito ensinado, então a prova é válida. Se ela não permite tal inferência, então não cumpre sua

finalidade. Voltando ao ponto em discussão, um único item somente poderia gerar inferências corretas sobre um determinado conceito ensinado, se houvesse uma relação direta entre o item e o conceito. No entanto, toda a literatura na área das medidas indica que esta relação não é direta, ou seja, um item não é igual ao conceito e a relação item-conceito precisa ser estimada por meio de estratégias analíticas (Pasquali, 2009; Pawlowski, Trentini & Bandeira, 2007). Existe uma longa tradição em métodos quantitativos que estima a relação entre os conceitos e os itens de uma prova. Técnicas como o modelamento por equação estrutural, a análise fatorial e a teoria de resposta ao item têm sido utilizadas há décadas para investigar como os conceitos podem ser aferidos por meio de itens.

Está além do objetivo deste texto a descrição detalhada dos procedimentos de análise envolvidos nas técnicas relatadas. Não obstante, é importante destacar um aspecto fundamental. Nessas técnicas, os conceitos são tratados como variáveis latentes, ou seja, não observáveis, os quais somente podem ser aferidos e estimados com base em uma quantidade mínima de itens (variáveis observáveis) que, de acordo com Yong e Pearce (2013), seria de pelo menos três itens para cada conceito. Nesse sentido, e retomando a discussão sobre a prática do "Conteúdo dado, conteúdo cobrado", esta abordagem não é apenas incorreta, mas também desconsidera todo o estado-da-arte das provas educacionais mundiais de larga-escala, tais como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), o Scholastic Aptitude Test ou Scholastic Assessment Test (SAT), o Test of English as a Foreign Language (TOEFL) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que já tratam há bastante tempo os conceitos como variáveis latentes e usam como ferramenta de análise a teoria de resposta ao item para sua estimativa (Brasil, 2012).

A teoria de resposta ao item, assim como a análise fatorial possuem um conjunto de índices de ajuste do modelo aos dados que permite verificar se a relação entre os itens e o conceito é empiricamente plausível. Se essa relação é constatada, tem-se uma evidência favorável de que a prova é válida. No caso de provas em que um único item está relacionado a apenas um ou então a vários conceitos ao mesmo tempo, essa análise se torna inviável e, ao mesmo tempo, não se pode afirmar que a prova apresenta validade, pois não se pode sustentar empiricamente a relação de seus itens e os conceitos visados.

Considerando o exposto, uma prática correta de elaboração de provas demandaria a construção e seleção de um conjunto de itens para um número reduzido de conceitos. Por exemplo, supondo que uma prova objetivasse avaliar o conhecimento do aluno sobre os conceitos (1) de modelo atômico e (2) de quantidade de carga elétrica, seria necessário elaborar ou selecionar dois conjuntos de pelo menos três itens, cada um deles relacionados especificamente a um conceito.



Figura 1. Modelo hipotético de um conjunto de fatores

A Figura 1 mostra um modelo de aferição, no qual os círculos representam os conceitos de carga elétrica e eletrização, tratados como variáveis latentes, e os retângulos representam os itens (variáveis observáveis) vinculados teoricamente a cada um dos conceitos. As setas da Figura 1 indicam quais itens estão associados a cada um dos conceitos.

Nesse modelo de aferição, as questões (itens) Q1, Q4, Q5, Q6 e Q11 estão associadas a um dos conceitos, digamos, o de quantidade de carga elétrica, representado

por F1, enquanto as questões Q2, Q3, Q7, Q8, Q9, Q10 e Q12 estão associadas ao outro conceito, o de modelo atômico representado por F2.

Finalizando os argumentos a respeito do princípio do “Quanto mais, melhor”, foi dito que esse princípio tende a gerar uma prática de um único item para cada conceito. No entanto, é preciso reconhecer que outra prática muito comum gerada por aquele princípio envolve a elaboração de itens que intencionam avaliar muitos conceitos simultaneamente. Nessa prática, um bom item é aquele que aborda vários conceitos ao mesmo tempo.

Como ilustração, o enunciado da questão de Física a seguir, expressa essa perspectiva:

*Uma carga elétrica negativa penetra num campo elétrico uniforme com velocidade constante  $V_0$  no mesmo sentido do campo elétrico. Desprezando a ação de outras forças, o movimento da carga elétrica dentro do campo elétrico será, inicialmente:*

- a) retilíneo e uniformemente retardado.*
- b) retilíneo e uniformemente acelerado.*
- c) retilíneo e uniforme.*
- d) circular e uniforme.*
- e) helicoidal.*

Nessa questão são abordados, ao mesmo tempo, os conceitos físicos de cargas elétricas, sinal de carga elétrica, campo elétrico, campo elétrico uniforme, vetor velocidade, velocidade de módulo constante, força, movimentos com velocidade de módulo variável, vetor aceleração, além das propriedades de vetores aplicadas a campo elétrico, à velocidade, à aceleração e à força. Para resolvê-la, o aluno precisa alocar vários recursos cognitivos, tais como, noção de espaço cartesiano para a visualização da situação física descrita, relações matemáticas de variações crescentes ou decrescentes de grandezas físicas e também operações vetoriais.



Supondo que determinada prova possua muitos itens, como o do exemplo mostrado, e que cada um desses itens contenha vários subprocessos diferentes uns dos outros, de forma que um item tenha um conjunto de subprocessos, outro item tenha outro conjunto de subprocessos, distintos do primeiro item, e assim por diante, pode-se inferir que essa prova tenderá a gerar predominantemente informação em nível de ruído. Ao abrir inúmeras frentes de aferição, este tipo de prova compromete qualquer possibilidade de análise empírica da relação entre os conceitos e os itens, e, por consequência, a validade de sua aferição.

Em suma, tanto a prática de elaborar um único item para cada conceito quanto a construção de itens que envolvam muitos subprocessos de natureza bastante diversificada e distinta uns dos outros, representam estratégias que inviabilizam a validade das provas escolares. Conforme argumentado, a concepção do "Quanto mais, melhor" é um princípio que precisa ser abandonado, pois as práticas derivadas dessa concepção geram estruturas de provas que não permitem ao docente obter informações e inferências válidas sobre o nível de conhecimento do aluno a respeito de determinados conceitos ensinados.

### **3. “O-cerne-está-no-desempenho-médio”, ou princípio “A virtude está no meio”**

***“Existe a crença de que uma boa prova deve ser formulada concentrando seus itens num nível de dificuldade teoricamente médio”.***

Enquanto o princípio do "Quanto mais, melhor" influencia diretamente a relação entre os conceitos (variáveis latentes) e os itens (variáveis observáveis), trazendo repercussões negativas para a validade das provas, o princípio "A virtude está no meio" afeta a construção dos itens, em termos de sua capacidade de discriminar o nível de

conhecimento dos alunos. Os argumentos a seguir serão apresentados de modo a sustentar essa afirmação.

Tomando como referência uma prática correta, entende-se que uma prova deve possuir um conjunto razoável de itens, desde os mais fáceis até os mais difíceis, ou seja, um espectro amplo de níveis de dificuldade, pois a presença de uma faixa abrangente de dificuldade permite à prova gerar informações que discriminem os níveis distintos de conhecimento dos estudantes (Figueiredo, Mattos, Pasquali & Freire, 2008). Um exemplo ajuda a ilustrar a ideia apresentada. Considere que uma prova de Física sobre o conceito de diferença de potencial tenha sido elaborada com 12 questões e todas elas apresentem um nível baixo de dificuldade. Nessas condições, o esperado é que tanto os alunos com nível de conhecimento mediano, quanto os alunos com alto nível de conhecimento sobre o conceito a ser avaliado, acertem a maioria dos itens da prova e sejam diagnosticados como possuidores do mesmo nível de conhecimento. As implicações para esse tipo de erro de diagnóstico são relevantes. Na medida em que uma prova como a do exemplo dado informa, equivocadamente, que os alunos com conhecimento de nível mediano sobre diferença de potencial possuem o mesmo grau de conhecimento dos alunos com nível alto conhecimento neste conceito físico, o diagnóstico do professor torna-se comprometido, influenciando negativamente o seu planejamento de ensino e, conseqüentemente, as suas intervenções pedagógicas. Ao desconhecer a presença do nível mediano de conhecimento em um conjunto de estudantes, o professor não terá a oportunidade de planejar e elaborar tarefas específicas que possam aumentar o nível de conhecimento desse grupo de alunos.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado a uma prova que, ao contrário da anterior, possua somente itens com alto grau de dificuldade. Nesse caso, é grande a probabilidade de que a maior parte dos alunos obtenha um rendimento baixo e que eles sejam

diagnosticados como detentores de conhecimento baixo em relação ao conceito avaliado. Também nesse caso as informações oriundas da prova não permitiriam diferenciar os alunos com nível de conhecimento baixo ou mediano, pois todos eles teriam, muito provavelmente, baixo rendimento nessa avaliação.

Pelo exposto, pode-se concluir que o princípio de que "A virtude está no meio" é uma concepção equivocada, pois ele pressupõe que uma boa prova é aquela que possui, prioritariamente, itens com nível mediano de dificuldade. No entanto, essa prova impossibilita a identificação correta dos alunos que possuem nível baixo ou nível alto de conhecimento nos conceitos avaliados.

Alguns argumentos são usados frequentemente para justificar a adoção desse princípio. Um deles é que a prática pedagógica cotidiana em sala de aula reforça e justifica, ou ainda mais, é a própria geradora do princípio "O-cerne-está-no-desempenho-médio", refletindo-se, como consequência, também no processo de elaboração de provas. Quando se fala em salas de aula ou turmas de alunos, há que se lembrar que esses ambientes são formados por grupos não homogêneos de estudantes. Dentro da estrutura de espaço e tempo escolares usualmente adotados, geralmente com turmas compostas por grande número de alunos e tendo grande quantidade de conteúdo a ser ministrado por número de aulas, é praticamente impossível ao professor atender às necessidades específicas de todos os grupos de alunos de forma adequada durante as aulas. Enquanto ensina o conteúdo, a tendência do professor é adorar a estratégia de balizar sua aula pela "dificuldade média" dos alunos, nivelando o grupo pela figura do "aluno mediano". Isso tende a acontecer porque, se a forma de expor o conteúdo for muito elaborada, o professor só conseguirá atingir um número restrito de alunos, cujo domínio dos conceitos envolvidos no conteúdo já se encontra mais desenvolvido. Contudo, se grande parte dos alunos ainda não está nesse patamar de entendimento, eles

se sentirão fora de sintonia com o andamento da aula e a tendência é que dispersem sua atenção. Se, ao contrário, o nivelamento das explicações do professor a respeito de sua matéria for num grau de argumentação muito simples, ele se restringirá também a um restrito grupo de alunos que ainda estão no processo inicial de assimilação dos conceitos relacionados ao conteúdo. Da mesma forma que na situação anterior, grande parte dos alunos perderá interesse pelo assunto focado pelo professor.

Nesse sentido, conscientemente ou não, uma atitude usual do professor é de homogeneizar os alunos “pela média” e intervir pedagogicamente no grupo dentro dessa visão de média. Ao enxergar na turma o estereótipo do “aluno mediano” e nivelar suas aulas “pela média”, a implicação é que essa visão também se estenda a todas as suas outras práticas pedagógicas. Entre elas, como já foi dito, inclui-se a elaboração de suas provas. Assim, é para esse público de “alunos medianos” que os itens serão pensados e a prova será construída. Como mencionado, essa prática é equivocada, pois não providencia uma avaliação apropriada para os grupos de alunos que se encontram em níveis diversos de conhecimento a respeito dos conceitos relacionados ao conteúdo ensinado.

Outro argumento também usado como justificativa para a adoção do princípio “O-cerne-está-no-desempenho-médio” é de natureza pragmática. Há professores que preferem concentrar sua carga horária de docência ensinando várias turmas de uma mesma série, seja porque podem com isso concentrar seus esforços em determinados conteúdos, seja por terem mais afinidade com o conteúdo dessa série, em específico. Perspectiva semelhante é utilizada por alguns professores que trabalham em mais de uma escola. Por senso de praticidade, uma preferência de certos docentes que vivem essa situação é trabalhar com as mesmas séries e mesmos conteúdos em todas as escolas onde trabalham. Assim como nos casos anteriores, esse grupo de professores também

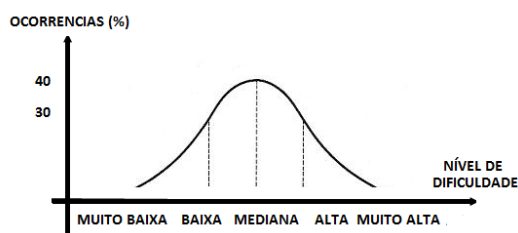
tende a utilizar o modelo do “aluno mediano” para orientar o seu trabalho, já que planeja seu ensino a partir de um modelo comum que serve de balizador para a organização das aulas em todas as escolas ou turmas em que ministra o mesmo conteúdo. Conforme argumentado, este balizador tende a levar o professor à abstração do modelo de “aluno mediano” a ser utilizado nas turmas das escolas em que trabalha. Em função deste “aluno mediano”, o professor elabora provas idênticas, ou até mesmo apenas uma única prova, destinadas a avaliar esse tipo de aluno, as quais serão aplicadas nas várias turmas em que o professor atua.

Circunstâncias de ordem de mercado de trabalho também podem, de certa forma, justificar a adesão de docentes ao princípio de “A virtude está no meio”. É de praxe que o desempenho profissional dos docentes seja avaliado pelo sistema educacional periodicamente. Em certos casos, a permanência do professor em um determinado emprego depende de alguns “indicadores de qualidade”, dentre eles, que não haja uma alta frequência de reprovação dos estudantes. Influenciado por esse fator, o professor sente-se compelido a elaborar provas eliminando a presença de itens cujo grau de dificuldade possa vir a comprometer a aprovação da maioria dos estudantes, concentrando as questões de suas avaliações no nível mediano de dificuldade.

No entanto, conforme dito, a qualidade de uma prova depende diretamente de sua capacidade de discriminar corretamente o nível de conhecimento dos alunos. Para atender a essa demanda de discriminação, no passado, o paradigma da Teoria Clássica dos Testes determinava que dois critérios fundamentais fossem alcançados: amplitude e distribuição normal dos níveis de dificuldade. O critério da amplitude postula que a distribuição dos itens deve ser feita dentro de uma ampla extensão da faixa de dificuldade, desde níveis bem baixos até níveis muito altos, de tal forma que não ocorra uma concentração de questões apenas em uma banda de dificuldade, como por exemplo,

itens de dificuldade média. Retomando, o critério da amplitude determina que uma prova de qualidade deve ser elaborada de tal maneira que contenha itens com níveis de dificuldades variados, a fim de que elas possam avaliar e distinguir alunos com diferentes níveis de domínio de conhecimentos sobre os conceitos avaliados.

Por sua vez, o critério da distribuição normal (também chamada de distribuição gaussiana) da faixa de dificuldade dos itens, sugere que a melhor estratégia para atender ao critério da amplitude é gerar uma distribuição de questões de tal forma a apresentar maior frequência nos itens de dificuldade mediana e menor frequência nas faixas de baixa e alta dificuldade, caracterizando um espectro semelhante ao de uma curva normal, como mostra a Figura 2.



*Figura 2.* Aspecto de uma curva Gaussiana de uma distribuição de níveis de dificuldade de questões de provas

Tomando como referência o paradigma da Teoria Clássica dos Testes, e considerando o critério definido por ela da distribuição normal dos níveis de dificuldade, uma das possíveis formas de distribuição de questões por grau de dificuldade numa prova seria utilizar o mesmo percentual de 30% para questões de baixa e de alta dificuldade e os 40% restantes para questões de média dificuldade, como mostra a Figura 2: em geral essa distribuição é feita dentro de cinco níveis de dificuldade, com 10% muito fáceis, 20% fáceis, 40% medianas, 20% difíceis e 10% muito difíceis, segundo Knüpfer, Amaral, e Henning (2016). Como pode ser visto, essa distribuição teria como propósito cobrir diferentes faixas de dificuldade, mas

concentrando o maior número de itens da faixa mediana (Cunha, Neto & Stackfleth, 2016).

É importante ressaltar que o paradigma da Teoria Clássica dos Testes não é considerado atualmente o estado-da-arte na definição da frequência de distribuição da dificuldade dos itens. Esse padrão foi substituído pelo paradigma dos Modelos de Variáveis Latentes, que incorporaram em uma única abordagem metodológica, as técnicas de análise fatorial, modelamento por equação estrutural e teoria de resposta ao item. Nesse paradigma atual, o critério da distribuição normal do nível de dificuldade dos itens torna-se irrelevante, mantendo-se apenas o critério da amplitude da faixa, citado anteriormente. Nesse sentido, recomenda-se, atualmente, apenas que os itens cubram um espectro amplo de graus distintos de dificuldade, tornando mais flexível o processo de seleção e elaboração de itens com distintos graus de dificuldade (Andrade, Laros & Gouveia, 2010; Brasil, 2008; Sartes & Souza-Formigoni, 2013).

#### **4. “A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação”, ou princípio da “Livre criação”**

*“Existe a crença de que uma boa prova não precisa ser elaborada com base em informações contidas em uma matriz de conteúdos”.*

A crença na prática da "Livre criação" sustenta-se na concepção de que os itens de uma prova, bem como ela própria, podem ser elaborados sem uma organização sistemática, planejada e explicitada tecnicamente. Na medida em que essa crença admite como correta a possibilidade da elaboração não sistematizada, justifica e dá sustentação às práticas informais de construção de itens e de confecção de provas escolares.

Antes de apresentar a crença da “Livre criação”, é relevante apontar o que seria uma organização sistemática, planejada e explícita da criação dos itens de uma prova. Esse conceito, ou forma de organização, pode ser resumido por meio de uma ferramenta

chamada Matriz de Conteúdos. Essa Matriz, entre outras coisas, relaciona e sistematiza os propósitos e objetivos pedagógicos, articulando-os a conteúdos, conceitos, tarefas e o processo de elaboração de itens. Em outras palavras, a Matriz de Conteúdos vincula os itens de forma lógica e explícita a determinados conteúdos e propósitos pedagógicos, e permite ao professor selecionar itens existentes ou criar novos itens, de forma explícita e sistematizada, para a construção de suas provas. Mas o que torna a Matriz de Conteúdos tão singular e importante para a construção organizada e explícita das provas escolares? A Matriz de Conteúdos implica, obrigatoriamente, na definição clara, intencional e declarada, dos propósitos e objetivos pedagógicos, assim como implica em que estes aspectos guiem deliberadamente todo o procedimento da seleção ou da criação dos itens que comporão uma prova. Em termos práticos, ao usar a Matriz de Conteúdos, o professor não somente pode, mas deve ser compelido a planejar a seleção ou elaboração de cada item, definindo o objetivo central da prova, especificando os conceitos fundamentais que serão cobrados, o nível de dificuldade dos itens e alinhando os objetivos de cada item ao objetivo geral da avaliação.

Devido ao seu papel preponderante na formalização dos itens das provas escolares, torna-se preponderante detalhar o que são as Matrizes de Conteúdo. Pode-se definir uma matriz, dentro do nosso contexto, como uma forma de representação da relação entre duas grandezas de naturezas distintas, mas que possuem algum tipo de associação entre si. Tomando-se como base esse conceito, uma Matriz de Conteúdos deve ser entendida como a associação entre os conteúdos de uma disciplina que serão abordados em uma prova e informações relacionadas a estes conteúdos, como, por exemplo, as habilidades associadas a cada um dos tópicos do referido conteúdo, os objetivos educacionais do curso e da disciplina ministrada pelo professor, o número de itens por conteúdo, o número de itens da prova, o conteúdo avaliado em cada item e a



distribuição de nível de dificuldade entre eles. Ela deve ser o modelo que guia e orienta a elaboração de provas escolares.

Tabela 2: Uma possibilidade de estrutura de uma Matriz de Conteúdos

Conteúdo: Eletrostática				
Objetivos: 1) avaliar o nível geral de conhecimento adquirido pelos alunos no conteúdo descrito acima;				
2) verificar, comparativamente, o grau de aquisição de conteúdos de alunos, individualmente e de turmas, coletivamente.				
Modalidade de prova: prova bimestral				
Domínios	Habilidades ou conceitos	Descritores conceituais	Itens	Grau de dificuldade do item
Carga elétrica	Modelo atômico	Eletrização	Q1	Muito fácil
			Q7	Difícil
			Q11	Fácil
		Condutores e isolantes	Q2	Fácil
			Q8	Médio
			Q3	Médio
	Quantidade de carga elétrica	Conservação da quantidade de carga elétrica de um sistema	Q4	Difícil
			Q12	Difícil
			Q8	Médio
		Eletrização por atrito	Q9	Muito difícil
			Q10	Médio
			Q6	Fácil

Existem vários modelos de Matrizes de Conteúdos, cujas formas de elaboração podem variar dependendo de fatores tais como os objetivos da disciplina, as orientações dadas pela instituição educacional aos seus docentes, a natureza do curso ou até mesmo fatores associados a preferências do professor que se utiliza dessa ferramenta. Para ilustrar um dos possíveis modos de como esse instrumento pode ser elaborado, salvaguardando aqui as limitações inerentes a um exemplo simplificado de um instrumento tão complexo e detalhado, a Tabela 2 mostra um formato de uma Matriz de Conteúdos. Não é objetivo deste artigo fornecer instruções de como elaborar essa ferramenta, apenas mostrar como as informações contidas nela são importantes para regular a elaboração de provas escolares.

O exemplo da Tabela 2 mostra as informações que o professor precisa ter sobre os conceitos do conteúdo a ser avaliado, sobre os objetivos da avaliação a ser elaborada, número de itens que ela conterá, além da indicação do nível de dificuldade de cada um deles. Dessa maneira, o professor pode associar o conteúdo da avaliação ao objetivo no qual ele deve estar focalizado, não permitindo discrepâncias entre o planejamento e a sua execução.

Uma das vantagens da Matriz de Conteúdos é permitir que possa ser feita uma distribuição adequada do número de itens para que nenhum dos níveis de dificuldade seja sobrecarregado em relação aos outros. Depois de alimentar a Matriz de Conteúdos com todas estas informações o professor pode começar a elaborar os itens e montar sua prova. No caso da Matriz de Conteúdos da Tabela 2, ela será elaborada com 12 itens com níveis de dificuldade variando entre muito fáceis a muito difíceis (1 item muito fácil, 3 itens fáceis, 4 itens médios, 3 itens difíceis e 1 item muito difícil), focados nos conceitos de modelo atômico e de quantidade de carga elétrica.

Em suma, a Matriz de Conteúdos é um instrumento que formaliza e qualifica o trabalho docente na construção de provas escolares. Através do uso de tal artifício, os passos para a realização desta tarefa podem ser checados quantas vezes forem necessárias, permitindo a correção de possíveis erros antes que a prova elaborada pelo professor seja aplicada aos seus alunos. Além de permitir a verificação objetiva dos passos da construção de uma prova, o uso da Matriz de Conteúdos permite também a investigação da validade das provas elaboradas (Fives & DiDonato-Barne, 2013; Ing, Musah, Al-Hudawi, Tahir, & Kamil, 2015), na medida em que por meio dela tem-se todas as informações necessárias sobre o objetivo da prova elaborada, seus conceitos alvo, a relação declarada entre número de itens e os respectivos conceitos visados, os

diferentes níveis de dificuldade previstos, aspectos fundamentais para o processo de investigação de validade de uma prova.

Conforme visto, seguir o princípio da “Livre criação” não se mostra uma estratégia devidamente correta. Ao postular que uma prova ou um processo de avaliação não demandam intencionalidade e prática explícitas, esse princípio reforça a convicção de que os propósitos e os objetivos de uma prova, bem como a criação ou seleção dos seus itens, ou o correto acoplamento entre itens e conceitos podem ficar restritos a um tipo de “informalidade pedagógica”. Os efeitos deletérios do princípio da “Livre criação” são relevantes. A falta de planejamento sistemático e formal para a elaboração de uma prova tem o potencial de acarretar vieses na avaliação. Pode-se citar, entre outros a sub ou a super-representação de determinados conteúdos, a não inclusão de tópicos importantes em detrimento de tópicos irrelevantes, o uso de tipos de itens inadequados ao conteúdo, além da desproporcionalidade dos níveis de dificuldades das questões.

O princípio da “Livre criação”, muitas vezes, é sustentado por meio do argumento de que é possível elaborar provas dentro de modelos informais adquiridos pela prática docente, sem que seja necessário explicitar por escrito qualquer tipo de parâmetro em uma Matriz de Conteúdos ou outra ferramenta semelhante. Outro argumento que faz par com o anterior é que a qualidade das provas criadas sem o uso de Matrizes de Conteúdo não é, necessariamente, inferior àquelas que fazem uso dessas ferramentas, pois o grau de qualidade das provas depende basicamente da habilidade do seu elaborador. De fato, a competência na formulação de provas cresce com o tempo de experiência do professor nessa tarefa. No entanto, mesmo formulada por um hábil elaborador, a chance de produção de vieses não é pequena, quando não se sistematiza e formaliza o processo de elaboração de uma prova escolar. Além disso, a não adoção

desta ferramenta impede uma comunicação clara e objetiva entre o elaborador e a comunidade educacional, assim como perde-se a oportunidade de um registro formal e organizado dos objetivos e intenções que nortearam a elaboração da avaliação.

## **5. Considerações finais**

Este artigo apresentou, numa estrutura teórico-argumentativa, o pressuposto de que algumas práticas equivocadas têm norteado a elaboração de provas escolares, gerando problemas de confiabilidade e de validade nesses instrumentos. Este pressuposto foi sustentado pela apresentação de três procedimentos inadequados usualmente utilizados por professores ao elaborarem suas provas. Cada um desses princípios recebeu uma denominação que o identifica e exprime a sua essência.

O primeiro princípio recebeu o nome de "A-Busca-de-Tudo-Englobar", ou o princípio do "Quanto mais, melhor". Ele descreve uma prática equivocada baseada na crença de que uma boa prova deve ser formulada com o máximo de conteúdo possível em relação ao que o professor desenvolveu em sala de aula. Para justificar essa prática foram citadas algumas possíveis causas, entre elas a cultura escolar e a cobrança de alunos e seus familiares em busca de aprovação nos exames de seleção para as universidades brasileiras, a formação pessoal e profissional dos docentes reproduzindo os modelos de provas com os quais tiveram contato na sua vida de estudantes ou de profissionais iniciantes. Foi mostrado neste artigo que "A-Busca-de-Tudo-Englobar", também representada pela prática do "conteúdo dado, conteúdo cobrado", exerce grande influência no meio educacional.

O segundo princípio mostrado neste artigo, chamado "O cerne-está-no-desempenho-médio", ou "A virtude está no meio", está baseado na crença de que uma

prova de boa qualidade deve ser elaborada basicamente com itens que apresentem nível médio de dificuldade. Foi apontado que algumas das causas prováveis para a adoção dessa convicção para a elaboração de provas são de ordem do pragmatismo. Quando o professor trabalha em várias turmas de uma ou de várias escolas ele prefere usar o estereótipo do “aluno mediano” para nortear tanto aulas quanto a elaboração de provas, evitando focar nos alunos com nível de conhecimento baixo ou alto.

O terceiro princípio, “A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação”, também chamado de princípio da “Livre-criação” apresenta o argumento de que, em geral, professores não têm o hábito de elaborar suas provas de forma sistematizada, planejada e explicitada. Foi mostrado que a não sistematização e explicitação das informações utilizadas pelo professor para executar essa tarefa leva a uma informalidade pedagógica, pois ele não registra suas observações, seus objetivos e suas estratégias de avaliação. Também foi usado o argumento de que uma das possíveis maneiras de orientar a elaboração de provas é a adoção da Matriz de Conteúdos, instrumento que relaciona e sistematiza propósitos e objetivos pedagógicos de tal forma a gerar um rol de dados para serem utilizadas pelos docentes como parâmetro para seleção ou elaboração de itens para compor as suas provas escolares.

Em suma, ao abordar três princípios equivocados que orientam a elaboração de provas, esse artigo teve como propósito maior dar visibilidade a essas práticas tão usuais e norteadoras do fazer pedagógico. Apontar tais incorreções e refletir sobre elas é a originalidade e relevância desse artigo.

## 6. Referências

- Andrade, J. M., Jacob Arie Laros, J. A. & Gouveia, V. V. (2010). O Uso da Teoria de Resposta ao Item em Avaliações Educacionais: Diretrizes para Pesquisadores. *Avaliação Psicológica*, 9(3), 421-435. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/avp/v9n3/v9n3a09.pdf>
- Brasil, Ministério da Educação - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Diretoria de Avaliação da Educação Básica – MEC/INEP/DAEB. (2012). Nota Técnica - **Assunto:** Teoria de Resposta ao Item. Disponível em: [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/nota\\_tecnica/2011/nota\\_tecnica\\_tri\\_enem\\_18012012.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf)
- Cunha, C. M., Neto, O. P. A., Stackfleth R. (2016). Principais métodos de avaliação psicométrica da validade de instrumentos de medida. *Rev. Aten. Saúde*, 14(47): 75-83. doi: 10.13037/rbcs.vol14n47.3391
- DiCarlo, S. E. (2009). Too much content, not enough thinking, and too little FUN!. *Advances in Physiology Education*, 33, 257–264. doi:10.1152/advan.00075.2009.
- Figueiredo, V. L. M., Mattos, V. L. D., Pasquali, L., Freire, A. P. (2008). Propriedades Psicométricas dos Itens do Teste Wisc-III. *Psicologia em Estudo*, 13(3), 585-592. Disponível em : <http://www.scielo.br/pdf/pe/v13n3/v13n3a20.pdf>
- Fives, H., & Nicole DiDonato-Barnes, N. (2013). Classroom Test Construction: The Power of a Table of Specifications. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(3). Disponível em: <http://pareonline.net/pdf/v18n3.pdf>
- Gatti, B. A. (2009). A Avaliação em Sala de Aula. *Revista Brasileira de Docência*,

- Ensino e Pesquisa em Turism*, 1(1), 61-77. Disponível em:  
<http://www.uneb.br/gestec/files/2011/10/A-AVALIA%C3%87%C3%83O-EM-SALA-DE-AULA-35-190-1-PB.pdf>
- Gonzaga, M. L., Machado, V. L. C., & Castanho, M. E. (2008). Avaliação: Reflexão e Prática. *Revista de Educação PUC-Campinas*, (25), 151-159. Disponível em:  
<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/reeducacao/article/view/103/91>
- Ing, L. M., Musah, M. B., Al-Hudawi, S. H. V., Tahir, L. M., & Kamil, N. M. (2015). Validity of Teacher-Made Assessment: A Table of Specification Approach. *Asian Social Science*; 11(5). Disponível em:  
<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ass/article/download/45260/24510>
- Knüpfer, R. E. N., Amaral, A., & Henning, E. (2016). Análise Clássica de Testes: Uma Proposta de Análise de Desempenho dos Estudantes na Primeira Fase da OBMEP. *Colóquio Luso-Brasileiro de Educação*, 272-284. Disponível em:  
<http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/download/8428/6097>
- Luckesi, Cipriano Carlos (2013). *Avaliação da Aprendizagem Escolar: Estudo e Proposições*. (1ª ed). São Paulo, SP: Cortez.
- Luz, A. M. R., Alvares, B. A. (2011a). *Física – Contexto e Aplicações Volume - 3*. (1ª ed). São Paulo: Scipione.
- Luz, A. M. R., Alvares, B. A. (2011b). *Física – Contexto e Aplicações – Volume 1*. (1ª ed). São Paulo: Scipione
- Pasquali, L. (2009). Psicometria. *Revista da Escola de Enfermagem USP*. 43(Edição Especial): 992-999. doi:10.1590/S0080-62342009000500002
- Pawlowski, J., Trentini, C. M., & Bandeira, D. R. (2007). Discutindo Procedimentos

Psicométricos a Partir da Análise de um Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve. *Psico-USF*, 12(2), 211-219. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pusf/v12n2/v12n2a09.pdf>

Rosin, C. K., Biasibetti, L., & Boff, E. T. O. (2012). Situação de Estudo e o Livro Didático - Análise dos Conteúdos de Biologia; *IX ANPED Sul. Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*. Disponível em: [http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Curriculo/Trabalho/05\\_18\\_29\\_2093-7606-1-PB.pdf](http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Curriculo/Trabalho/05_18_29_2093-7606-1-PB.pdf)

Sartes, L. M. A. & Souza-Formigoni, M. L. O. (2013). Avanços na Psicometria: Da Teoria Clássica dos Testes à Teoria de Resposta ao Item. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 26(2), 241-250. doi: 10.1590/S0102-79722013000200004

Viana, H. (1984). Qualificação Técnica e Construção de Instrumentos de Medida Educacional. *Educação e Seleção*. 10, 43-49. Doi: 10.18222/ae246020143311

Yong, A. G., & Pearce, S., (20013). A Beginner's Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79-94. doi: 10.20982/tqmp.09.2.p079



### **3. Estudo 2: Proposição de um Método para Elaborar Exames Escolares**

#### **Metacognitivos**

Este estudo gerou o artigo *Proposing a Method to Create Metacognitive School Exams*, escrito na língua inglesa e publicado no periódico *European Journal of Education Studies* (doi:10.5281/zenodo.2313538). A seguir, temos a apresentação da tradução deste artigo para a língua portuguesa.

#### **Proposição de um Método para Elaborar**

#### **Exames Escolares Metacognitivos**

##### **1. Introdução**

A metacognição é definida como a capacidade das pessoas para monitorar, regular e construir conhecimento sobre seus processos internos (Flavell, 1979; Nelson & Narens, 1996; Sternberg, 2000). Em um sentido geral, a metacognição é a cognição sobre a própria cognição (Flavell, 1979).

Teoricamente, esse construto é relevante para a Educação e suas áreas afins, uma vez que tem participação preponderante no processo de aprendizagem e construção do conhecimento (Garrett, Alman, Gardner & Born, 2007). Por exemplo, certas habilidades de metacognição são responsáveis pela capacidade dos alunos de definir quais estratégias devem ser aplicadas quando estão realizando uma tarefa acadêmica específica e, também, quando usar essas estratégias. Não por acaso, a metacognição permite que os alunos tenham controle, até certo ponto, sobre seus próprios recursos

(Brown, 1987; Busnello, Jou & Sperb, 2012; Flavell, 1979). Como a metacognição regula os processos internos relacionados à aprendizagem e ao desempenho acadêmico, as habilidades metacognitivas promovem um melhor desempenho e estão relacionadas a uma melhor confiança dos estudantes em sua capacidade acadêmica (Andretta et al., 2010; Dreher, 2012; Veenman & Verheij, 2003; Veenman, Wilhelm & Beishuizen, 2004).

Há evidências de que certas habilidades metacognitivas são preditores substanciais do desempenho acadêmico dos alunos (Costa, 2013; Faria, 2015; Gomes, Golino & Menezes, 2014). Estudos mostram que os estudantes que possuem níveis mais altos de metacognição têm maior probabilidade de reter e recuperar novas informações (Dunning, Johnson, Ehrlinger & Kruger, 2003; Thiede & Anderson, 2003). Um aspecto relevante da metacognição em relação à Educação é que uma grande quantidade de habilidades metacognitivas pode ser treinada. Até certo ponto, a escola promove o desenvolvimento da metacognição, uma vez que as habilidades metacognitivas são componentes críticos para o desenvolvimento de processos superiores de abstração, raciocínio, resolução de problemas e assim por diante (Schraw, 1998; Schneider, 2010; Stewart, Cooper, & Molding, 2007).

Embora existam muitos instrumentos psicológicos que medem metacognição, a grande maioria deles é de questionários de auto-relato ou de tarefas metacognitivas que seguem as diretrizes do protocolo *think aloud* (Gonçalves & Martins, 2013; LaMarca, 2014). Além disso, existem muitos testes metacognitivos padronizados para as habilidades de *feeling-of-knowing* e julgamento (em alguns casos nomeados como monitoramento), uma vez que essas habilidades abrangem exclusivamente a opinião dos respondentes sobre seu desempenho, *a priori* ou *a posteriori* (por exemplo, MAI, “*Metacognitive Monitoring Instrument*” em Tanikawa & Boruchovitch, 2016). Por

outro lado, notamos a existência de apenas um teste metacognitivo, o Teste de Monitoramento da Leitura (Gomes, Golino & Menezes, 2014; Gomes & Golino, 2014), medindo a capacidade metacognitiva de detecção de erros através do desempenho, que não é nem um questionário de auto-relato, nem uma tarefa metacognitiva guiada por protocolo *think aloud*, nem um teste baseado na opinião dos entrevistados sobre o seu desempenho, como *feeling-of-knowing* e julgamento. Examinando a literatura, não encontramos um teste de metacognição avaliando muitas habilidades metacognitivas. No entanto, defendemos que é possível produzir um exame escolar que mede um amplo conjunto de habilidades metacognitivas inserindo neste exame adaptações específicas.

Tendo em conta os argumentos apresentados, este artigo propõe uma metodologia que permite aos educadores criar exames escolares metacognitivos capazes de medir tanto o conhecimento dos alunos de um domínio educacional (ou seja, conceitos relacionados a biologia, química, história, matemática, física, e assim por diante) quanto as seguintes habilidades metacognitivas: *feeling-of-knowing*, monitoramento (detecção de erros), autogerenciamento e julgamento. Assim, neste artigo, apresentamos esta metodologia, enfatizando os passos que permitem ao educador elaborar um exame escolar metacognitivo. Aplicamos esta metodologia, mostrando a construção de um Exame Metacognitivo Escolar em Eletrostática.

## **2. Apresentando a metodologia para criar exames escolares metacognitivos**

### **2.1 Definindo as habilidades metacognitivas alvo**

Embora existam muitos modelos descrevendo a metacognição, existe certo consenso de que esse construto é formado por dois grandes domínios: conhecimento da

cognição e regulação da cognição (Schraw, 1997). A Tabela 1 mostra esses dois domínios amplos e apresenta alguns exemplos de habilidades nesses domínios amplos.

O conhecimento da cognição, também chamado conhecimento metacognitivo, envolve o conhecimento que os indivíduos possuem sobre seus processos internos. Esse conhecimento é armazenado na memória de longo prazo e pode ser recuperado quando alguém executa uma tarefa. (Flavell 1976; Lai, 2011). As pessoas que pensam que são boas em matemática, por exemplo, acham que têm um conhecimento sobre sua capacidade de executar tarefas em matemática. Este conhecimento declarativo (ver Tabela 1) é armazenado na memória de longo prazo, tornando-o disponível ao indivíduo, permitindo que se considere bom na matemática.

Tabela 1: Os Domínios Gerais Metacognitivos e Exemplos de Habilidades Metacognitivas nos Domínios Gerais Metacognitivos

Domínios	Habilidades	Descrição
Conhecimento da cognição (conhecimento metacognitivo)	Conhecimento declarativo	Conhecimento sobre si mesmo e sobre as variáveis que afetam sua realização.
	Conhecimento procedural	Conhecimento sobre suas próprias estratégias e habilidades processuais.
	Conhecimento condicional	Conhecimento sobre quando e por que usar determinadas ações e estratégias.
Regulamento de cognição (regulação metacognitiva)	Planejamento	Relativo à antecipação e à organização das ações antes que elas ocorram.
	Monitoramento	Referente à detecção de erros no momento da execução da tarefa.
	Julgamento	Avaliação do resultado da tarefa após a sua conclusão.

Por seu lado, a regulação da cognição, ou regulação metacognitiva, diz respeito aos processos "on-line" que gerenciam e regulam os próprios processos internos no momento em que alguém executa uma tarefa (Flavell, 1979; Lai, 2011; Schraw, Crippen

& Hartley 2006; Veenman, 2011). Um exemplo de habilidade relacionada à regulação da cognição é a capacidade das pessoas de detectar um erro em seu desempenho quando estão tentando realizar uma tarefa (capacidade de monitoramento; ver Tabela 1).

Em relação à nossa metodologia, ela envolve especificamente a mensuração de quatro habilidades metacognitivas no amplo domínio da regulação da cognição: *feeling-of-knowing*, autogerenciamento, monitoramento e julgamento. Como essas habilidades metacognitivas são componentes principais da metodologia proposta, apresentaremos suas definições, bem como, resumidamente, mencionamos a literatura sobre metacognição que sustenta esses construtos.

A habilidade *feeling-of-knowing* foi um dos primeiros julgamentos metacognitivos sistematicamente estudados, sendo investigado experimentalmente nos anos 1960 por Joseph Hart (Metcalf & Dunlosky, 2008; Nelson & Narens, 1980). Essa habilidade, cunhada também, como um julgamento prospectivo, é definida como um sentimento, uma *feeling-of-knowing*, uma primeira olhada em uma tarefa específica, que gera uma primeira impressão rápida que permite às pessoas fazer um julgamento rápido, antes de executar a tarefa, se elas são capazes de executar a tarefa (Hart, 1965, 1967; Hertzog, Dunlosky & Sinclair, 2010; Busnelo, Jou e Sperb, 2012; Nelson & Narens, 1980). Estudos investigaram os mecanismos subjacentes capazes de explicar a confiabilidade preditiva do julgamento prospectivo produzido pelo *feeling-of-knowing* (Metcalf, 1986). Alguns desses mecanismos relacionados são o conhecimento prévio sobre a tarefa, bem como a dificuldade da tarefa em si (Metcalf, Schwartz & Joaquim, 1993; Thomas, Bulevich & Dubois, 2012).

O autogerenciamento é a capacidade de controlar a motivação e manter o foco na tarefa (Paris & Winograd, 1990; Wixson, 1983). Essa habilidade regula a motivação e a atenção para executar a tarefa, gerenciando o engajamento na resolução da tarefa

(Roebbers, Krebs & Roderer, 2014). Além disso, o autogerenciamento protege o indivíduo contra estímulos de ruído internos e externos que possam perturbar a resolução da tarefa (Lawanto, 2010).

Por sua vez, o monitoramento é a capacidade de detectar erros no momento da resolução da tarefa (Busnello, Jou & Sperb, 2012; Yeung & Summerfield, 2012). Segundo Yeung e Summerfield (2012), essa habilidade é crucial para o desenvolvimento do comportamento adaptativo.

Finalmente, o julgamento é a capacidade de avaliar o desempenho na tarefa após sua conclusão. Envolve uma estimativa sobre o quanto a tarefa foi executada corretamente (Schraw, 2008). Além disso, é também chamado de julgamento retrospectivo (Efklides, 2006; Nelson & Narens, 1996; Fleming, Massoni, Gajdos & Vergnaud, 2016).

## **2.2 Definindo as propriedades fundamentais da metodologia**

Tendo exposto essas quatro habilidades metacognitivas, apresentaremos agora a proposta da metodologia que permite aos professores elaborar exames escolares metacognitivos. Nossa metodologia define três propriedades que um exame escolar deve ter para ser um exame escolar metacognitivo. A primeira propriedade define algumas características que um exame escolar deve possuir para medir os domínios educacionais-alvo. Essas características são cruciais para a validade e confiabilidade de qualquer exame escolar. Mais explicações sobre os motivos dessas propriedades podem ser encontradas em Pires e Gomes (2017). Por sua vez, a segunda e a terceira propriedades mostram estratégias para integrar as habilidades metacognitivas no exame escolar.

### **2.2.1 Propriedade 1: Condições Mínimas Para a Validade de Exames Escolares**

Segundo a teoria das variáveis latentes (Borsboom, 2008; Loehlin, 2004), os domínios educacionais (como eletricidade, magnetismo ou mecânica, conceitos pertencentes à área da física) são construtos teóricos (variáveis latentes), ou seja, não podem ser diretamente observados pela percepção. Já que eles não podem ser diretamente observados, precisam estar ligados a um conjunto de variáveis observáveis para ser estimados. As variáveis observáveis, no caso de testes ou exames escolares, são os itens ou questões, e os domínios educacionais-alvo que se pretende medir por esse exame são as variáveis latentes. (Yong e Pearce, 2013).

Para estimar cada variável latente, elas devem ser conectadas por um conjunto de questões, uma vez que o método de estimação das variáveis latentes exige isso. Esta estimativa é atualmente realizada por métodos quantitativos, como a análise fatorial de itens (Baghaei & Yazdi, 2016; Fox, Marsman, Mulder e Verhagen, 2016; Gomes, Almeida & Núñez, 2017). O processo de estimar as variáveis latentes e conectá-las a variáveis observáveis é apenas o processo de inspecionar a validade do exame escolar. A validade, em termos gerais, é a capacidade do teste (ou exame escolar, como no caso do nosso artigo) para medir a variável latente que se pretende medir (Heale & Twycross, 2015; Hood, 2009). O leitor pode aprender sobre o processo de validação através de livros didáticos, por exemplo, Urbina (2014).

Levando em conta essas condições declaradas, a propriedade 1 desta metodologia assume que é obrigatório que qualquer exame escolar defina seus construtos alvo (variáveis latentes), assim como determina que um conjunto de questões (variáveis observáveis) estejam teoricamente relacionadas a cada construto alvo. O primeiro passo envolve a definição precisa do construto alvo e como medi-lo

adequadamente. Como um domínio educacional alvo é estruturado por um conjunto de conteúdos que expressam suas propriedades, sua medição exige itens capazes de cobrir esses conteúdos. Por exemplo, se eletrostática é o construto alvo a ser medido pelo exame escolar e este construto tem o conteúdo de carga elétrica, campo elétrico e potencial elétrico, então é obrigatório que o exame escolar tenha itens capazes de cobrir todos esses conteúdos. O segundo passo envolve definir previamente o número máximo de questões que o exame pode conter. Na maioria das vezes, esse número depende de duas variáveis: (i) a duração do exame e (ii) o intervalo de tempo médio presumido necessário para a resolução de uma questão típica do conteúdo. Há muitos valores sugeridos para a relação entre o intervalo de tempo e o número de questões, sendo necessário que o professor que está elaborando o exame escolha a proporção mais apropriada para ser usada, pois essa relação pode ser diferente de um exame para outro. Todavia, é regra geral que em um exame escolar, quanto mais questões relacionadas a um construto específico, melhor a estimativa quanto à validade e confiabilidade desse exame (Byrne, 1999; Yong & Pearce, 2013).

O conjunto de questões elaboradas, como será mostrado mais tarde, será dividido em dois grupos, um para avaliar o domínio educacional e outro para a mensuração do monitoramento. Por esse motivo, para o nosso exemplo, sugerimos um mínimo de seis questões para cada domínio educacional, uma vez que metade delas será usada, de fato, para a mensuração do domínio educacional, e a outra metade será usada para medir a habilidade metacognitiva de monitoramento, relacionada à detecção de três tipos possíveis de erros que podem ser inseridos nas questões.

É importante ressaltar que, se o modelo de mensuração proposto para um exame visa avaliar apenas um construto, é possível, em caso de existência de conceitos complementares a esse construto, que eles possam ser mensurados também, por meio



deste exame. Isso é uma consequência do fato de que um bom exame é elaborado com um número razoavelmente grande de questões relacionadas ao construto alvo e seus conceitos complementares. A análise fatorial de itens é a técnica estatística que permite investigações de validade para confirmar se o exame é capaz de medir o conteúdo focalizado, bem como se o exame mede alguns dos conteúdos complementares. Além disso, essa técnica é usada para verificar se o exame é capaz de medir as habilidades metacognitivas que se pretende aferir. Se o leitor espera que seu exame metacognitivo apresente características de validade, deve aprender a utilizar a técnica de análise fatorial de itens com o objetivo de avaliar empiricamente se os itens elaborados convergem para a mensuração de suas dimensões escolares-alvo.

Seguindo corretamente a propriedade 1 desta metodologia, o exame escolar apresentará uma ligação bem definida entre suas questões e os domínios educacionais que elas pretendem aferir. Esta condição permite que o exame escolar seja avaliado em termos de validade e confiabilidade. Ressaltamos, novamente, que não é o propósito desta metodologia ensinar o uso da análise fatorial de itens, entretanto, o leitor pode buscar detalhes dessa técnica e como ela suporta a investigação de validade, através dos trabalhos de Beaujean (2013), Hirschfeld e von Brachel (2014), Yong e Pearce (2013), Wirth e Edwards (2007) entre outros. Mesmo que o professor não saiba como realizar uma análise fatorial de itens, a propriedade 1 desta metodologia permite que essa análise seja realizada posteriormente, pois exige a definição de um conjunto de questões específicas para cada conteúdo do exame. Em outras palavras, nossa metodologia prepara o caminho para um exame escolar passar pelo processo de validade.

### **2.2.2 Propriedade 2: Incorporando as Habilidades Metacognitivas nos Exames Escolares por Intermédio de *Testlets***

Nossa metodologia propõe integrar em um exame escolar tradicional a avaliação de domínios escolares e de habilidades metacognitivas. Esta integração pode ser realizada por intermédio da construção de questões que possuem uma estrutura de *testlet*, uma condição onde, em uma mesma questão, existem diferentes itens que permitem a medição de diferentes construtos. Desse modo, a propriedade 2 propõe que as questões do exame escolar metacognitivo sejam *testlets*, pois visam exatamente medir os domínios escolares pretendidos, assim como as quatro habilidades metacognitivas descritas. Para uma melhor compreensão de um *testlet* e sua estrutura, ver Frey, Seitz e Brandt (2016), Lee, Brennan e Frisbie (2001) e Wainer e Kiely (1987).

Assim, propomos, por meio da propriedade 2, uma estrutura para o exame escolar, onde cada questão deve ter 4 itens: item 1 para a mensuração da habilidade *feeling-of-knowing*, item 2 para a mensuração do domínio escolar alvo ou a habilidade metacognitiva de monitoramento, item 3 para a mensuração do julgamento e item 4 para a mensuração do autogerenciamento.

A propriedade 2 também define que cada questão tem 10 blocos ou peças de informações. Oito desses 10 blocos são comandos que permitem a medição dos construtos pretendidas (veja a Figura 1). Esses blocos, excetuando o segundo e o décimo, contêm comandos para avaliar as habilidades metacognitivas do aluno e os domínios educacionais.

O bloco 2 mostra o enunciado ou afirmativas da questão, em termos das informações básicas para a resolução do problema proposto. O bloco 10 é apenas uma ordem para o aluno não ir para a próxima pergunta sem terminar a anterior. Em seguida, descreveremos cada um dos blocos em função de sua contribuição para os itens da

questão. Os comandos dentro dos blocos 1 e 3 compõem o item 1 destinado à medição da habilidade *feeling-of-knowing*. Os comandos nos blocos 4, 5, 6 e 7 compõem o item 2, o qual se destina à medição do domínio educacional ou, em certos casos que serão explicados posteriormente, o monitoramento.

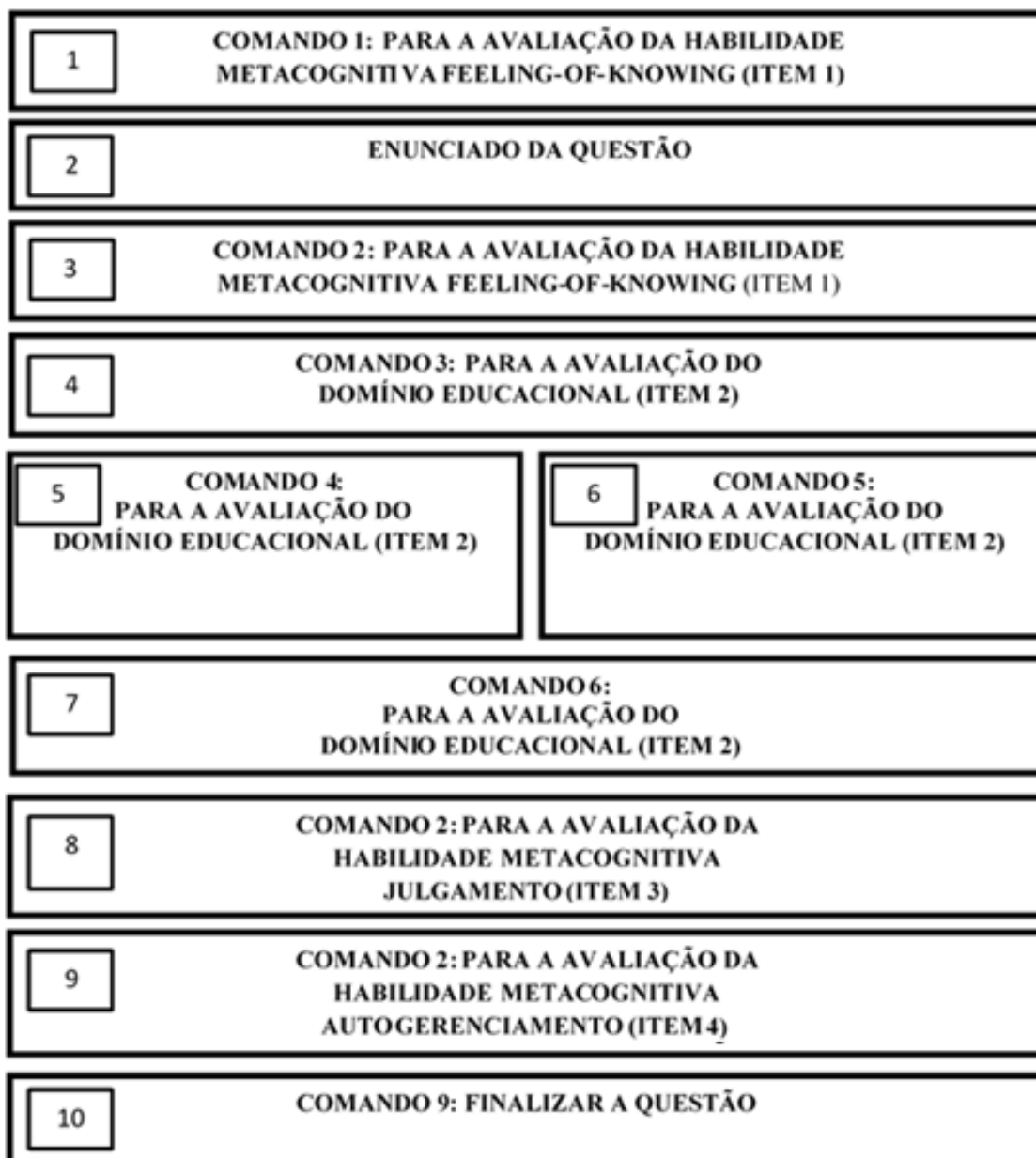


Figura 1. A estrutura de *testlets* proposta pela metodologia.

O comando no bloco 8 compõe o item 3, usado para a medição do julgamento, e o comando no bloco 9 compõe o item 4, destinado a medir o autogerenciamento. O

conteúdo dos blocos 2 e 5 irá variar de uma questão para outra porque eles dependem do conteúdo do problema proposto na questão, enquanto o conteúdo dos outros blocos será o mesmo em todas as questões.

### **2.2.3 Propriedade 3: Definindo os Comandos dos Itens e os Tipos de Erros Usados para a Aferição do Monitoramento**

Enquanto a propriedade 2 define que as questões de um exame escolar metacognitivo devem ter uma estrutura de um *testlet* composto por um conjunto de comandos visando a avaliação de domínios educacionais e habilidades metacognitivas simultaneamente, a propriedade 3 estabelece qual o conteúdo de cada um desses comandos. Apresentamos na Figura 2 um exemplo de uma questão típica de um exame escolar metacognitivo.

Esta questão envolve um conteúdo da cinemática, parte do domínio da física chamado mecânica, a fim de mostrar o conteúdo de cada um dos comandos e explicar suas funções dentro da estrutura da questão. No bloco 2 da Figura 2 temos o enunciado da questão com três conjuntos de informações básicas necessárias para a resolução do problema proposto. A primeira parte afirma que a velocidade de um carro cresceu em um determinado intervalo de tempo, a segunda parte é composta por três declarações relacionadas aos valores da velocidade do carro, enquanto a terceira parte é o problema proposto propriamente dito.

Depois disso, de acordo com o comando no bloco 3, “RESPONDA ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM: A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?”, O aluno deve indicar se o sentimento dele é de que ele sabe como resolver o problema proposto ou não. Se o sentimento dele é de que sabe como resolver o problema proposto, então o aluno deve marcar a figura da mão com o polegar para cima. Caso contrário, se o seu sentimento é de que não sabe como resolver o problema proposto, então o aluno deve marcar a figura da mão com o polegar para baixo. Para

<b>1</b>	<b>ATENÇÃO: leia o enunciado da questão RAPIDAMENTE E SOMENTE UMA VEZ ANTES DE COMEÇAR SUA RESOLUÇÃO</b>			
<b>2</b>	Um carro aumenta sua velocidade de 36 km/h para 144 km/h em 1,0 min. Em relação a esta situação, são feitas as seguintes afirmativas:	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none; vertical-align: top;"> I - A aceleração deste carro é igual a <math>0,5 \text{ m/s}^2</math>  II - A velocidade final do carro é igual a <math>40 \text{ m/s}^2</math>  III - A velocidade inicial do carro é igual a <math>0,6 \text{ km/min}</math> </td> <td style="width: 33%; border: none; vertical-align: top;"> Das afirmativas feitas acima, estão corretas: </td> </tr> </table>	I - A aceleração deste carro é igual a $0,5 \text{ m/s}^2$ II - A velocidade final do carro é igual a $40 \text{ m/s}^2$ III - A velocidade inicial do carro é igual a $0,6 \text{ km/min}$	Das afirmativas feitas acima, estão corretas:
I - A aceleração deste carro é igual a $0,5 \text{ m/s}^2$ II - A velocidade final do carro é igual a $40 \text{ m/s}^2$ III - A velocidade inicial do carro é igual a $0,6 \text{ km/min}$	Das afirmativas feitas acima, estão corretas:			
<b>3</b>	<b>RESPONDA ANTES DE INICIAR A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO:</b> <b>Você tem a sensação de que sabe como resolver o problema proposto?</b> <div style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div>			
<b>4</b>	<b>Agora leia novamente o enunciado da questão,</b> <b>COM CUIDADO E ATENÇÃO, e RESOLVA o problema proposto.</b>			
<b>5</b>	<b>MARQUE SUA RESPOSTA</b> <b>entre as alternativas abaixo.</b> a) apenas I e II b) apenas I e III c) apenas II e III d) todas elas e) nenhuma das respostas acima é correta.	<b>6 DEIXE A RESOLUÇÃO</b> <b>da questão</b> <b>no espaço abaixo</b>		
<b>7</b>	<b>Se você marcou a alternativa “e”, justifique sua resposta no espaço abaixo:</b>			
<b>8</b>	<b>RESPONDA DEPOIS DE RESOLVER A QUESTÃO:</b> <b>Você acha que resolveu essa questão CORRETAMENTE?</b> <div style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div>			
<b>9</b>	<b>RESPONDA: AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA:</b> 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas. 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa. 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa. 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa. 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.			
<b>10</b>	<b>NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES</b> <b>DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO</b>			

Figura 2. Exemplo de uma questão de um exame escolar metacognitivo

cada item de *feeling-of-knowing*, a pontuação é 0, se o aluno marcar no terceiro bloco a figura da mão com o polegar para baixo, ou 1, se o aluno marcar a figura da mão com o

polegar acima. Temos, agora, um conjunto de comandos localizados nos blocos 4, 5, 6 e 7 para a medição do domínio educacional ou da habilidade metacognitiva do monitoramento, conforme for o tipo de questão. No caso do exemplo da Figura 2, esses blocos dizem respeito à aferição de um domínio educacional, não à mensuração do monitoramento. Mais à frente mostraremos como os blocos 4, 5, 6 e 7 medem o monitoramento. O conteúdo do bloco 4, o primeiro comando, “Agora LEIA NOVAMENTE a questão COM CUIDADO E ATENÇÃO e RESOLVA o problema proposto”, tem exatamente o objetivo de enfatizar o ritmo de leitura do aluno, chamando a atenção para que ele leia novamente o enunciado da questão, agora com cuidado. Espera-se agora que o aluno, diferentemente do caso anterior, agora leia atentamente o enunciado, pois sua próxima ação é a resolução do problema proposto, com o propósito de avaliar o domínio educacional. Feito isso, o aluno deve marcar, entre as alternativas apresentadas no bloco 5, sua resposta ao problema proposto. Completando a avaliação do domínio educacional, há também um comando no bloco 6, solicitando ao aluno que deixe sua resolução da questão. Pode acontecer de o aluno não encontrar sua resposta para o problema proposto entre as quatro primeiras alternativas disponíveis no bloco 5. Nesse caso, o aluno deve marcar a alternativa "e) nenhuma das perguntas acima está correta." Se isso acontecer, de acordo com o comando do bloco 7 “Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo”, o aluno deve justificar a sua resposta, a fim de permitir a análise dela e a comparação da sua marcação com sua resolução. No caso deste item referente à medição do domínio educacional alvo, a pontuação é 0, se o aluno marcar a resposta errada ao problema proposto, ou 1, se o aluno marcar a resposta correta para ele.

A fim de permitir a avaliação da habilidade metacognitiva do julgamento, temos o comando no bloco 8, “RESPONDA: Você acha que resolveu essa questão

CORRETAMENTE?”. Se o aluno julga que respondeu corretamente ao problema proposto, ele deve marcar a figura da mão com o polegar para cima. Se ele julga que respondeu incorretamente o problema, o aluno deve marcar a figura com o polegar para baixo. Nesse caso, a pontuação é 0, se o aluno marcar no oitavo bloco, a figura da mão com o polegar para baixo, ou 1, se o aluno marcar a figura da mão com o polegar para cima.

Para permitir a avaliação da habilidade metacognitiva de autogerenciamento, o último item da questão, temos o comando do bloco 9. Esse comando é composto por cinco alternativas indicando, em ordem crescente, os estados de engajamento-envolvimento com a resolução do problema proposto. Para este item o escore varia do valor 0, no qual o aluno considera que esteve muito pouco envolvido com o processo de resolução do problema proposto, ao valor 4, em que o aluno afirma que pensa ele estava muito envolvido com a resolução do problema proposto.

Por sua vez, a habilidade metacognitiva de monitoramento é avaliada pela capacidade de detecção de erros do estudante (ver Gomes, Golino & Menezes, 2014). A maneira de fazer isso é introduzir, intencionalmente, um erro no enunciado ou no conjunto de alternativas de resposta da questão. Ou seja, algumas questões são intencionalmente modificadas pela introdução de um erro nelas. A introdução desse erro, conseqüentemente, rompe a estrutura dessas questões e, portanto, não elas têm mais respostas corretas, a não ser a opção “e”. É importante notar que, dessa forma, a medida simultânea de monitoramento e de domínio educacional numa mesma questão não é possível de ser realizada.

Como dito, a aferição do monitoramento envolve os blocos 4, 5, 6 e 7. Note que as questões que se destinam a medir domínios educacionais sempre terão uma resposta correta entre as quatro primeiras alternativas de resposta (“a”, “b”, “c” e “d”), enquanto

a resposta adequada para as questões de monitoramento sempre envolve, no bloco5, a seleção da opção “e) nenhuma das respostas acima está correta“, além da necessária justificativa desta escolha que deve ser feita no bloco7 (veja a Figura 2). Nesse sentido, é obrigatório que todas as questões do exame escolar metacognitivo tenham a opção "e".

Como afirmado, as questões para avaliar a habilidade de monitoramento envolvem a presença de um erro intencionalmente introduzido em seus enunciados ou no conjunto de suas alternativas de resposta. A propriedade 3 define que esses erros devem pertencer a uma das três categorias a seguir: (i) ausência de resposta correta, (ii) erro conceitual ou (iii) lacuna de dados, conforme mostrado na Tabela 2.

No exemplo 1 da Tabela 2, o erro introduzido na questão é o da primeira categoria, a ausência de resposta correta. Não há nenhum tipo de incorreção no enunciado desta questão que possa impedir a sua resolução, ou seja, fazendo os cálculos apropriados, o aluno encontra o valor de 0,2m como resposta correta para o problema proposto. No entanto, o conjunto de alternativas de respostas da questão não traz esse valor, porque ele foi simplesmente substituído por uma alternativa com um valor errado.

O segundo exemplo na Tabela 2 mostra uma questão na qual foi introduzido um erro da segunda categoria, o erro conceitual. Este erro, introduzido no enunciado da questão, consiste nas alegações de que o vetor campo elétrico gerado por uma carga elétrica aponta para fora dela, se a carga é negativa, e para o seu interior, se é ela é positiva. Essas afirmações são incorretas, uma vez que as teorias de campo elétrico afirmam que o vetor campo elétrico aponta para o interior de uma carga negativa, ou aponta para o exterior de uma carga positiva. Um estudante pouco hábil pode concluir que há uma resposta correta para essa questão, a alternativa da letra “c”, pois essa opção

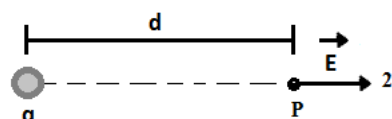


Tabela 2: Definição e exemplos dos 3 tipos de erros introduzidos nas questões de monitoramento

Exemplos de erros introduzidos em questões de monitoramento

**1- Ausência de resposta correta: A alternativa com a resposta correta foi excluída e substituída por uma alternativa incorreta.**

Através do processo de eletrificação por contato, uma pequena esfera condutora é eletrificada com uma carga elétrica  $Q = 4 \text{ pC}$ . O campo elétrico criado por ele em um ponto P localizado a uma distância  $d$  do centro da esfera tem uma intensidade igual a  $9 \times 10^{-1} \text{ N / C}$ . ( $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ )



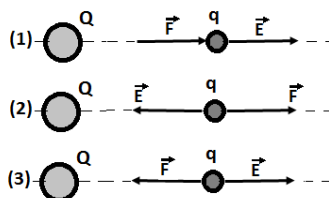
Calcule o valor dessa distância  $d$  entre o centro da esfera eletrificada e o ponto P.

- a) 0,06 m
- b) 0,02 m
- c) 0,6 m
- d) 0,4 m
- e) nenhuma das respostas acima é correta.

**2- Erro conceitual: Introdução de um erro conceitual no enunciado da questão que fornece uma solução INCORRETA do problema proposto, de acordo com a teoria envolvida nele. Este resultado está entre as alternativas de resposta da questão.**

O campo elétrico gerado por cargas elétricas positivas é representado em pontos próximos a eles por vetores apontando para dentro deles, enquanto o campo elétrico gerado por cargas elétricas negativas é representado em pontos próximos a eles por vetores apontando para fora deles. Sabe-se também que o vetor de campo elétrico E gerado por uma carga elétrica Q sempre tem a mesma direção do vetor força elétrica F que atua em uma carga q.

Se essa carga q for positiva, esses dois vetores apontam no mesmo sentido e, se a carga for negativa, esses dois vetores apontam em sentidos opostos. Considere as três situações abaixo onde Q é uma carga geradora do campo elétrico E e q é a carga que recebe a ação da força elétrica F aplicada por E:



As seguintes afirmativas são feitas a respeito da situação descrita

- I. Na situação 1:  $Q > 0$  e  $q > 0$
- II. Na situação 2:  $Q < 0$  e  $q > 0$
- III. Na situação 3:  $Q < 0$  e  $q < 0$
- IV. Em todas as situações:  $q > 0$

Baseado em teorias da física:

- a) todas as afirmativas são verdadeiras.
- b) apenas a afirmativa II é verdadeira.
- c) apenas a afirmativa III é verdadeira.
- d) apenas as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- e) nenhuma das respostas acima é correta.

**3- Erro lacuna de dados: No enunciado da questão estão presentes situações que não se relacionam entre si e / ou não possuem dados suficientes para solucionar o problema proposto.**

Para eletrizar com carga elétrica positiva uma esfera de alumínio A, de raio 0,20m, no ar, até atingir em sua superfície um potencial elétrico de 120V é necessário que perca um número N de elétrons igual a  $1,7 \times 10^{10}$ .

Para eletrizar uma segunda esfera condutora, B, também de alumínio, até atingir apenas metade do potencial elétrico na superfície da esfera A, ela precisa perder quantos elétrons?

- a)  $1,7 \times 10^{10}$  elétrons.
- b)  $8,5 \times 10^{10}$  elétrons.
- c)  $1,7 \times 10^9$  elétrons.
- d)  $8,5 \times 10^9$  elétrons.
- e) nenhuma das respostas acima é correta.

é a conclusão lógica das afirmativas incorretas da questão. No entanto, esta é uma resposta incorreta de acordo com as teorias do campo elétrico. É importante ressaltar que, especialmente no caso daquelas questões em que a categoria de erro conceitual foi introduzida, é necessária a eliminação da resposta originalmente correta do conjunto de alternativas, a fim de evitar que o aluno, não percebendo a presença desse erro, marque essa alternativa, justamente porque ela é correta de acordo com a teoria envolvida no problema proposto. Todas as questões que caracterizam a segunda categoria de erro devem ser construídas por meio dessa abordagem.

O terceiro exemplo da Tabela 2 mostra uma situação envolvendo o erro da terceira categoria, a lacuna de dados. No seu enunciado é dito que existem duas esferas condutoras A e B sendo que a informação dada sobre a esfera A - seu raio, o potencial elétrico em sua superfície e o número de elétrons perdidos por ela para alcançar esse valor de potencial elétrico - são úteis apenas para o estudante verificar que estes valores são coerentes entre si. Já em relação à esfera B, o valor do seu raio não foi fornecido, dado esse sem o qual o número de elétrons que essa esfera deve perder para atingir a metade do potencial elétrico da esfera A não pode ser calculado. Se o estudante usar os dados da esfera A como referência para a esfera B, poderá concluir que a esfera B deve perder metade do número de elétrons que a esfera A perdeu, já que deve atingir a metade do valor do potencial elétrico da esfera A, conclusão correspondente à alternativa de resposta "d". No entanto, não foi feita nenhuma alusão à existência de algum tipo de relação entre as duas esferas, portanto, não é correto usar essa relação entre elas.

Nas questões de monitoramento, se o aluno detectar a existência dos erros, deverá marcar a alternativa "e" e, como complemento, deverá utilizar o bloco 7 para justificar sua marcação, mostrando qual seria a resposta correta para o problema

proposto, no caso do erro da primeira categoria, ou apontando a incoerência do problema proposto, no caso dos erros da segunda ou da terceira categorias. A justificativa do aluno para suas respostas é a maneira de verificar se ele realmente detectou a presença do erro na questão, porque simplesmente marcar a opção "e" não garante que ele tenha realmente percebido o erro.

Como dito, para evitar que os alunos identifiquem quais dos dois tipos de questão estão fazendo, se é a questão para avaliar o domínio educacional, ou a questão para avaliar o monitoramento, todas as questões têm a mesma alternativa "e". É também importante novamente destacar que esses itens que possuem os erros mostrados acima, não participam da pontuação do domínio de educacional, pois são marcadores de monitoramento. Mais uma vez, é importante notar que a avaliação da habilidade de monitoramento é feita detectando a presença do erro introduzido na questão.

É necessário chamar a atenção para um aspecto muito importante. Os alunos estão habituados a resolver apenas questões tradicionais em que o objetivo é apenas e tão somente avaliar um domínio educacional. Assim, é imperativo que os alunos recebam um exemplo de como resolver uma questão típica de um exame escolar metacognitivo, cujo formato, um *testlet*, eles ainda não conhecem.

Outra característica que também é nova para os alunos é uma questão cujo objetivo é avaliar a habilidade metacognitiva de monitoramento. Por esse motivo, é obrigatória a presença de um modelo desse tipo de questão na primeira página do exame escolar metacognitivo. Esta primeira página, como mostra a Figura 3, traz um alerta para os alunos de como realizar o exame, salientando a existência de questões com erros intencionalmente inseridos nelas. Atenção: O professor, antes de iniciar o exame, deve ler em voz alta o conteúdo dessa primeira página, verificando se os alunos entenderam o exemplo exposto nela.



EXAME METACOGNITIVO DE FÍSICA- ELE TROSTÁTICA		
TURMA:	PROFESSOR:	
NOME		NOTA
<b>INSTRUÇÕES</b>		
<p>→ Essa avaliação é composta por 18 questões de múltipla escolha, cada uma delas com posta por 4 (quatro) itens</p> <p>→ Todos os itens são compostos por um ou mais comandos que têm o objetivo de esclarecer com o você deve proceder para a resolução delas</p> <p>→ Em algumas questões foram intencionalmente introduzidos um desses três tipos de erros: "ausência de resposta correta" (não existe entre as alternativas a resposta correta do problema proposto), "erro conceitual" (problema proposto com base em erros conceituais), ou "lacuna de dados" (falta de dados para a resolução do problema proposto). Devido ao erro introduzido no item, nenhuma de suas quatro primeiras alternativas de resposta é correta. Nesse caso, a opção a ser marcada deve ser "e" nenhuma das respostas anteriores é correta".</p> <p>→ Não existe nenhuma identificação que diferencie as questões com erros das questões sem erros</p> <p>VEJA CUIDADOSAMENTE O EXEMPLO A SEGUIR DE UMA QUESTÃO COMO ERRO "ERRO DE ÓRICO" (As explicações fornecidas sobre os comandos só aparecem neste exemplo, não nas questões da prova!):</p>		
<b>ATENÇÃO: Leia RAPIDAMENTE e apenas UMA ÚNICA VEZ o enunciado do item ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.</b>		
De acordo com o comando acima, você deverá fazer APENAS uma leitura RÁPIDA do enunciado da questão. NÃO leia mais de uma vez!		
Um automóvel que se move em movimento retilíneo e uniforme aumenta uniformemente sua velocidade de 36 km/h para 144 km/h em 1,0 min. Em relação a esta situação são feitas as seguintes afirmações:	I – A aceleração deste automóvel é igual a 0,5 m/s <sup>2</sup> II – A velocidade final do automóvel é igual a 40 m/s <sup>2</sup> III – A velocidade inicial do automóvel é igual a 0,6 km/s	Das afirmativas feitas, estão corretas:
<b>RESPONDA ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM: A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?</b>		
		
Conforme o comando acima, caso você julgue que sabe resolver a questão, você deve fazer um "X" na figura com o polegar para cima, ou fazer um "X" na figura com o polegar para baixo, caso julgue que não sabe como resolvê-la.		
<b>Agora LEIA NOVAMENTE o enunciado da questão COM CUIDADO E ATENÇÃO e RESOLVA o problema proposto.</b>		
De acordo com o comando acima, você deve ler a questão cuidadosamente e resolvê-la.		
<b>MARQUE a sua RESPOSTA entre as ALTERNATIVAS abaixo:</b> a) apenas a I e a III. b) apenas a II. c) apenas a I e a II. d) apenas a III. <input checked="" type="checkbox"/> e) nenhuma das respostas anteriores é correta.	Deixe a RESOLUÇÃO da questão no espaço abaixo: $V_1 = (36 \text{ km/h})/3,6 = 10 \text{ m/s}$ $V_2 = (144 \text{ km/h})/3,6 = 40 \text{ m/s}$ $\Delta t = 1,0 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $a = \Delta v / \Delta t = (40 - 10) / 60 = 0,5 \text{ m/s}^2$ $V_1 = (36 \text{ km/h})/60 \text{ min}$ $V_1 = 0,6 \text{ km/min}$	
Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo: <i>Se forem considerados apenas os dados numéricos do problema, somente a afirmativa I está correta, de acordo com os cálculos acima. No entanto, se o carro se move em um movimento retilíneo uniforme, como afirmado, sua velocidade não pode variar. Então, todas as afirmativas estão incorretas.</i>		
De acordo com o comando acima, se você marcou a alternativa "e", você deve usar o espaço acima para justificar a sua resposta.		
<b>RESPONDA DE POIS DE RESOLVER A QUESTÃO: Você acha que RESOLVEU A QUESTÃO CORRETAMENTE?</b>		
		
De acordo com o comando acima, caso você julgue que tenha acertado a questão, faça um "X" na figura com o polegar para cima e se julgar que não acertou a questão, faça um "X" na figura com o polegar para baixo.		
<b>RESPONDA: AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA</b>		
0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas. 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa. 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa. 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa. <input checked="" type="checkbox"/> 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.		
Segundo o comando acima, você deve marcar APENAS UMA das alternativas acima indicando o quanto você estava envolvido com a resolução da questão.		
<b>NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO</b>		
Segundo o comando acima, você deve resolver todos os itens dessa questão antes de passar para a próxima página.		

Figura 3. Página frontal de um exame escolar metacognitivo de física

Como afirmamos, a primeira página apresenta, basicamente, as instruções de como realizar o exame. A figura 3 mostra essa instrução no contexto de um exame de física. Como mencionado acima, essa instrução precisa ser mostrada pelo professor aos alunos antes deles começarem a fazer o exame. O primeiro retângulo da Figura 3

fornece informações gerais sobre o exame e o aluno (disciplina, conteúdo, turma, nome do professor, nome do aluno e pontuação no exame). No segundo retângulo há um conjunto de informações, entre as quais uma alertando os alunos sobre a existência de questões que podem conter um entre três tipos de erros (ausência de resposta correta, erro conceitual e lacuna de dados), além apresentar uma breve descrição de cada um deles.

Depois disso, a instrução apresenta uma questão resolvida e alguns comentários sobre cada um dos seus comandos, com o objetivo de mostrar aos alunos como responder corretamente a todos os comandos do exame, bem como fazê-los entender qual é a lógica das questões com erros intencionalmente inseridos e como respondê-las da forma correta. A questão usada como exemplo é sobre cinemática na qual foi inserido um erro da primeira categoria, ou seja, de acordo com as teorias da física, não existe uma resposta correta entre o conjunto de alternativas. Em seguida, o exemplo é resolvido mostrando que o aluno deve, no caso deste tipo de questão sem a resposta correta, marcar a alternativa "e)" e justificar essa marcação, como mostrado no modelo apresentado abaixo das alternativas de resposta. Finalmente, esta instrução mostra ao aluno como ele deve responder ao item de julgamento e ao item de autogerenciamento.

### **3. Aplicação da metodologia**

Apresentamos nas seções anteriores as três propriedades fundamentais da metodologia proposta. Agora vamos aplicar essa metodologia para elaborar um exame escolar metacognitivo, como exemplo para mostrar como essa metodologia pode ser usada.

De acordo com a primeira propriedade, “Condições Mínimas Para a Validade de Exames Escolares”, quando um exame escolar está sendo preparado, o primeiro passo dos professores deve ser pensar profundamente sobre o domínio educacional que eles querem avaliar e então definir muito bem e objetivamente os construtos alvos e quais conteúdos compõem esses construtos. Então, somente após essa definição, eles deverão selecionar ou elaborar um conjunto de questões que avaliarão esses construtos.

Em nosso exemplo, o conteúdo do exame escolar é o domínio da física chamado eletrostática, um conjunto de conceitos relacionados a fenômenos físicos que envolvem cargas elétricas em repouso. Ele é comumente abordado no terceiro ano do ensino médio na maioria das escolas brasileiras. Luz e Álvares (2011), autores de um dos livros de física mais adotados nas escolas brasileiras, desenvolveram esse conteúdo em três capítulos diferentes no terceiro volume de seu trabalho, Curso de Física, a saber: Carga Elétrica (capítulo 1), Campo Elétrico (Capítulo 2) e Potencial Elétrico (Capítulo 3). Embora este domínio seja ensinado em três partes nas aulas de física, isso é apenas uma estratégia de organização didática. Nesse contexto, carga elétrica, campo elétrico e potencial elétrico são os conteúdos que compõem o domínio chamado eletrostática. Assim, a elaboração de um exame escolar com o objetivo de mensurar os conceitos de eletrostática envolve a elaboração de um exame com questões que englobam os conteúdos de carga elétrica, de campo elétrico e de potencial elétrico. É importante ressaltar que, mesmo usando perguntas desses três conteúdos, não pretendemos medi-los. Eles são usados porque uma boa medição de eletrostática requer a cobertura de todos esses conteúdos.

Ainda de acordo com a primeira propriedade, o próximo passo corresponde à seleção ou elaboração de um conjunto de questões para avaliar o conteúdo alvo. No entanto, é necessário definir previamente o número máximo de questões que o exame

pode ter. Este número é uma função de duas variáveis, o intervalo de tempo de duração do exame e um intervalo de tempo médio presumido para a resolução de uma questão típica do domínio a ser avaliado. Assumindo que o tempo disponível para os alunos resolverem o exame seja de 60 minutos e supondo também, que devido à complexidade do conteúdo abordado cada questão pode ser resolvida em cerca de 3 minutos, o exame deverá ter, no máximo, 20 questões. Descontando cerca de 5 minutos de perdas relacionadas ao processo de entrega dos exemplares do exame aos alunos, ao preenchimento da folha de respostas e à devolução dos exemplares do exame, temos 55 minutos para os alunos usarem efetivamente na resolução do exame. Assim, para este intervalo de tempo, o exame poderá ter, no máximo, 18 questões, considerados os 3 minutos por questão.

Suponhamos, então, que seis questões relacionadas ao conteúdo específico de carga elétrica, seis relacionadas ao campo elétrico e seis questões relacionadas ao potencial elétrico devam ser elaboradas com o objetivo de avaliar o construto da eletrostática - neste contexto, pode ser a criação de questões inéditas, ou pode ser a seleção ou adaptação de algumas que já existem nos bancos de questões disponíveis em livros ou na internet. De fato, essa distribuição não precisa ser equânime dessa maneira, uma vez que qualquer questão desses conteúdos visa medir o mesmo construto de eletrostática em nosso modelo, porém é importante que todos os três conteúdos estejam representados nas questões da prova.

Até agora, a aplicação da metodologia tratou especificamente da parte referente à avaliação do domínio educacional alvo. A partir de agora, abordaremos os aspectos que envolvem a integração do domínio educacional à avaliação das habilidades metacognitivas. Como dissemos, a segunda propriedade, “Incorporando as Habilidades Metacognitivas nos Exames Escolares por Intermédio de *Testlets*” determina como essa

integração é feita. Essa integração é conseguida através da elaboração de questões utilizando a estrutura de *testlets*, ou seja, questões compostas por um conjunto de comandos que possibilitam a avaliação integrada desejada de todas essas habilidades simultaneamente. Por outro lado, a terceira propriedade, “Definindo os Comandos dos Itens e os Tipos de Erros Usados para a Aferição do Monitoramento”, determina qual deve ser o conteúdo de cada comando, bem como tipifica os erros que poderão ser introduzidos nas questões para permitir a aferição da habilidade de monitoramento do aluno.

No caso de nossa aplicação, como afirmamos, pretendemos construir um Exame Escolar Metacognitivo de Eletrostática. Como relatado aqui, é impossível medir em uma mesma questão o domínio educacional alvo e a habilidade de monitoramento. Então, se decidirmos que o nosso exame escolar metacognitivo de eletrostática tem 18 questões, a próxima etapa vai envolver decidir quantas questões medirão o domínio educacional e quantas medirão o monitoramento. Como pretendemos ter um conjunto robusto de itens para cada habilidade do exame, escolhemos nove perguntas para cada um deles. Para tanto, organizamos aleatoriamente dois grupos de nove questões, três de carga elétrica, três de campo elétrico e três de potencial elétrico. No grupo das nove questões de monitoramento, uma das questões de carga elétrica recebe a introdução do erro de ausência de resposta correta, em outra introduz-se o erro conceitual e, na última, é introduzido o erro de lacuna de dados. O mesmo tipo de erros e suas frequências estão presentes nas três questões do campo elétrico e nas três questões de potencial elétrico.

Conforme mencionado, a Tabela 2 mostra as modificações que fizemos nas três questões escolhidas para avaliar o monitoramento. Observe que os exemplos da Tabela 2 dizem respeito à medição de eletrostática. No entanto, espera-se que o leitor entenda



que um procedimento semelhante foi usado nas outras seis questões destinadas à avaliação do monitoramento.






<b>ATENÇÃO: Leia RAPIDAMENTE e apenas UMA ÚNICA VEZ o enunciado da questão ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LA.</b>	
<p>Cargas elétricas geram no espaço ao seu redor uma "modificação" chamada campo elétrico, grandeza vetorial associada à aplicação de força elétrica sobre outras cargas elétricas, entre outras propriedades. O vetor campo elétrico em um ponto do espaço é caracterizado por intermédio da força elétrica que atua sobre uma carga de prova colocada nesse ponto:</p>	 <p>Sendo assim, a direção o vetor campo elétrico gerado pela carga q no ponto P é melhor representado pela "beta":</p>
<b>RESPONDA ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO: A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?</b> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> 	
<b>Agora LEIA NOVAMENTE o enunciado da questão COM CUIDADO E ATENÇÃO e RESOLVA o problema proposto.</b>	
<p><b>MARQUE a sua RESPOSTA entre as ALTERNATIVAS abaixo:</b></p> <p>a) 1 ou 2          b) 3 ou 4          c) somente 2          d) somente 4          e) nenhuma das respostas anteriores é correta</p>	<p>Deixe a RESOLUÇÃO da questão no espaço abaixo:</p>
<p>Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:</p>	
<b>RESPONDA DE POIS DE RESOLVER A QUESTÃO: Você acha que RESOLVEU A QUESTÃO CORRETAMENTE?</b> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> 	
<b>RESPONDA: AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA</b>	
<p>0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.          1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.          2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.          3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.          4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.</p>	
<b>NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO</b>	

Figura 4. Exemplo de questão de domínio de conteúdo de um exame escolar metacognitivo

Na etapa seguinte, as 18 questões do exame foram transformadas nas estruturas de *testlets* delineadas pela propriedade 2 e os comandos necessários para a avaliação das habilidades metacognitivas, conforme definido pela propriedade 3, foram inseridos nas mesmas. A fim de ajudar o leitor a compreender em profundidade este processo de

integração do domínio escolar alvo com habilidades metacognitivas, apresentaremos na Figura 4 uma questão como exemplo, descrevendo em detalhes o procedimento de integração.

Como já dito, a Figura 4 mostra um exemplo de uma questão que mede o domínio escolar alvo, eletrostática, elaborada de acordo com os princípios da segunda e terceira propriedades da metodologia. Esta questão refere-se ao conteúdo do campo elétrico e traz as seguintes informações básicas aos alunos: a afirmação de que o campo elétrico é criado no espaço em torno das cargas elétricas, além de mostrar o problema proposto, identificar a representação correta de um campo elétrico em um ponto próximo a uma carga elétrica carregada positivamente. Após uma primeira e rápida leitura do enunciado da questão e antes de resolver o problema proposto nela, como já foi dito, solicita-se ao aluno que indique se o seu sentimento é de que ele sabe como resolver o problema proposto. Como mencionado anteriormente, a pontuação para este item é 0 se o aluno julgar que ele não sabe como resolver o problema proposto, ou 1 se ele julgar que sabe como resolvê-lo.

Assim, considerando que o exame possui 18 questões, isso implica que este exame também possui 18 itens de *feeling-of-knowing* e que a pontuação máxima dessa habilidade é de 18 pontos. Portanto, se a pontuação de *feeling-of-knowing* do aluno for 6/18 neste exame, isso significa que esse aluno julgou, antes de começar a resolver as questões, que ele saberia resolver 33% das questões do exame. As pontuações relacionadas às outras habilidades devem ser calculadas da mesma forma que no caso do *feeling-of-knowing*.

Após resolver o problema proposto na questão, informa-se ao aluno que ele deve marcar sua resposta entre as alternativas disponíveis na questão (ver Figura 4). Nas questões que avaliam o domínio escolar, a pontuação é 0, se essa resposta for errada, ou

1, se for uma resposta correta. Essa pontuação é usada para avaliar o desempenho acadêmico do aluno, ou seja, se o aluno marcar a resposta correta para o problema proposto, o valor atribuído à questão será adicionado à sua pontuação. Como temos 9 questões avaliando o domínio da escolar alvo, também temos 9 itens para avaliar este domínio e a pontuação máxima deste exame que envolve essa dimensão será 9 pontos.

É importante enfatizar que apenas nove das 18 questões no exame medem o domínio escolar, enquanto as outras 9 avaliam a habilidade de monitoramento do aluno. Se um aluno responder a quatro itens corretamente, o desempenho dele será de 4/9 do valor total do exame.

Depois disso, a Figura 4 mostra que o aluno deve responder se julga que a resposta dele para o problema proposto está correta ou não, permitindo, assim, que a habilidade de julgamento do aluno possa ser avaliada. Como mostrado, a pontuação é 0, se o julgamento do aluno for de que a resposta dele está errada ou 1, se o julgamento do aluno for de que a resposta dele está correta. Como o item para avaliação do julgamento está presente em todas as questões, também temos 18 itens de julgamento, totalizando uma pontuação máxima de 18 pontos.

Por fim, o aluno deve indicar o quanto avalia que esteve envolvido na resolução do problema proposto na questão. A avaliação desta habilidade de autogerenciamento do aluno é feita em uma escala com cinco alternativas em ordem crescente de intensidade, onde o aluno deve indicar como ele julga o seu envolvimento na resolução de problemas. Como o aluno marca sua opção dentro de um intervalo de 5 alternativas com valores variando de 0 a 4, sua pontuação para cada item de autogerenciamento pode variar entre esses valores de 0 a 4 pontos. Desse modo, no caso do nosso exame com 18 questões, o escore mínimo para essa habilidade do aluno é de 0 e o máximo é de 72 pontos.

Semelhantemente ao que acontece nas questões avaliando o domínio educacional, o escore das questões de monitoramento também é 0 ou 1. Se os alunos assinalarem, no quinto bloco, uma alternativa diferente da opção "e", indica que não detectaram a presença do erro na questão e, por isso, recebem escore 0. Se os alunos detectarem a presença do erro e marcarem opção "e", recebem escore 1. No entanto, é necessário que eles justifiquem corretamente sua opção pela alternativa "e", como foi dito. Assim, por exemplo, se um aluno responder a seis itens de monitoramento corretamente, seu desempenho nessa habilidade será de 6/9.

#### **4. Considerações finais**

Este artigo apresentou uma proposta metodológica que possibilita aos educadores elaborar um exame escolar metacognitivo, instrumento que permite avaliar, simultaneamente, domínios educacionais e também algumas habilidades metacognitivas, a saber: *feeling-of-knowing*, julgamento, autogerenciamento e monitoramento. A metodologia proposta define três propriedades básicas para orientar a correta elaboração de um exame escolar metacognitivo. A primeira propriedade, “Condições Mínimas Para a Validade de Exames Escolares”, estabelece que qualquer exame escolar deve definir criteriosamente seus construtos alvo, bem deve elaborar um conjunto de questões (variáveis observáveis) que estejam teoricamente relacionadas a um construto alvo específico (variáveis latentes), a fim de permitir a estimativa e medição desses construtos alvo por intermédio de métodos quantitativos. Como um exame escolar metacognitivo mescla a avaliação de um domínio educacional e de algumas habilidades metacognitivas simultaneamente, a segunda propriedade, “Incorporando as Habilidades Metacognitivas nos Exames Escolares por Intermédio de *Testlets*”, define como deve ser a arquitetura da questão, a qual é o elemento básico do

exame. Esta segunda propriedade estabelece que uma questão deve ter uma estrutura de *testlet*. A terceira propriedade, “Definindo os Comandos dos Itens e os Tipos de Erros Usados para a Aferição do Monitoramento”, determina o conteúdo de cada comando da estrutura do *testlet*, além de definir três categorias de erros que podem ser usados nas questões de monitoramento.

Embora tenhamos utilizado um domínio educacional da física, a eletrostática, como pano de fundo para mostrar a aplicabilidade da metodologia proposta, um exame escolar metacognitivo pode ser aplicado a todos os outros domínios educacionais e também a todas as séries escolares, não apenas à disciplina da física. Por fim, um ponto importante a ser observado é que nossa metodologia visa preparar os exames escolares para que eles possam passar por processos de verificação de validade.

A ampla aplicabilidade da metodologia proposta neste artigo e sua originalidade são aspectos fundamentais de sua relevância para o processo educacional. Esperamos que os educadores possam usar amplamente essa metodologia para construir exames escolares ou exames escolares metacognitivos.

## 5. Referências

- Andretta, I.; Silva, J. G.; Susin, N.; & Freire, S. D. (2010). Metacognição e aprendizagem: como se relacionam? *Psico*, Porto Alegre, PUCRS, 41(1), 7-13. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/3879/5209>
- Beaujean, A. A. (2013) Factor Analysis Using R. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 18(4). 2. Disponível em: <https://pareonline.net/pdf/v18n4.pdf>
- Busnello, F. B., Jou, G. I. & Sperb, T. M. (2012). Desenvolvimento de habilidades metacognitivas: capacitação de professores de ensino fundamental. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 25(2), 311-319. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prc/v25n2/a13v25n2.pdf>
- Byrne, B. M. (1998). Multivariate applications book series. Structural equation modeling with LISREL, PRELIS, and SIMPLIS: Basic concepts, applications, and programming. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Costa, C. J. B. (2013). *Sucesso escolar no ensino secundário-Autorregulação e performances de aprendizagem em busca do sucesso* (Tese de doutoramento em Ciências da Educação). Universidade de Coimbra, Portugal. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/24218/3/Sucesso%20escolar%20no%20ensino%20secundario.pdf>
- Dunning, D., Johnson, K., Ehrlinger, J., & Kruger, J. (2003). Why people fail to recognize their own incompetence. *Current Directions in Psychological Science*, 12(3), 83-87. doi.org/10.1111/1467-8721.01235
- Efklides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell

- us about the learning process? *Educational Research Review*, 1 (1), 3-14.  
doi:10.1016/j.edurev.2005.11.001
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*, 231-235. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.  
doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906
- Fleming, S. M., Massoni, S., Gajdos, T. & Vergnaud, J. C. (2016). Metacognition about the past and future: quantifying common and distinct influences on prospective and retrospective judgments of self-performance. *Neuroscience of Consciousness*, 2016(1) 1–12. doi: 10.1093/nc/niw018
- Fox, J. P., Maarten, M., Mulder, J. & Verhagen, J. (2016). Complex Latent Variable Modeling in Educational Assessment. *Communications in Statistic - Simulation and Computation*, 45(5): 1499–1510. doi: 10.1080/03610918.2014.939518
- Frey, A., Seitz, N. N., & Brandt, S. (2016). Testlet-Based Multidimensional Adaptive Testing. *Frontiers in Psychology*, 7, 1758. doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01758
- Garret, J., Alman, M., Gardner, S., & Born, C. (2007). Assessing students' metacognitive skills. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 71(1), 1-7.  
Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1847545/pdf/ajpe14.pdf>
- Gomes, C. M. A., & Golino, H. F. (2014). Self-reports on students' learning processes are academic metacognitive knowledge. *Psicologia Reflexão e Crítica*, 27 (3), 433-441. doi: 10.1590/1678-7153.201427307
- Gomes, C. M. A., Hudson F. Golino, H. F., & Menezes, I. G. (2014). Predicting School

- Achievement Rather than Intelligence: Does Metacognition Matter? *Psychology*, 5, 1095-1110. doi: 10.4236/psych.2014.59122
- Gomes, C. M. A., Almeida, L. S. & Núñez, J. C. (2017). Rationale and Applicability of Exploratory Structural Equation Modeling (ESEM) in Psychoeducational Contexts. *Psicothema*, 29(3), 396-401. doi: 10.7334/psicothema2016.369
- Gonçalves, J. & Martins, M. A. (2013) Avaliação da metacognição, autorregulação e utilização de estratégias cognitivas em atividades de investigação. Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho, pp 4153-4165
- Hart, J. T. (1965). Memory and the feeling-of-knowing experience. *Journal of Educational Psychology*, 56(4), 208-216. doi.org/10.1037/h0022263
- Hart, J. T. (1967). Memory and the memory-monitoring process. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 6(5), 685-691. doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80072-0
- Heale, R. & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-Based Nursing* 18(3):66-67. doi.org/10.1136/eb-2015-102129
- Hertzog, C., Dunlosky, J. & Sinclair, S. M. (2010). *Memory & Cognition*, 38(6): 771-784. doi.org/10.3758/MC.38.6.771
- Hirschfeld, G. & von Brachel, R. (2014) Multiple-group confirmatory factor analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 19(7). 2. Disponível em: <https://pareonline.net/getvn.asp?v=19&n=7>
- Hood, S. B. (2009). Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-Based Nursing* 18(3), 66-67 doi: 10.1136/eb-2015-102129



- Lai, E. R. (2011). Metacognition: A literature review. *Pearson research reports*. New York, NY. Disponível em: [http://www.pearsonassessments.com/hai/images/tmrs/metacognition\\_Literature\\_Review\\_Final.pdf](http://www.pearsonassessments.com/hai/images/tmrs/metacognition_Literature_Review_Final.pdf)
- LaMarca, A. (2014). The development of a questionnaire on metacognition for students in secondary school. In Proceedings of EDULEARN14 Conference 7th-9th July 2014 (pp. 676-691). Barcelona: IATED.
- Lawanto, O. (2010). Students' metacognition during an engineering design project. *Performance Improvement Quarterly*, 23(2), 117-136. doi.org/10.1002/piq.20084
- Lee, G., Brennan, R. L., & Frisbie, D. A. (2001). Incorporating the testlet concept in test score analyses. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 19(4), 5-9. doi.org/10.1111/j.1745-3992.2000.tb00041.x
- Loehlin, J. C. (2004). Latent variable models: An introduction to factor, path, and structural equation analysis. 4. Ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Luz, A. M. R., Alvares, B. A. (2011a). *Física – Contexto e Aplicações Volume - 3*. (1ª ed). São Paulo: Scipione.
- Metcalf, J., Schwartz, B. L., & Joaquim, S. G. (1993). The cue-familiarity heuristic in metacognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(4), 851-861. doi.org/10.1037/0278-7393.19.4.851
- Metcalf, J., Dunlosky, J. (2008). Metamemory. In Learning and Memory: A Comprehensive Reference -Vol 2- Elsevier. Pages 349-362 <http://www.columbia.edu/cu/psychology/metcalf/PDFs/Metcalf%202008.pdf>
- Metcalf, J. (1986). Feeling-of-knowing in memory and problem solving. *Journal of*

*Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12(2), 288-294.  
doi.org/10.1037/0278-7393.12.2.288

Nelson, T. O., & Narens, L. (1980). Norms of 300 general-information questions: Accuracy of recall, latency of recall, and feeling-of-knowing ratings. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 338–368. doi: 10.1016/S0022-5371(80)90266-2

Nelson, T. O., & Narens, L. (1996). Why investigate metacognition. In J. Metcalfe, & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 1-27). Cambridge, MA: MIT Press.

Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). Metacognition in academic learning and instruction. In B. F. Jones (Ed.), *Dimension of thinking and Cognitive Instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Pires, A. A. M., & Gomes, C. M. A. (2017). Três procedimentos equivocados na elaboração de provas escolares: Explicitação e discussão. *Ponte International Scientific Journal*, 73(3), 2-14. doi.org/10.21506/j.ponte.2017.3.1

Roebbers, C. M., Krebs, S. S., & Roderer, T. (2014). Metacognitive monitoring and control in elementary school children: Their interrelations and their role for test performance. *Learning and Individual Differences*, 29, 141–149. doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.003

Schneider, W. (2010). The Development of Metacognitive Competences. In: H. Salatas Waters and W. Schneider (Eds.) (2010), *Metacognition, Strategy Use, and Instruction*. New York: Guilford Press.203-214. doi: 10.1007/978-3-642-03129-8\_14

Schraw, G. (1997). The Effect of Generalized Metacognitive Knowledge on Test

- Performance and Confidence Judgments. *The Journal of Experimental Education*, 65(2), 135-146. doi: 10.1080/00220973.1997.9943788
- Schraw, G (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26(1-2), 113–125. doi.org/10.1023/A:1003044231033
- Schraw, G. (2008). A conceptual analysis of five measures of metacognitive monitoring. *Metacognition and Learning*, 4(1), 33-45. doi:10.1007/s11409-008-9031-3.
- Schraw, G.; Crippen, K. J. & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in Science Education: Metacognition as a part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education* 36(1–2), 111–139. doi: 10.1007/s11165-005-3917-8
- Sternberg, R. (2000). *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas.
- Stewart, P. W., Cooper, S. S., & Moulding, L. R. (2007). Metacognitive development in professional educators. *The Researcher*, 21(1), 32–40. Disponível em: <http://www.nrmera.org/wp-content/uploads/2016/02/Researcherv21n1Stewart.pdf>
- Tanikawa, H. A.M. & Boruchovitch, E. (2016). Monitoramento Metacognitivo de alunos do ensino fundamental. *Psicologia Escolar e Educacional*. 20(3), 457-464.  
doi.org/10.1590/2175-3539/2015/02031012
- Thiede, K. W., & Anderson, M. C. M. (2003). Summarizing can improve metacomprehension accuracy. *Contemporary Educational Psychology*, 28(2), 129-160. doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00011-5

- Thomas, A. K., Bulevich, J. B., Dubois, S. J. (2012). An analysis of the determinants of the feeling-of-knowing. *Consciousness and Cognition* 21(4), 1681–1694. doi.org/10.1016/j.concog.2012.09.005
- Urbina, S. (2014). *Essentials of psychological testing* (2nd ed.). Hoboken: Wiley.
- Veenman, M. V. J. (2011). Alternative assessment of strategy use with self-report instruments: a discussion. *Metacognition and Learning*, 6(2), pp 205–211. doi.org/10.1007/s11409-011-9080-x
- Veenman, M. V. J. & Verheij, J. (2003). Technical students' metacognitive skills: Relating general vs. specific metacognitive skills to study success. *Learning and Individual Differences*, 13. 259-272. doi.org/10.1016/S1041-6080(02)00094-8
- Veenman, M. V. J.; Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14, pp. 89-109. doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.004
- Wainer, H., & Kiely, G. L. (1987). Item clusters and computerized adaptive testing: A case for testlets. *Journal of Educational Measurement*, 24(3), 185-201. doi.org/10.1111/j.1745-3984.1987.tb00274.x
- Wirth, R. J., Edwards M. C. (2007). *Psychol Methods*. 12(1): 58–79. doi:10.1037/1082-989X.12.1.58.
- Wixson, K. K. (1983). Postreading question–answer interactions and children's learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 75(3), 413-423. doi.org/10.1037/0022-0663.75.3.413
- Yeung, N. & Summerfield, C. (2012). Metacognition in human decision-making: confidence and error monitoring. *Philosophical Transactions Royal Society*, 367(1594), 1310–1321 doi:10.1098/rstb.2011.0416

Yong, A. G., & Pearce, S. (2013). A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79-94. doi: 10.20982/tqmp.09.2.p079

#### **4. Considerações finais**

Ao terminar esta Tese, gostaria de discorrer um pouco sobre como foi meu trajeto ao longo desses quatro anos e apontar ganhos que obtive realizado esse trabalho, um complemento do que falei sobre minha trajetória. Foram quatro anos de muito trabalho, vários percalços, mas, principalmente, de muito aprendizado.

Apesar de meu foco ter sido sempre na problemática da avaliação, outros assuntos associados a este tema foram incorporados à minha prática docente, entre eles, as habilidades metacognitivas. A avaliação faz parte de um processo mais amplo, tanto no que diz respeito ao aluno quanto no tocante ao professor. Assim, pensar em avaliação implica em pensar em todo o processo de ensino e aprendizagem. Desenvolver estudos no campo da metacognição levou à proposta da utilização de habilidades metacognitivas em exames escolares como variáveis preditoras de desempenho acadêmico. No entanto, a proposição desta nova metodologia de elaboração de exames escolares apontou para a necessidade da preparação dos alunos de uma forma também diferente da que eu vinha fazendo.

Assim, venho trazendo meu olhar também para o uso de habilidades metacognitivas como auxiliares no processo de aprendizagem dos alunos. Promover a utilização de habilidades metacognitivas de controle e regulação requer preparação de materiais e de métodos de abordagem especialmente projetados para esse fim. Este é um campo ao qual pretendo me dedicar um pouco mais a partir de agora.

Além deste aspecto, a utilização de procedimentos da psicometria na elaboração de exames escolares, além de estabelecer novos procedimentos para a elaboração destes instrumentos, também gera a necessidade de novas formas de corrigir e interpretar resultados obtidos. Não é possível a utilização apenas de “gabaritos” nestas situações,

pois a interpretação dos resultados não pode ser feita de forma direta e simples, já que estão incluídas nas questões a aferição também de outras variáveis além do domínio escolar. Preparar formas mais acessíveis de correção e interpretação de resultados de exames é outro ponto ao qual passo a me dedicar também, a fim de dar sequência à proposta desta Tese.

## 5. Conclusões

Esta Tese inicialmente apontou que, apesar da importância das provas escolares para a comunidade educacional, a escola tem usado esses instrumentos de avaliação de maneira restritiva, limitando seu papel quase unicamente à definição da aprovação ou reprovação dos alunos numa disciplina ou série escolar, subutilizando sua função de diagnóstico do conhecimento do aluno. Também foi mostrado que, tradicionalmente, os principais elementos preditores do êxito dos alunos nos processos de avaliação escolar têm sido os aspectos socioeconômicos, motivacionais e cognitivos, apesar da literatura sustentar que a metacognição também é elemento relevante para auxiliar na predição do desempenho acadêmico.

Esta Tese também apontou que, muito frequentemente, são cometidas falhas no processo de elaboração de provas escolares, as quais impedem que esses instrumentos apresentem elementos de validade e confiabilidade. Essas falhas decorrem da não utilização de procedimentos psicométricos na confecção destas provas e também do processo de elaboração delas ser baseado em crenças e procedimentos inapropriados.

Nesta perspectiva, esta Tese objetivou: (i) indicar elementos fundamentais da psicometria que precisam ser inseridos nas provas escolares; (ii) propor um método para a elaboração de questões de provas que observem parâmetros psicométricos; e também (iii) propor uma metodologia de construção de um Exame Escolar Metacognitivo que faça a aferição, simultaneamente, tanto do domínio de um conteúdo de Eletricidade, quanto das habilidades metacognitivas do *feeling-of-knowing*, do monitoramento, do julgamento e do autogerenciamento.

Sendo assim, devido ao exposto, foram produzidos dois estudos baseados nos objetivos da Tese, os quais dão ênfase à utilização das provas escolares enquanto



diagnóstico e à transposição de procedimentos da psicometria para a área educacional de elaboração de exames escolares, fios condutores que interligam os dois estudos. O propósito desta transferência é de possibilitar que as provas escolares apresentem elementos de validade e confiabilidade tornando mais precisas as informações que elas fornecem para os professores, informações utilizadas por eles para a elaboração do diagnóstico do conhecimento dos seus alunos.

O primeiro estudo (Três Procedimentos Equivocados na Elaboração de Provas Escolares: Explicitação e Discussão) apontou elementos fundamentais que sustentariam provas escolares como diagnósticos. Ele foi desenvolvido numa estrutura teórico argumentativa apresentando o pressuposto básico de que algumas práticas equivocadas têm norteado a elaboração de provas escolares, gerando problemas de validade e confiabilidade nesses instrumentos.

Foram apontados neste estudo três procedimentos usualmente adotados no processo de elaboração de provas escolares: (1) "A-Busca-de-Tudo-Englobar", ou o princípio do "Quanto mais, melhor" o qual sustenta a crença de que boas provas devem ser elaboradas com a maior quantidade de conteúdo possível; (2) "O cerne-está-no-desempenho-médio", ou "A virtude está no meio" justifica a prática de se elaborar provas com questões concentradas basicamente no nível de dificuldade média; e (3) "A-prova-é-uma-obra-de-livre-criação", também chamado de princípio da "Livre-criação", princípio que dá suporte à concepção de que boas provas escolares podem ser elaboradas na informalidade pedagógica. Além de ter apontado esses equívocos, o estudo indicou ações que visam possibilitar que o professor evite os citados procedimentos.

No entanto, é necessário considerar que este estudo, teórico argumentativo, utiliza alguns pressupostos de domínio geral, sem, no entanto, apresentar evidências na

literatura para a sustentação deles. No entanto, a falta de evidência, não implica, necessariamente, na evidência de falta. Ou seja, a não apresentação de evidências concretas para alguns argumentos originados na prática diária, não implica, necessariamente, em evidência da impropriedade destes argumentos.

Por sua vez, o segundo estudo (Proposição de um Método para Elaborar Exames Escolares Metacognitivos) apresentou uma metodologia de construção de exames escolares transpondo procedimentos psicométricos para a prática de elaboração destas ferramentas, além de introduzir nelas variáveis predictoras de rendimento. O artigo apresentou três propriedades fundamentais para essa metodologia. A primeira propriedade, “Condições Mínimas Para a Validade de Exames Escolares”, indica que um exame escolar deve ser elaborado com o acoplamento correto entre cada um dos seus conceitos alvo e um conjunto específico de questões, procedimento esse que vai possibilitar a estimativa e medição destes conceitos por intermédio de métodos quantitativos. A segunda propriedade, “Incorporando as Habilidades Metacognitivas nos Exames Escolares por Intermédio de *Testlets*”, define que a arquitetura da questão, elemento básico do exame, deve ser a dos *testlets*, estrutura que permite a existência de diferentes itens destinados à medição de diferentes construtos dentro de uma mesma questão, já que cada uma delas deve permitir a aferição de um domínio escolar e de habilidades metacognitivas ao mesmo tempo. Finalmente, a terceira propriedade, “Definindo os Comandos dos Itens e os Tipos de Erros Usados para a Aferição do Monitoramento”, determina o qual é o conteúdo de cada um dos comandos da estrutura do *testlet* destinados a aferir cada um dos construtos que compõem a questão. Essa propriedade também define as três categorias de erros que serão usados nas questões de aferição da habilidade do monitoramento (detecção de erro).

O segundo estudo apresentou também um exemplo de elaboração de um exame escolar metacognitivo utilizando a eletrostática, um domínio educacional da física. Foram apontados e discutidos todos os passos envolvidos em cada uma das etapas de elaboração desse exame, segundo as três propriedades fundamentais. Apesar do exemplo de aplicação da metodologia proposta ter envolvido um domínio da física usualmente abordado na terceira série do Ensino Médio da maioria das escolas brasileiras, quaisquer outros conteúdos escolares poderiam ter sido usados.

O exame metacognitivo proposto, de acordo com a metodologia apresentada, deve ser submetido a processos de investigação de validade. Inicialmente, para a confecção deste instrumento, uma possibilidade para a investigação de sua validade de conteúdo pode ser por intermédio de painel de professores, não só especialistas na área, mas também em áreas afins e áreas de linguagens.

Em síntese, esta Tese apresentou dois estudos nos quais foram apresentadas propostas e discutidas ações que têm como objetivo tornar as informações provenientes dos exames escolares, não somente mais precisas, do ponto de vista de validade e confiabilidade, mas também mais ricas, ao incorporarem variáveis importantes de predição de rendimento acadêmico. Espera-se que essa Tese e as ações nela propostas possam incentivar os professores e a escola a elaborarem e enfatizarem exames escolares enquanto diagnóstico

Os resultados obtidos apontam para a possibilidade de novos estudos no campo da construção de exames escolares, não só com o propósito do aperfeiçoamento das informações que eles podem originar, mas também com o objetivo de qualificar o professor na análise destas informações.

## 6. Referências

- Andretta, I.; Silva, J. G.; Susin, N.; & Freire, S. D. (2010). Metacognição e aprendizagem: como se relacionam? *Psico*, Porto Alegre, PUCRS, 41(1), pp. 7-13. Disponível em:<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/3879/5209>
- Boggino, N. (2009) Avaliação como estratégia de ensino. Avaliar processos e resultados. *Sísifo - Revista de Ciências da Educação*. 09. 79-86. Disponível em: <http://files.deograco-e-raquinha.webnode.pt/200000121-5f1d860174/A%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20como%20estrat%C3%A9gia%20de%20ensino..pdf>
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other even more mysterious mechanisms. In: Weinert, F. E. & Kluwe, R. H. (eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 65-116Brown, 1987;
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L. B. (ed.). *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 231-235.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906
- Gomes, C. M. A. & Golino, H. F. (2012a). O que a inteligência prediz: Diferenças individuais ou diferenças no desenvolvimento acadêmico? *Psicologia: Teoria e prática*, 14(1), 126-139. Disponível em:

<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ptp/v14n1/v14n1a10.pdf>

- Gomes, C. M. A. & Golino, H. F. (2012b). Validade incremental da Escala de Abordagens de Aprendizagem (EABAP). *Psicologia: Reflexão e crítica*, 25(4), pp. 623-633. doi.org/10.1590/S0102-79722012000400001
- Haydt, R. C., (2008). *Avaliação do processo de Ensino-Aprendizagem*. (6ª ed.). São Paulo: Editora Ática.
- Heale, R. & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evid Based Nurs*, 18, 66-67. doi: 10.1136/eb-2015-102129
- Kraemer, M. E. P. (2005). A avaliação da aprendizagem como processo construtivo de um novo fazer. *Avaliação – Revista da Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior*, 10 (2), pp. 137-145.
- Lai, E. R. (2011). Metacognition: A literature review. *Pearson research reports*. Disponível em: [http://www.pearsonassessments.com/hai/images/tmrs/metacognition\\_Literature\\_Review\\_Final.pdf](http://www.pearsonassessments.com/hai/images/tmrs/metacognition_Literature_Review_Final.pdf)
- Leite, E. A. P. & Darsie, M. M. P. (2011). Implicações da metacognição no processo de aprendizagem da Matemática. *Revista Eletrônica de Educação*, UFSCar, 5(2), pp. 1791-191.
- Luckesi, C. C. (1998). Verificação ou avaliação: O que pratica a escola? *Série Ideias*. (8) São Paulo: FDE. Disponível em: [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/int\\_a.php?t=009](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/int_a.php?t=009)
- Luckesi, C. C. (2002). *Avaliação da aprendizagem escolar* (13ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Martinelli, S. C. & Sassi, A. G. (201). *Psicologia ciência e profissão*, 30 (4), 780-791.

[doi.org/10.1590/S1414-98932010000400009](https://doi.org/10.1590/S1414-98932010000400009)

Martins, G. A. (2006). Sobre Confiabilidade de Validade. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 8(20), 1-12 Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/283528972\\_Sobre\\_confiabilidade\\_e\\_validade](https://www.researchgate.net/publication/283528972_Sobre_confiabilidade_e_validade)

Novaes, M. H. (1968). O Valor do Diagnóstico na Educação. *Boletim*, 5 67-80

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/museupsi/valordigeduc.htm>

Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). Metacognition in academic learning and instruction. In B. F. Jones (Ed.), *Dimension of thinking and Cognitive Instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Pasquali, L. (2001). *Técnicas do Exame Psicológico – TEP manual. (I)*. São Paulo: Casa do Psicólogo.

Pasquali, L. (2009). Psicometria. *Revista da Escola de Enfermagem USP*. 43 (Edição Especial): 992-999. doi:10.1590/S0080-62342009000500002

Pires, A. A. M., & Gomes, C. M. A. (2017). Três procedimentos equivocados na elaboração de provas escolares: Explicitação e discussão. *Ponte International Scientific Journal*, 73(3), 2-14. doi.org/10.21506/j.ponte.2017.3.1

Portilho, E. M. L. & Dreher, S. A. S. (2012). Categorias metacognitivas como subsídio à prática pedagógica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 38(1), pp.181-196.

Ribeiro, C. (2003). Metacognição: Um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, Universidade Católica Portuguesa, 16(1), pp. 109-116

Rocha, A. L. P., Leles, C. R. & Queiroz, M. G. (2018) Rev. Bras. Estud. Pedagog., 99(251). <http://dx.doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.99i251.3162>

- Schelini, P. W., Deffendi, L. T., Fujie, M. A., Boruchovitch, E., & Freitas, M. F. R. L. (2016). Avaliação do monitoramento metacognitivo: análise da produção científica. *Avaliação Psicológica*, 15(spe), 57-65. doi: 10.15689/ap.2016.15ee.06
- Schraw, G.; Crippen, K. J. & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in Science Education: Metacognition as a part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education* 36(1-2), 111-139. doi: 10.1007/s11165-005-3917-8
- Silva, A. L., Simão, A. M. V., & Sá, I. (2004). A autorregulação da aprendizagem: Estudos teóricos e empíricos. *Intermeio: Revista do Mestrado em Educação*, Campo Grande, 10(19), 58-74. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-79722012000400001>
- Van der Stel, M.; Marcel, Veenman, M. V. J.; Deelen, K. & Haenen, J. (2010). The increasing role of metacognitive skills in math: a cross-sectional study from a developmental perspective- ZDM. *Mathematics Education*, 42, 219-229. doi.org/10.1007/s11858-009-0224-2
- Veenman, M. V. J. (2008). Giftedness: Predicting the speed of expertise acquisition by intellectual ability and metacognitive skillfulness of novices. In: Shaughnessy, M. F.; Veenman, M. V. J.; & Kleyn-Kennedy, C. (eds.). *Meta-cognition: A recent review of research, theory and perspectives*. Hauppauge: Nova Science Publishers, 207-220
- Veenman, M. V. J.; Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14, 89-109. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/324f/9c2c9a147cc122446e8df3614af9b861ef5e.pdf>

- Veenman, M. V. J. & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and individual differences*, *Metacognition learning*, *15*, 159-176. doi.org/10.1016/j.lindif.2004.12.001
- Veenman, M. V. J. & Verheij, J. (2003). Technical students' metacognitive skills: Relating general vs. specific metacognitive skills to study success. *Learning and Individual Differences*, *13*, 259-272. doi.org/10.1016/S1041-6080(02)00094-8
- Viana, H. (1984). Qualificação Técnica e Construção de Instrumentos de Medida Educacional. *Educação e Seleção*, *10*, 43-49. doi: 10.18222/eae246020143311
- Wainer, H., & Kiely, G. L. (1987). Item clusters and computerized adaptive testing: A case for testlets. *Journal of Educational Measurement*, *24*(3), 185-201. doi.org/10.1111/j.1745-3984.1987.tb00274.x
- Wirth, R. J., Edwards M. C. (2007). *Psychol Methods*. *12*(1): 58–79. doi:10.1037/1082-989X.12.1.58.
- Wyk, M. L., & Carl, A. E. (2010). The portfolio as an authentic assessment tool for learning: Is it serving its purpose? *Yesterday & Today*, *5*, 141-162. Disponível em: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-03862010000100013](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-03862010000100013)
- Zimmerman, B. J., & Pons, M. M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American Educational Research Journal*, *23*(4), 614-628. <http://dx.doi.org/10.2307/1163093>



## **7. Anexo**

### **Exame Escolar Metacognitivo de Eletrostática**

Obs.: A seguir são mostradas 18 questões do Exame Escolar Metacognitivo. As questões de aferição de domínio escolar são as de número: 1, 2, 5, 6, 7, 11, 14, 15 e 18.

As outras são de monitoramento.

EXAME METACOGNITIVO DE FÍSICA - ELETROSTÁTICA		
ESCOLA:	PROFESSOR:	
NOME	TURMA:	NOTA

## INSTRUÇÕES

- Essa avaliação é composta por 30 questões de múltipla escolha, cada uma delas com posta por 4 itens.  
 → Todos os itens são compostos por um ou mais comandos que têm o objetivo de esclarecer como você deve proceder para a resolução deles.  
 → Em algumas questões foram intencionalmente introduzidos um desses três tipos de erros: “ausência de resposta correta” (não existe entre as alternativas a resposta correta ao problema proposto), “erro conceitual” (problema proposto com base em erros conceituais), ou “lacuna de dados” (falta de dados para a resolução do problema proposto). Devido ao erro introduzido no item, nenhuma de suas quatro primeiras alternativas de resposta é correta. Nesse caso, a opção a ser marcada deve ser “e” nenhuma das respostas anteriores é correta”.  
 → Atenção: não existe nenhuma identificação que diferencie as questões com erros das questões sem erros.

VEJA CUIDADOSAMENTE O EXEMPLO A SEGUIR DE UMA QUESTÃO COM O ERRO “AUSÊNCIA DE RESPOSTA” (As explicações fornecidas sobre os comandos só aparecem nesse exemplo, não nas questões da prova!):

⇒ ATENÇÃO: Leia RAPIDAMENTE e apenas UMA ÚNICA VEZ o enunciado da questão ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LA.

De acordo com o comando acima, você deverá fazer APENAS uma leitura RÁPIDA do enunciado da questão. NÃO leia mais de uma vez!

Um automóvel que se move em movimento retilíneo e uniforme aumenta uniformemente sua velocidade de 36 km/h para 144 km/h em 1,0 min. Em relação a esta situação são feitas as seguintes afirmações:

- I – A aceleração deste automóvel é igual a  $0,5 \text{ m/s}^2$   
 II – A velocidade final do automóvel é igual a  $40 \text{ m/s}^2$   
 III – A velocidade inicial do automóvel é igual a  $0,6 \text{ km/min}$

⇒ RESPONDA ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM: A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?



Conforme o comando acima, caso você julgue que sabe resolver a questão, você deve fazer um “X” na figura com o polegar para cima, ou fazer um “X” na figura com o polegar para baixo, caso julgue que não sabe como resolvê-la.

⇒ Agora LEIA NOVAMENTE a questão COM CUIDADO E ATENÇÃO e RESOLVA o problema proposto.

De acordo com o comando acima, você deve reler a questão cuidadosamente e resolvê-la.

MARQUE a sua RESPOSTA entre as ALTERNATIVAS abaixo:

- a) apenas a I e II  
 b) apenas a I e s III  
 c) apenas a II e a III  
 d) a I, a II e a III  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

Deixe a RESOLUÇÃO da questão no espaço abaixo:

$$V_1 = (36 \text{ km/h})/3,6 = 10 \text{ m/s} \quad \alpha = \Delta v / \Delta t = (40 - 10)/60 = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$V_2 = (144 \text{ km/h})/3,6 = 40 \text{ m/s} \quad V_1 = (36 \text{ km/h})/60 \text{ min}$$

$$\Delta t = 1,0 \text{ min} = 60 \text{ s} \quad V_2 = 0,6 \text{ km/min}$$

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

*Se forem considerados apenas os dados numéricos do problema proposto, somente as afirmações I e III estão corretas, de acordo com os cálculos acima. No entanto, se o carro se move em um movimento retilíneo uniforme, como afirmado, sua velocidade não pode variar. Então, todas as afirmações estão incorretas.*

De acordo com o comando acima, se você marcou a alternativa “e”, você deve usar o espaço acima para justificar a sua resposta.

⇒ RESPONDA DEPOIS DE RESOLVER A QUESTÃO: Você acha que resolveu essa questão CORRETAMENTE?



De acordo com o comando acima, caso você julgue que tenha acertado a questão, faça um “X” na figura com o polegar para cima e se julgar que não acertou a questão, faça um “X” na figura com o polegar para baixo.

⇒ RESPONDA: AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

Segundo o comando acima, você deve marcar APENAS UMA das alternativas acima indicando o quanto você estava envolvido com a resolução da questão.

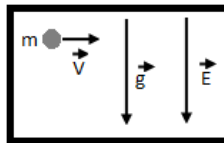
\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO

Segundo o comando acima, você deve resolver todos os itens dessa questão antes de passar para a próxima página.

## QUESTÃO 01

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

Em uma aula de laboratório de Física para determinar a quantidade de cargas elétricas elementares em esferas eletrizadas, foi realizado um experimento em que pequenas esferas eletrizadas foram lançadas horizontalmente na parte superior de uma câmara, em vácuo, onde há um campo elétrico uniforme na mesma direção e sentido da aceleração local da gravidade.



Observou-se que, com campo elétrico de módulo igual a  $2 \times 10^3$  V/m uma das esferas, de massa  $3,2 \times 10^{-15}$  kg permanecia movimentando horizontalmente com velocidade constante no interior da câmara. Essa esfera tem  
(Considere  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>;  $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C)

⇒ **RESPONDA ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?



⇒ Agora **LEIA NOVAMENTE** a questão **COM CUIDADO E ATENÇÃO** e **RESOLVA** o problema proposto.

**MARQUE** a sua **RESPOSTA** entre as **ALTERNATIVAS** abaixo:

- o mesmo número de elétrons e de prótons.
- 100 elétrons a mais que prótons.
- 100 elétrons a menos que prótons.
- 2000 elétrons a mais que prótons.
- nenhuma das respostas anteriores é correta.

Deixe a **RESOLUÇÃO** da questão no espaço abaixo:

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO?**



⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

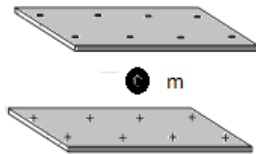
- muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

**\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**

## QUESTÃO 02



⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Em um experimento para a identificação do sinal da carga de uma partícula de massa  $m$ , observa-se o movimento dela entre duas placas metálicas paralelas, que se encontram posicionadas horizontalmente. A placa superior tem carga negativa, enquanto a placa inferior está eletrizada positivamente, como representado na figura:



O campo elétrico gerado entre as placas, nessa situação, pode ser considerado uniforme. Ajustando-se adequadamente o valor do campo elétrico é possível fazer com que a partícula caia com velocidade constante.

Considerando que a partícula está sujeita apenas aos efeitos do campo elétrico e do campo gravitacional, é correto concluir que a carga da partícula é



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) negativa e a resultante das forças sobre a gota não é nula.  
 b) positiva e a resultante das forças sobre a gota é nula.  
 c) negativa e a resultante das forças sobre a gota é nula.  
 d) positiva e a resultante das forças sobre a gota não é nula.  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

**RESOLUÇÃO**

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

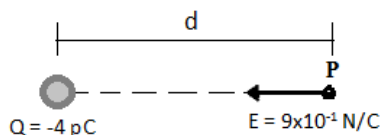
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* **NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**

## QUESTÃO 03

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

Por intermédio de um processo de eletrização por contato, eletriza-se uma pequena esfera com uma carga elétrica  $Q = -4 \text{ pC}$ . O campo elétrico criado por ela em um ponto situado a uma distância  $d$  tem intensidade igual a  $9 \times 10^{-1} \text{ N/C}$ .



Calcule o valor da distância  $d$  entre o ponto  $P$  e a esfera eletrizada.

$$(k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)$$

⇒ **RESPONDA ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?



⇒ Agora **LEIA NOVAMENTE** a questão **COM CUIDADO E ATENÇÃO** e **RESOLVA** o problema proposto.

**MARQUE** a sua **RESPOSTA** entre as **ALTERNATIVAS** abaixo:

- a) 0,06 m
- b) 0,02 m
- c) 0,6 m
- d) 0,4 m
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta

Deixe a **RESOLUÇÃO** da questão no espaço abaixo:

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO?**



⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

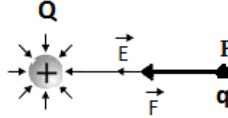
\* **NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**

## QUESTÃO 04



⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

Uma pequena esfera condutora eletrizada com uma carga elétrica  $Q$  positiva gera um campo elétrico ao seu redor. O vetor campo elétrico em qualquer ponto nas proximidades dessa esfera carregada tem direção sempre radial e sentido apontando para o centro da esfera.

Uma carga  $q$ , também positiva é colocada em um ponto  $P$  dentro do campo elétrico gerado pela carga positiva  $Q$ , ficando sujeita à ação de uma força de mesma direção e sentido que os do vetor campo elétrico:



Em relação à situação descrita, podemos afirmar corretamente, com base nos conceitos de Física, que:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO:**

- a) o módulo do vetor campo elétrico em  $P$  dependerá do sinal de  $q$ .  
 b) o módulo do vetor campo elétrico em  $P$  será tanto maior quanto maior for o valor da carga  $q$ .  
 c) o vetor campo elétrico em  $P$  será sempre radial apontando para o centro da esfera, qualquer que seja o valor de  $q$ .  
 d) o módulo do campo elétrico em  $P$  será tanto menor quanto maior for o valor de  $q$ .  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta

**RESOLUÇÃO**

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO?**  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

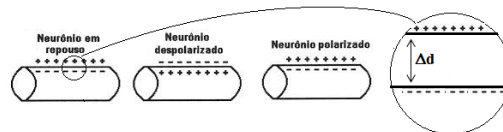
**\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**

## QUESTÃO 05



⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

A condução de impulsos nervosos através do corpo humano é baseada na sucessiva polarização e despolarização das membranas das células nervosas, cuja espessura é em torno de  $1 \times 10^{-7}$  m. Normalmente, a superfície interna da membrana possui carga negativa em relação à superfície externa devido à distribuição desigual dos íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) dentro e fora do neurônio. A diferença de potencial gerada (potencial de repouso) vale em torno de  $-70\text{mV}$ .

Quando o neurônio recebe um estímulo, a polaridade da membrana celular é trocada (despolarização) devido à passagem de um impulso nervoso e o neurônio passa a ter um potencial de cerca de  $+30\text{mV}$  (potencial de ação), seguido de um retorno também rápido (repolarização) ao seu estado de repouso (potencial de repouso).



Com essas informações, pode-se estimar que os módulos do campo elétrico através das membranas dos neurônios, quando não estão conduzindo impulsos nervosos e quando a condução é máxima, são, respectivamente, em Newton/Coulomb,



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO:**

- a)  $7,0 \cdot 10^5$  e  $3,0 \cdot 10^5$   
 b)  $7,0 \cdot 10^{-9}$  e  $3,0 \cdot 10^{-9}$   
 c)  $3,0 \cdot 10^5$  e  $7,0 \cdot 10^5$   
 d)  $3,0 \cdot 10^8$  e  $7,0 \cdot 10^8$   
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO?**  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

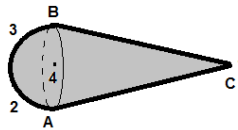
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO



## QUESTÃO 06

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

A figura representa um “sorvetóide” (sólido hipotético num formato de sorvete de casquinha) metálico formado por um tronco de cone (ACB) e uma semiesfera (BA) onde se distinguem os pontos 1, no vértice C do tronco de cone, os pontos 2 e 3 na superfície da semiesfera BA e o ponto 4 no centro desta superfície semiesférica. O “sorvetóide”, que tem carga elétrica  $Q$ , está em equilíbrio eletrostático, isolado e muito distante de outras cargas elétricas:



Representando os campos elétricos dos mencionados pontos, respectivamente, por  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  e  $E_4$ , é correto que para esses campos elétricos valem as relações:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a)  $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$ .  
 b)  $E_4 > E_2 > E_3 > E_1$ .  
 c)  $E_4 = 0$  e  $E_1 > E_2 = E_3$ .  
 d)  $E_1 = E_2 < E_3 = E_4$ .  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.



\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO



## QUESTÃO 07

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Considere um condutor esférico A eletrizado, isolado da influência de outras cargas elétricas e em equilíbrio eletrostático. De acordo com as teorias da Física, podemos afirmar que no interior desse condutor A:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) O campo elétrico pode assumir qualquer valor, podendo variar de ponto para ponto.  
 b) O campo elétrico é uniforme e diferente de zero.  
 c) O campo elétrico é nulo em todos os pontos.  
 d) O campo elétrico só é nulo se o condutor estiver descarregado.  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

**RESOLUÇÃO**

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA



- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

**\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**

## QUESTÃO 08

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Uma esfera condutora de aço, A, cujo raio é igual a 30 cm, encontra-se no vácuo, apoiada sobre um suporte isolante. Ela está carregada com uma carga elétrica  $Q_A = 1,0 \times 10^{-6}$  C e apresenta em sua superfície um potencial elétrico  $V_A = 3 \times 10^4$  V. A esfera A é, então, ligada por intermédio de um fio condutor metálico a outra esfera B, idêntica a ela, também de aço, também de raio 30 cm. Devido à diferença de potencial elétrico entre elas, um fluxo de elétrons livres é estabelecido através desse fio condutor até que o potencial de ambas se iguale, cessando o fluxo de elétrons entre elas. De acordo com os princípios físicos, podemos afirmar corretamente, que, ao final do processo de transferência de cargas elétricas entre as duas esferas, o potencial elétrico final,  $V_{FA}$ , na superfície da esfera A vai ser igual a:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a)  $2V_A$   
 b)  $V_A$   
 c)  $V_A/2$   
 d)  $V_A/4$   
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

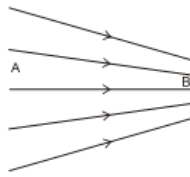
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO

## QUESTÃO 09

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.



Um campo elétrico é estabelecido numa região próxima a um corpo carregado eletricamente. Uma forma usual de representar as características desse campo elétrico é por intermédio do desenho de “linhas de campo”. Considere os pontos A e B pertencentes à região de atuação do campo elétrico.



São feitas três afirmativas à respeito dessa situação:

- I. O campo elétrico é mais intenso na região A que na região B.
- II. O campo elétrico representado é uniforme nas duas regiões, A e B.
- III. Uma partícula com carga negativa pode ser a fonte desse campo.

Está(ão) correta(s) as afirmativas:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) apenas I e II.
- b) apenas I e III.
- c) apenas II e III
- d) apenas I, II e III
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA



- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO

## QUESTÃO 10

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Para que uma esfera A, de alumínio e de raio igual a 0,20m apresente em sua superfície um potencial elétrico de 120V, é necessário que sejam retirados dela N elétrons. Sendo assim, quantos elétrons precisam ser retirados de uma segunda esfera B, também de alumínio, a fim de que ela atinja, na sua superfície, um potencial de 60V?



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) N
- b) 2N
- c) N/2
- d) N<sup>2</sup>
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

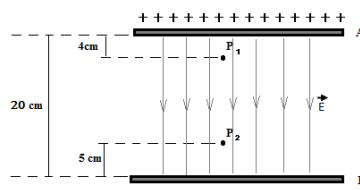
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO



## QUESTÃO 11

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Duas placas planas e paralelas se encontram distanciadas de 20cm uma da outra. Existe um campo elétrico uniforme na região entre as placas devido ao fato delas estarem eletrizadas com cargas de sinais opostos. A diferença de potencial entre elas é de 200V.



Considerando os pontos  $P_1$  e  $P_2$  indicados no esquema, podemos afirmar corretamente que a diferença de potencial entre eles, em volts, é igual a



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) 40  
b) 50  
c) 70  
d) 110  
e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

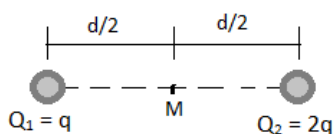
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* **NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**



## QUESTÃO 12

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

Duas esferas metálicas contendo as cargas  $Q_1 = q$  e  $Q_2 = 2q$  estão separadas pela distância  $d = 1,0$  m. Considere um ponto M situado no ponto médio da distância entre as duas esferas.



Nessas condições, podemos afirmar corretamente dizer que, no ponto M situado a meia distância entre as esferas, o campo elétrico gerado por:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) ambas as esferas são iguais.
- b) uma esfera é 1/4 do campo gerado pela outra esfera.
- c) uma esfera é 1/6 do campo gerado pela outra esfera.
- d) uma esfera é 1/8 do campo gerado pela outra esfera.
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta

**RESOLUÇÃO**

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA



- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

**\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**

## QUESTÃO 13

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Em um ponto P situado a 0,5m de uma esfera A condutora eletricamente carregada o campo elétrico gerado por ela tem direção horizontal e sentido para a esquerda. Uma pequena esfera B carregada com carga elétrica  $q_B$  é colocada no ponto P fica sujeita a uma força de natureza elétrica na direção horizontal e no sentido para a direita. Nessas condições, é correto afirmar que:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) a esfera A tem carga elétrica negativa.
- b) a esfera A tem carga elétrica positiva.
- c) a esfera B tem carga elétrica negativa.
- d) a esfera B tem carga elétrica negativa.
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta

**RESOLUÇÃO**

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

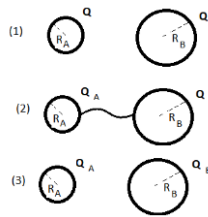
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

**\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**



## QUESTÃO 14

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

Duas esferas metálicas de raios  $R_A$  e  $R_B$ , com  $R_A < R_B$  estão no vácuo e isoladas eletricamente uma da outra, como mostrado em (1). Cada uma está eletrizada com uma mesma quantidade  $Q$  de carga positiva. Posteriormente, como indicado em (2), as esferas são interligadas por meio de um fio condutor e, após atingir o equilíbrio eletrostático, a esfera A possuirá uma carga  $Q_A$  e a esfera B uma carga  $Q_B$ .



O contato entre elas é, então, desfeito. Baseando-se nas informações anteriores podemos afirmar corretamente que, após o contato ter sido desfeito, o contato ter sido desfeito, as esferas terão cargas elétricas



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a)  $Q_A = Q_B$ , ambas de sinal positivo.  
 b)  $Q_A = Q_B$ , ambas de sinal negativo.  
 c)  $Q_A < Q_B$ , ambas de sinal negativo.  
 d)  $Q_A < Q_B$ , ambas de sinal positivo.  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* **NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**





## QUESTÃO 15

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Em um dia de chuva, num dado momento, acontece uma descarga elétrica entre uma nuvem e a Terra. Considere que o campo elétrico existente nessa região, suposto constante, realize um trabalho de  $1,92 \times 10^{-10}$  J para transportar, entre esses dois pontos, uma carga cujo valor é igual à carga do elétron.



Então, podemos afirmar corretamente que o módulo da diferença de potencial entre esses dois pontos é, em Volts, igual a



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a)  $1,2 \times 10^9$
- b)  $3,07 \times 10^9$
- c)  $1,2 \times 10^{15}$
- d)  $3,07 \times 10^{15}$
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

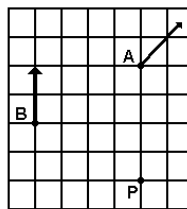
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* **NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**



## QUESTÃO 16

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

O esquema a seguir mostra as direções e sentidos dos vetores campo elétrico que uma pequena esfera metálica neutra, M, estabelece nos pontos A e B. A posição onde a esfera se encontra não está representada no esquema. Sabe-se que o módulo do vetor campo elétrico gerado por essa partícula no ponto B vale  $24N/C$ .



De acordo com os princípios da Física podemos afirmar corretamente que o módulo do campo elétrico no ponto P da figura vale, em Newton por Coulomb:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) 3.  
b) 4.  
c) 6.  
d) 12.  
e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

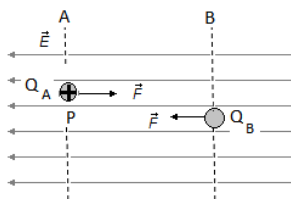
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

**\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO**



## QUESTÃO 17

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO.**

Uma carga elétrica positiva  $Q_A = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$  é colocada em um ponto P situado no alinhamento A de uma região onde existe um campo elétrico uniforme horizontal para a esquerda. Observa-se que ela fica sujeita a uma força elétrica horizontal para a direita cujo módulo é de  $9 \times 10^{-2} \text{ N}$ :



Se uma carga  $Q_B$  for colocada sobre o alinhamento B dessa mesma região e ficar sujeita a uma força elétrica horizontal para a esquerda cujo módulo é de  $3 \times 10^{-2} \text{ N}$ , podemos afirmar corretamente, que



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) a carga  $Q_B$  é negativa e vale  $-1 \times 10^{-6} \text{ C}$
- b) a carga  $Q_B$  é negativa e vale  $-2 \times 10^{-6} \text{ C}$
- c) a carga  $Q_B$  é positiva e vale  $1 \times 10^{-5} \text{ C}$
- d) a carga  $Q_B$  é positiva e vale  $2 \times 10^{-5} \text{ C}$
- e) nenhuma das respostas anteriores é correta.

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa "e", justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

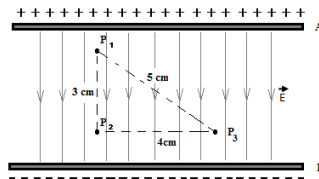
- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.
- 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.
- 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.
- 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.
- 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO



## QUESTÃO 18

⇒ **ATENÇÃO:** Leia **RAPIDAMENTE** e apenas **UMA ÚNICA VEZ** o enunciado do item **ANTES DE COMEÇAR A RESOLVÊ-LO**.

Sabe-se que entre os dois pontos  $P_1$  e  $P_2$  situados entre duas placas planas, paralelas entre si e eletrizadas com cargas de sinais opostos, existe uma diferença de potencial de 300V.



Considerando que o campo elétrico entre as placas é uniforme, podemos afirmar corretamente que a diferença de potencial entre os pontos  $P_1$  e  $P_3$ , em Volts, vale:



⇒ **ANTES DE COMEÇAR A RESOLUÇÃO DO ITEM:** A sua sensação é de que você sabe resolver a situação proposta?  

⇒ **RESOLVA** agora a questão e marque **APENAS UMA** das opções abaixo, deixando ao lado a sua **RESOLUÇÃO**:

- a) 500V  
 b) 400V  
 c) 300V  
 d) 200V  
 e) nenhuma das respostas anteriores é correta

RESOLUÇÃO

Se você marcou a alternativa “e”, justifique no espaço abaixo:

⇒ **RESPONDA:** Você acha que **ACERTOU A QUESTÃO**?  

⇒ **RESPONDA:** AO RESOLVER ESTA QUESTÃO VOCÊ ESTAVA

- 0) muito pouco envolvido com a resolução dela pois estava pensando em outras coisas.  
 1) pouco envolvido com a resolução dela e com dificuldade de se concentrar na tarefa.  
 2) envolvido com a resolução dela mas não muito concentrado na tarefa.  
 3) muito envolvido com a resolução dela e concentrado na tarefa.  
 4) bastante envolvido com a resolução dela e muito concentrado na tarefa.

\* NÃO PASSE PARA A PÁGINA SEGUINTE ANTES DE COMPLETAR TODAS AS RESPOSTAS DESTA QUESTÃO