

Indicadores Formativos para o Ensino de Física através do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)⁺*

Guilherme Stecca Marcom¹

Secretaria de Educação do Estado de São Paulo
Valinhos – SP

Maurício Urban Kleinke¹

Instituto de Física “Gleb Wataghin” – UNICAMP
Campinas – SP

Resumo

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) apresenta grande importância no cenário educacional em nosso país, principalmente a partir do uso do exame como instrumento para a seleção de candidatos a cursos de nível superior das universidades federais. Esse trabalho tem como objetivo utilizar os dados do ENEM para redefinir o seu papel de processo seletivo, tornando-se uma avaliação também preocupada com a aprendizagem dos conteúdos trabalhados na escola. Para isso, desenvolvemos Indicadores Formativos, a saber: indicadores educacionais, sociais e econômico a partir dos microdados do ENEM. Através de uma metodologia estatística simples, analisamos os dados dos candidatos que se declararam concluintes do Ensino Médio, nos anos de 2009 a 2017 egressos das escolas públicas. Os dados foram analisados sob diferentes referenciais teóricos, tanto da área de Ensino de Física, como também da área da Sociologia da Educação. Nossos resultados sugerem que as diferenças de desempenho nos itens de Física estão correlacionadas com as condições socioeconômicas e com o sexo dos candidatos. Com relação ao desempenho, observamos que aproximadamente 70% dos itens de Física são considerados difíceis para os candidatos. No que se refere à qualificação dos erros cometidos, identificamos erros de ordem conceitual e de ordem matemática. Deste modo, buscamos redefinir o papel do ENEM no cenário educacional o

⁺ Formative Indicators for Teaching Physics through the National High School Exam (ENEM)

^{*} Recebido: 20 de setembro de 2020.

Aceito: 26 de junho de 2021.

¹ E-mails: gui.marcom@gmail.com; kleinke@ifi.unicamp.br

aproximando ainda mais das relações em sala de aula como mais uma avaliação formativa para o Ensino Médio.

Palavras-chave: *ENEM; Indicadores Formativos; Ensino de Física; Avaliação Formativa.*

Abstract

The National High School Examination (ENEM) is of great importance in the educational scenario in our country, mainly as a result of the use of the exam as an instrument for the selection of candidates for undergraduate courses at federal universities. This work aims to use ENEM data to redefine its role as a selective process, making it an assessment which also evaluates the content learning. Hence we developed Formative Indicators, namely educational, social, and economic indicators based on the ENEM microdata. Through a simple statistical methodology, we analyzed the data of candidates who declared themselves public high school graduates, years 2009 through to 2017. The data were analyzed on different theoretical references both in Physics Teaching, as well as in Sociology of Education. Our results suggest that the differences in physics performances are related to the socioeconomic conditions and the candidates' gender. Regarding performance, we observed that approximately 70% of the Physics items are considered difficult by the candidates. Regarding the qualification of the mistakes made, we identified conceptual and mathematical errors. Therefore, we seek to redefine the role of ENEM in the educational scenario, bringing it even closer to the basic education as yet another yet another formative assessment.

Keywords: *ENEM; Formative Indicators; Physics Teaching; Formative Assessment.*

I. Introdução

Nos processos de aprendizagem uma das principais preocupações é como aferir o quanto do conteúdo proposto pelos professores foi internalizado pelos alunos, sendo para isso necessárias a criação e a aplicação de metodologias que auxiliem na identificação de qual foi o conhecimento adquirido – ou não – pelos estudantes. A avaliação é a área do conhecimento que auxilia a mensurar – qualitativamente e quantitativamente – o conhecimento adquirido utilizando para isso um conjunto de metodologias, as quais compõem o processo de avaliação,

sendo as metodologias mais conhecida e mais controversas os exames e testes aplicados aos alunos, tanto em sala quanto por avaliações externas.

Toda avaliação necessita definir o instrumento a ser utilizado para aferir o nível do conhecimento, podendo incluir como instrumentos para avaliação um portfólio, uma peça de teatro, um seminário, ou o que é mais cotidiano em Física: uma lista de exercícios ou problemas “de papel e lápis” a serem resolvidos. O instrumento para avaliação ocupa um lugar de destaque no cenário educacional, pois muitas vezes o resultado observado em vez de ser utilizado no aperfeiçoamento da compreensão por parte dos alunos e professores, serve apenas como uma “régua” para avaliar o conhecimento sobre um determinado conteúdo. Fora do espaço escolar, das relações diretas entre professor e aluno, é comum o uso de exames para selecionar candidatos, tanto para ingresso no ensino superior quanto para outras aplicações como concursos públicos. No modelo brasileiro, podemos observar que na década de 1990 os vestibulares constituem-se como o principal exemplo de avaliação externa de larga escala. Contudo, desde sua modificação em 2009, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tornou-se a principal forma de ingresso nas universidades públicas federais. Apesar de poder ser aproximado por um vestibular, o exame apresenta algumas características que podem ser interpretadas como uma avaliação educacional.

Tendo certeza da importância de tais avaliações e do que elas podem representar, em diversos âmbitos na vida das escolas, dos professores, dos alunos e dos candidatos, apresentamos esse trabalho que tem por objetivo discutir e aprofundar temas relativos ao Ensino de Física e Avaliação, especificamente no que se refere ao desenvolvimento de Indicadores Formativos para o Ensino de Física, como um processo de desenvolvimento de realimentação (*feedback*) para a comunidade escolar, possibilitando assim a ressignificação dos resultados do ENEM, o que o aproximaria de suas potencialidades formativas.

II. Avaliação: Somativa, Formativa e realimentação/*feedback*

Historicamente a avaliação foi concebida como um exame ou teste a ser aplicado ao final de uma etapa escolar ou de qualquer processo formativo. Contudo, ao longo do século XX, diferentes perspectivas filosóficas e técnicas foram aplicadas a esse processo tão presente no ambiente escolar (FERNANDES, 2009).

Um dos momentos mais marcantes no avanço da avaliação educacional como uma área de pesquisa e aplicação ocorreu nas décadas de 1960 e 1970. Esse movimento foi encabeçado por Michael Scriven, Robert Stake, Daniel Stufflebeam e outros, que buscam redefinir o papel da avaliação dentro do contexto escolar, trazendo, nesse momento, os termos avaliação somativa e formativa, dois conceitos que se tornaram clássicos nessa área do conhecimento. A avaliação somativa ocorre geralmente ao final de um ciclo ou processo de aprendizagem, costumeiramente atrelada às avaliações finais que buscam ranquear os alunos a partir de suas notas. A presença de notas individuais e de ranqueamento dos candidatos ou das escolas ou de entes federativos, sem níveis esperados de desempenho, são algumas das

características mais marcantes de uma avaliação somativa. A avaliação formativa ocorre em diferentes etapas do processo de aprendizagem e serve como instrumento de apoio ao processo de ensino e aprendizagem a partir da presença de níveis esperados de desempenho em tópicos específicos. Em uma avaliação formativa, o professor se apropria dos resultados conjuntamente com os demais atores do ambiente escolar. Existem níveis esperados para serem atingidos pelos estudantes, e se espera que os resultados permitam uma reflexão e ajustes de conduta por parte dos professores, não só na construção de um teste, como também durante o processo de julgamento. Sendo assim, um caráter mais subjetivo e qualitativo passou a estar presente nos testes, uma vez que tais instrumentos foram utilizados na descrição e interpretação dos avaliados, e não somente em sua classificação (SOUSA, 1998). Esses diferentes momentos também são observados no contexto brasileiro (CALDERÓN; POLTRONIERI, 2013; GATTI, 2009; CHUERI, 2008; COELHO, 2008).

Desta forma, o papel dessas duas formas de avaliação no ambiente escolar torna-se de grande importância no cenário educacional (CHUEIRI, 2008; SOUSA, 1998). Para definir cada uma dessas duas formas de avaliação, utilizaremos as ideias da autora Madellena Taras e de Paul Black.

Segundo Taras a avaliação somativa

[...] é normalmente considerada como uma avaliação formal com critérios, resultados e padrões. É uma totalização associada a uma unidade de ensino, curso ou programa de aprendizagem que normalmente é aplicada no final desse processo, avaliando e estabelecendo uma medida para uma parte da composição da nota final. Questões de confiabilidade e validade estão ligadas à sua natureza formal² (TARAS, 2012, p. 12).

Essa forma de avaliação se caracteriza por buscar uma medida do conhecimento incorporado pelo aluno, medido, principalmente, a partir de testes (provas) sempre ao término de uma unidade ou ciclo de aprendizagem. Em uma linha semelhante, Paul Black (2009, p. 196) define avaliação somativa como sendo: “Um teste formal realizado com o objetivo de saber o que foi efetivamente aprendido pelos alunos, bem como para se obter uma nota”. Esse autor reforça uma característica da avaliação somativa, a indicação de um score, uma nota, que por sua vez refletiria uma medida do conhecimento do aluno em relação aos seus colegas que compõe o grupo testado. Esses testes atestam o sucesso ou o fracasso do aluno após concluir a etapa formativa.

Em geral tanto Taras (2012) quanto Black (2009) concordam com as características da avaliação somativa e ambos consideram que a avaliação educacional não deve estar baseada apenas nessa classe de avaliação.

² Summative Assessment (SA) is normally envisaged as a formal assessment with shared criteria, outcomes and standards. It is a summation of a unit, course or programme of learning which is seen to take place towards the end and which is usually graded and part of an accredited unit. Issues of reliability and validity are linked to its formal. Traduzido pelos autores.

Diferentemente da avaliação somativa, a avaliação formativa busca contribuir para o desenvolvimento e a aprendizagem do aluno, tendo como finalidade fornecer informações sobre o desempenho dos alunos, de forma a permitir ao professor correção dos rumos de suas intervenções em sala de aula. Segundo Taras:

A avaliação formativa é entendida como uma avaliação com feedback, o qual fornece suporte para o aprendizado. O valor desta avaliação está ligado à sua disponibilização, em tempo útil, para que os alunos adaptem seu pensamento e trabalho [...] (TARAS, 2012, p. 2).

Nota-se que a avaliação formativa apresenta uma preocupação direta com o aprendizado, já que sua principal função é fornecer o *feedback* para o aluno de modo que o mesmo, juntamente a seus colegas e seu professor, possa refletir sobre a sua percepção da Física. Esse processo de gerar e fornecer uma realimentação torna a avaliação formativa uma atividade reguladora da aprendizagem tanto para o professor quanto para os alunos.

Segundo Black (2009, p. 196) “a avaliação chamada formativa enfatiza o acompanhamento do processo de aprendizagem dos alunos com o objetivo de planejar como auxiliá-los”. Desta maneira, uma das funções da avaliação formativa é o acompanhamento da aprendizagem do aluno, sendo essencial para o desenvolvimento tanto do aluno quanto do professor. Outra característica da avaliação formativa é o descompromisso com o probatório, por ter como objetivo “inquirir, harmonizar, apoiar, orientar, melhorar o processo de ensino e aprendizagem, preocupando-se com a função de formar o aluno” (GONÇALVES JUNIOR, 2012, p. 7).

A avaliação formativa está associada ao processo de ensino e aprendizagem escolar, uma vez que, ao trabalhar com a ideia de apoio e orientação aos alunos, pode conduzir o professor a reestruturar suas aulas na busca de uma melhor aprendizagem por parte dos alunos. Por esses motivos a avaliação formativa é um instrumento importante no ambiente escolar, pois propicia a análise de um ciclo pedagógico.

Madellena Taras caracteriza a avaliação formativa a partir da existência de um *feedback* para o ambiente escolar e interessados (TARAS, 2010). Segundo ela, a avaliação formativa “foca significados, técnicas e procedimentos a fim de auxiliar a aprendizagem por intermédio do *feedback*. Desse modo, o *feedback* é um aspecto crucial da avaliação formativa” (TARAS, 2010, p.127). De forma similar, para Black (2009) uma das principais características associadas à avaliação formativa também é a realimentação (*feedback*), a qual se caracteriza por

[...] apoio e orientação que os professores podem oferecer aos alunos com o objetivo de superar lacunas e dificuldades de aprendizagem. Parte-se da ideia de que as informações obtidas por meio da avaliação devem ser consideradas como um ponto de partida para o planejamento das situações de ensino que, supostamente, ajudariam os alunos a superarem as eventuais dificuldades (BLACK, 2009, p. 196).

O processo de realimentação seria o ponto de partida para o planejamento das aulas como forma de ajudar os alunos a superarem suas dificuldades percebidas na avaliação. Dessa forma, o *feedback* é característica essencial para a análise e readequação do processo de ensino aprendizagem.

Como a realimentação é crucial para a construção de uma avaliação formativa, a mesma não pode ser entendida como um simples levantamento de informações. Segundo Sadler (1989, p. 142) o desenvolvimento do *feedback* é um processo complexo que demanda “conhecimento do padrão ou do objetivo, habilidades para fazer comparações com base em vários critérios e o desenvolvimento de estratégias e significados para reduzir a discrepância entre o que é produzido e o que é almejado”.

Deste modo, o professor ao produzir um instrumento de levantamento de informações deve considerar os parâmetros apresentados por Sadler (1989). Uma forma muito semelhante de compreender o *feedback* é a definição trazida por Ramaprasad (1983), que o compreende como uma informação referente à lacuna entre o nível real e seu nível de referência. Desta forma, o *feedback* tem por objetivo o levantamento e o retorno de informações que fornecem ao professor indícios sobre a lacuna entre o que foi aprendido e qual era a expectativa de aprendizagem, sendo buscada a superação dessa lacuna.

Com base no que foi definido até o momento, buscamos avançar nas relações entre a avaliação somativa, formativa e o *feedback*. Taras (2010) apresenta a seguinte relação

[...] fazer um julgamento com base em parâmetros específicos é uma avaliação, ou avaliação somativa, até então. Essa avaliação produz o feedback, que pode permanecer um julgamento implícito na mente do indivíduo, do contrário qualquer manifestação ou comunicação desse julgamento fornecerá informações. [...] os parâmetros para se fazer um julgamento – os quais são os critérios, os modelos e os objetivos – são usados também para medir o déficit do ideal. As informações produzidas fornecem o feedback necessário para a melhoria do trabalho. O uso do feedback formativo pelo aprendiz resulta na avaliação formativa e aproxima o trabalho do ideal (TARAS, 2010, p. 128).

Nesse trecho é possível compreender uma clara relação entre esses três conceitos, essas relações ocorrem de forma construtiva na qual a junção entre a avaliação somativa e o *feedback* definem a avaliação formativa. É importante notar que a avaliação formativa, mesmo nessa perspectiva ocorre com o conhecimento e a tomada de decisão por parte do aluno. A partir das relações apresentadas por Taras (2005; 2006; 2010) entre esses três conceitos podemos então simbolizá-las (TARAS, 2005):

Avaliação Somativa + *Feedback* = Avaliação Formativa

Essa “equação” sugere que a avaliação somativa não é oposta à avaliação formativa; pelo contrário, ela está na origem da avaliação formativa, indicando assim como esses dois

itens são inseparáveis e que a avaliação somativa é o primeiro passo para o desenvolvimento de uma avaliação formativa (TARAS, 2010).

Todavia, segundo Taras (2010) e Perrenoud (1999), a avaliação formativa é utilizada pelo aprendiz para atualizar e aperfeiçoar o trabalho, sendo assim uma ação do aluno e não do professor, a quem coube o trabalho no desenvolvimento e aplicação da avaliação somativa e do *feedback*. Deste modo, apoiamo-nos na ideia de Black (2009), de que a avaliação formativa é o acompanhamento do processo de aprendizagem com o objetivo de levantar informações e planejar ações de como auxiliar os alunos a preencherem suas lacunas.

Sobre esse viés, aplicou-se a equação desenvolvida por Taras (2005) numa avaliação somativa, de importância nacional, o ENEM. Tal ideia foi principalmente desenvolvida durante meu doutorado, que buscou construir indicadores formativos para o Ensino, em especial o Ensino de Física.

Os indicadores formativos são informações retiradas das avaliações e que possibilitam uma ação formativa para os alunos. Essas informações devem ser retornadas para o corpo escolar; um exemplo é a frequência de respostas nas distintas alternativas que compõem os itens do ENEM. A compreensão ou a inferência associada à análise das alternativas erradas escolhidas pelos alunos, bem como outros indicadores socioeconômicos que afetam a aprendizagem, são exemplos de indicadores formativos (MARCOM, 2019). O retorno desses indicadores e das frequências das alternativas poderiam ser interpretados como uma espécie de *feedback*, que possibilitaria aproximar os resultados do ENEM a uma avaliação com características também formativas dentro da perspectiva de Taras e Black (MARCOM, 2019; MARCOM; KLEINKE, 2016).

A avaliação formativa é, em suma, o acompanhamento do processo de aprendizagem por parte do professor (BLACK, 2009). Como o ENEM é realizado ao final da Educação Básica, a análise de seus resultados poderia revelar as lacunas existentes em alguns conhecimentos específicos. Apesar de os estudantes que realizam o exame serem egressos da Educação Básica, o *feedback* poderia fomentar ações tanto na Educação Básica, como também no Ensino Superior.

Sendo assim, de acordo com a equação de Taras (2005), as provas do ENEM desempenhariam um papel de uma avaliação somativa, enquanto um grupo de informações complementares associadas aos itens (devolutivas pedagógicas) e ao questionário socioeconômico do ENEM formariam o *feedback* e, de posse dessa realimentação, o papel dos indivíduos das comunidades escolares seria os de agentes reflexivos e de tomada de decisão sobre como corrigir lacunas coletivas sugeridas pela análise das provas do ENEM, constituindo assim uma avaliação formativa.

III. Indicadores Formativos

Nesse tópico desenvolveremos e explicitamos os indicadores formativos separados em dois grupos: Indicadores Sociais (InS) e Indicadores de Desempenho (InD). Para a

construção dos InS utilizaremos como referencial teórico os trabalhos de Pierre Bourdieu para compreender a origem das possíveis diferenças de desempenho entre os grupos estudados, a partir de duas questões presentes no questionário socioeconômico do ENEM: escolaridade da mãe e sexo. O primeiro indicador reflete as condições sociais e econômicas dos participantes, já o segundo está associado às características sociais em relação ao sexo, como veremos no decorrer da discussão.

Os InD refletem os resultados dos dados estatísticos e escolares, ressaltando o Índice de Acerto (IA) e possíveis erros de raciocínio presentes nos distratores (alternativas erradas). O IA é o indicador atrelado ao desempenho geral nos itens de Física. Por fim, o quarto indicador é o reflexo das análises sobre quais seriam os possíveis raciocínios (errôneos) que conduziriam os candidatos a optarem pelos distratores (alternativas erradas); para isso utilizaremos os referenciais teóricos sobre resolução de problemas.

A escolha por estes indicadores está baseada nos resultados de inúmeros trabalhos da área de Ensino de Ciências, especialmente no Ensino de Física (BARROSO; RUBINI; SILVA, 2018; NASCIMENTO; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2018; KELINKE, 2017; MARCOM; KLEINKE, 2016; 2017; SILVEIRA; BARBOSA; SILVA, 2015; DA SILVA; MARTINS, 2014; GONÇALVES JR; BARROSO, 2014; HERNANDES; MARTINS, 2013; TRAVITZKI, 2013). Não negamos o fato de existirem outros indicadores, contudo consideramos que, para o escopo de um trabalho junto a escolas e a professores de Física, esses quatro são suficientes para nossa discussão. Destacamos que os resultados acerca de cada indicador serão apresentados e discutidos posteriormente no texto.

A construção desses indicadores tem como principal objetivo levantar a discussão sobre as potencialidades do retorno desses dados às comunidades escolares, gerando assim um processo de realimentação destes espaços educacionais. Na busca desta realimentação, iniciamos nas análises e na construção dos indicadores formativos.

III.1 Indicadores Sociais (InS)

Primeiramente discutiremos as relações entre a escolaridade da mãe e o desempenho dos candidatos. Para essas análises de cunho sociológico utilizaremos as teorias do sociólogo francês Pierre Bourdieu, que ao longo de sua carreira explicitou como a escola e os instrumentos burocráticos vinculados a esse sistema reproduzem as estruturas de dominação presentes na sociedade, isso quer dizer que os sistemas escolares de forma direta e indireta agem para a manutenção dos sistemas de classes estruturados (BOURDIEU; PASSERON, 2008).

Um exemplo disso é a correlação entre o rendimento escolar e a condição socioeconômica dos alunos, como descrito pelos autores em “A Reprodução” (BOURDIEU; PASSERON, 2008). Para o caso de avaliação em larga escala, como o ENEM, esse mesmo resultado discriminatório é observado (OLIVEIRA, 2014; TRAVITZKI, 2013; NASCIMENTO; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2018). Para a última, a diferença de

desempenho chega a ser quase de um desvio padrão dependendo de quantas estratificações sociais são utilizadas para as análises (OLIVEIRA, 2014).

Dessa forma, os alunos que possuem renda familiar alta e pais com alta escolaridade – características vinculadas – apresentam melhor desempenho escolar em exames de larga escala. Logo, os alunos que não possuem tais características socioeconômicas podem apresentar resultados para o desempenho inferiores.

Uma das formas de explicar esses resultados é o Capital Cultural (BOURDIEU, 2002), teoria da sociologia da educação, que segundo o autor “[...] impôs-se, primeiramente, como uma hipótese indispensável para dar conta da desigualdade de desempenho escolar de crianças provenientes das diferentes classes sociais [...]” (BOURDIEU, 2002, p. 73). Para Bourdieu, o Capital Cultural é uma série de recursos que são incorporados a partir das relações que o indivíduo tem com o meio no qual está inserido (BOURDIEU, 2002). Esse meio transmite uma série de valores – e aqui podemos entender como sinônimo de capital – implícitos e profundamente interiorizados, que contribuem para definir as atitudes face ao Capital Cultural e à instituição de ensino (BOURDIEU, 2002). Esse meio pode ser definido pelas relações sociais dos estudantes e o nível de Capital Cultural que detém; nesse ponto entendemos que a família é a principal fonte de Capital Cultural dos estudantes.

Para Bourdieu (2002), o nível de escolaridade dos pais, tipo de estabelecimento de ensino e o tamanho da família são variáveis essenciais para o sucesso escolar. Nesse sentido, quanto maior o Capital Cultural que a família detém, maior poderá ser a incorporação desse capital por parte dos estudantes, uma vez que esse processo de incorporação do capital demanda tempo, não somente do estudante no processo de incorporação, mas também do investidor – no caso a família.

O próximo indicador formativo que vamos desenvolver é a relação do desempenho em função do sexo dos candidatos. Esse estudo teve como motivação pesquisas realizadas sobre desempenho, tanto escolar, como em avaliações em larga escala (Vestibulares, ENEM, PISA, etc.), em âmbito nacional e internacional na área de Ciências da Natureza (BURGOA ETXABURU, 2017; CASAGRANDE; CARVALHO, 2010; AYLON; LIVEH, 2013; HYDE; LINN, 2009; RYAN; DeMARK, 2002, NISSEN; SHEMWELL, 2016; WILSON *et al.*, 2016). Essas pesquisas mostraram como existem diferenças significativas de desempenho associadas a sexo dentro do ambiente escolar e em avaliações, principalmente em Ciências da Natureza e Matemática. Os resultados mostram um melhor desempenho dos meninos nessas áreas em comparação ao aproveitamento das meninas.

Esses resultados podem ser explicados através dos trabalhos sobre Capital Cultural. Segundo Valle Silva (1995), o modelo de reprodução social através do Capital Cultural é diferente para meninos e meninas; um exemplo disso é uma ênfase na cultura literária por parte das mulheres e a ênfase na cultura científica por parte dos homens (BOURDIEU, 2007). Sendo assim, desde crianças os meninos recebem com maior ênfase certas características culturais e habilidades da área de Ciências da Natureza, enquanto as meninas recebem da área

de Linguagens. Isso quer dizer que todo o modelo simbólico vinculado a Ciências da Natureza será mais facilmente reconhecido pelos meninos, ao contrário das meninas que, socialmente e culturalmente, são afastadas destes símbolos e valores, o que poderia explicar as diferenças observadas em exames de larga escala. Na metodologia descreveremos um processo estatístico que possibilita identificar quão distantes dois grupos de indivíduos estão; essa metodologia é conhecida como Distância de Cohen (COHEN, 1988), que será aplicada na análise dos InS.

III.2 Indicadores de Desempenho (InD)

Dando prosseguimento, o próximo indicador refere-se aos InD; essa medida sempre foi uma variável clássica dos testes e exames, tanto dentro de sala de aula como em exames de larga escala. Para compreender seu papel como indicador formativo é necessário apresentar o conceito de Índice de Acerto (IA) e Índice Facilidade (IF) do item. Esses dois parâmetros estão fortemente ligados a Teoria Clássica dos Testes, a qual analisa de forma global o desempenho de um indivíduo a partir no número de itens acertados, sendo que todos os itens detêm o mesmo peso dentro do exame (PASQUALI, 2009).

Por fim, o quarto indicador formativo representa uma análise mais apurada do item, observando e medindo quais alternativas erradas mais atraem os candidatos e quais os possíveis raciocínios – sejam sobre Física, Química ou Biologia, sejam sobre a prova – que conduziram à alternativa errada, ou seja, ao distrator. Ao propor isso, buscamos redefinir a importância do distrator no cenário educacional, pois é clara a tradição de apenas considerar o acerto do indivíduo como fator principal de conhecimento, mesmo dentro da Teoria de Resposta ao Item que considera de forma individual o desempenho do indivíduo e da população dentro de cada item (PASQUALI, 2009).

A nosso ver, o distrator para a constituição de uma avaliação formativa a partir do ENEM é essencial, pois é o indicador formativo responsável por representar as possíveis e principais dificuldades dos alunos e alunas na resolução da situação-problema proposta pelo exame. No ENEM, os itens são apresentados no formato de situações-problemas que devem ser solucionadas pelos alunos e alunas a partir dos seus conhecimentos e capacidades adquiridos em sua formação escolar e familiar. Esses indivíduos vão utilizar de distintas estratégias para solução dessas situações propostas no ENEM. Nesse caso a combinação da análise do distrator com um arcabouço teórico sobre as estratégias de resolução de um problema podem gerar um rico acervo de explicações sobre os processos mentais realizados pelos participantes, trazendo à tona as possíveis dificuldades desses candidatos e candidatas.

IV. Metodologia

Nesta seção apresentaremos as características metodológicas desta pesquisa. Para isso definiremos os parâmetros de análise da pesquisa, a saber: formação da amostra e seleção

dos itens de Física. Posteriormente, definiremos as ferramentas estatísticas necessária para o levantamento dos Índices de Desempenho, a saber: Índice de Acerto (IA), Índice de Facilidade (IF) e Distância de Cohen. Por fim, apresentaremos uma taxionomia dos itens como forma de ampliar as análises sobre os itens, e a Discriminação dos Distratores e suas análises, que auxiliam na interpretação dos dados dos indicadores.

IV.1 Definindo os parâmetros da pesquisa

IV.1.1 Amostra

A amostra analisada consistiu nos participantes do ENEM que realizaram a prova de Ciências da Natureza, entre os anos de 2009 e 2017. Para definir a amostra foram selecionados apenas os candidatos que realizaram todas as provas e não tiveram a redação zerada. Além dessa primeira seleção, analisamos apenas os candidatos que realizaram a prova de Ciências da Natureza de cor azul. Esse conjunto de candidatos representa aproximadamente um quarto dos participantes. Além disso, como as provas são distribuídas aleatoriamente, essa amostra da população total pode fornecer uma boa ideia do conjunto dos candidatos.

IV.1.2 Seleção dos Itens de Física

A seleção dos itens que demandam conhecimentos de Física em sua resolução nas provas de Ciências da Natureza foi realizada através da Metodologia de Classificação por Pares, na qual dois ou mais investigadores classificam os itens de forma independente, em que posteriormente suas seleções serão comparadas, tornando-se confiável a partir de um grau de 70% de correspondência entre as seleções (BORG; GALL, 1989).

IV.2 Índices Associados ao Desempenho

Após a separação e classificações dos itens, os dados provenientes deles foram submetidos a três metodologias estatísticas, a saber: Índice de Acerto e Facilidade do Item, Distância de Cohen e Frequência das Respostas. Essas metodologias permitem a comparação no desempenho dos diferentes grupos que compõem nossa amostra. Tais ferramentas são baseadas na Teoria Clássica dos Testes (TCT), que em sua essência analisa e compara o desempenho de indivíduos a partir dos índices de acertos no exame (PASQUALI, 2009).

IV.2.1 Índices de Acerto e Facilidade dos Itens

A primeira dessas metodologias, o Índice de Acerto e Facilidade de um Item, representa a medida do quanto o item é “fácil” ou “difícil” para conjunto de indivíduos que participa da prova. O cálculo desse índice relaciona a taxa de acerto do item com a quantidade de pessoas que o fizeram. O valor obtido para o IA varia de zero a um, sendo que quanto mais próximo de zero o índice indica que o item é difícil e próximo de um indica que o item é fácil

(COMVEST, 2012). Desta forma podemos trabalhar com a ideia de Facilidade do Item, que pode ser utilizada na interpretação dos resultados obtidos a partir do IA.

A ideia de facilidade de um item possui diferentes interpretações na literatura da área. Em nosso trabalho utilizamos as faixas de “facilidade” utilizada por Ferguson (1981), sendo assim os itens que tiveram um IA abaixo de 0,3 foram considerados “difíceis”, os itens com uma taxa de acerto superior a 0,7 foram considerados “fáceis” e, por fim, os que ficaram nessa faixa intermediária entre 0,3 e 0,7 foram considerados médios. Com base nesse índice de facilidade, analisamos que tipo de itens compõe nossa seleção.

IV.2.2 Distância de Cohen

A segunda metodologia, a Distância de Cohen, possibilita medir o tamanho do efeito associado à distância estatística entre amostras, em unidades de desvio padrão (COHEN, 1988). Optamos por utilizar esse teste devido à sua facilidade de utilização e interpretação de seus resultados. Dessa forma para se medir a distância estatística entre dois grupos podemos utilizar a equação (1) descrita a seguir:

$$d = \frac{M_f - M_r}{DP_{rf}} \quad \text{equação (1)}$$

em que d é o que se convencionou chamar de distância de Cohen; M_r e M_f são as médias da amostra de referência e focal, respectivamente. DP_{rf} é o desvio padrão referente à população total, formada pela união entre os grupos focal e de referência. Os valores de d podem ser tanto positivos como negativos, dependendo das médias do grupo focal e do grupo de referência. Desse modo, se o valor d for positivo, significa um melhor desempenho do grupo focal comparado com o grupo de referência. Caso o valor d seja negativo, significa que o desempenho do grupo de referência é melhor que o do grupo focal. Na literatura encontramos uma série de trabalhos que se utilizam desse teste para comparar grupos, como diferenças de desempenho em função do gênero (HYDE; LINN, 2009; RYAN; DeMARK, 2002) e diferenças de desempenho em função do Capital Cultural (OLIVEIRA, 2014; SPAZZIANI, 2019).

Como forma de identificar o tamanho de efeito na comparação entre os grupos convencionou-se uma métrica de análise dos valores da d . Quando o valor for 0,01 é considerado muito pequeno, praticamente não há diferença entre os grupos. Quando do d for até 0,2 a diferença é pequena. Na continuação da métrica, quando os valores de d estiveram entre 0,21 e 0,5 a diferença é moderada, sendo que acima de 0,5 essa diferença é considerada grande (COHEN, 1988). Devemos lembrar que essa escala é válida tanto para os valores do d positivos quanto os negativos. Contudo, as definições das faixas de distância podem variar de acordo com o número de pessoas que compõem o dado; como em nosso caso temos um número muito grande de candidatos que compõe o dado, nossa escala se assemelha a trabalhos com grandes números de indivíduos (AYLON; LIVEH, 2013; HYDE; LINN, 2009; RYAN; DeMARK, 2002).

IV.2.3 Frequência das Respostas

Todos os itens do ENEM apresentam cinco respostas de múltipla escolha, uma correta e quatro erradas, conhecidas como distratores. Aplicando a frequência de respostas é possível identificar qual a porcentagem de candidatos que assinalou cada alternativa. Essa metodologia representa uma possibilidade de análise dos possíveis processos utilizados pelos candidatos durante a resolução de um item, uma vez que os distratores deveriam exprimir possíveis raciocínios utilizados pelos candidatos durante a resolução de um item (INEP, 2010). A Fig. 1, a seguir, mostra um exemplo dessa distribuição das respostas dos candidatos.

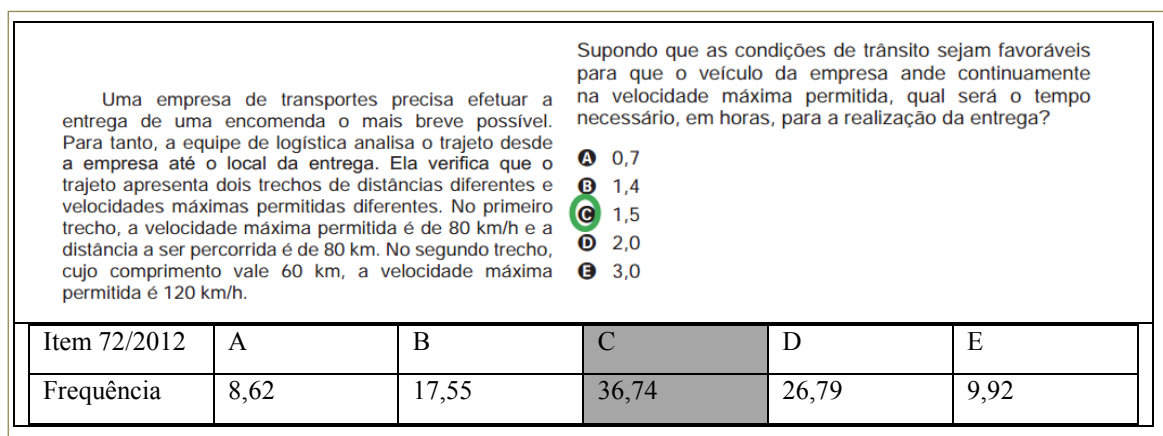


Fig. 1 – Exemplo da distribuição dos candidatos nas alternativas.

Fonte: Imagem produzida pelos autores a partir da prova do ENEM.

A Fig. 1 representa um item retirado da prova de 2012, em que podemos observar a porcentagem de candidatos que assinalou cada alternativa, sendo que a resposta correta será destacada em cinza. Esse tipo de dado nos fornece formas diferentes de análise: primeiramente possibilita identificar se o item foi considerado fácil ou difícil pelos candidatos; também gera a possibilidade de inferir se uma região federativa é mais atraída por uma alternativa do que outra, assim como estudar os distratores que mais “atraíram” os concorrentes, gerando um conjunto de resultados importantes para o Ensino de Física.

IV.3 Taxionomia de Smith

Uma vez apresentadas as ferramentas estatísticas, passamos a apresentar o processo de classificação dos itens a partir da Taxionomia de Smith, Nakhlehb e Bretzc (2010). Ao longo da história da educação, diferentes taxionomias foram desenvolvidas, sendo talvez a mais conhecida e utilizada a Taxionomia de Objetivos Educacionais (BLOOM, 1972), ou mais comumente chamada de Taxionomia de Bloom. Essas ferramentas tinham por objetivo determinar o conhecimento dos alunos nas mais variadas disciplinas (PASQUALI, 2007).

A partir da Taxionomia de Bloom, houve o desenvolvimento de outras taxionomias para classificar e avaliar as mais diferentes áreas do conhecimento. O’Neill e Murphy (2010)

apresentam um resumo com oito taxionomias diferentes para o Ensino de modo geral, sem distinção entre disciplinas. As taxionomias identificadas pelos autores apresentam diferentes variações como taxionomias para processos cognitivos, afetivos e comportamentais. Entre as novas taxionomias levantadas por O'Neill e Murphy (2010) está a Taxionomia Revisada de Bloom (TRB), desenvolvida por Anderson et al. (2001) no início do século XXI. Apesar de a TRB facilitar a classificação de questões e verificação de objetivos educacionais, essa taxionomia pode apresentar dificuldades na sua aplicação para a determinação de objetivos mais específicos de uma disciplina. Tal dificuldade, também observada na taxionomia original, gerou o desenvolvimento de taxionomias mais específicas para cada disciplina.

A existência de taxionomias mais específicas possibilita análises mais próximas dos conteúdos físicos. Isso nos motivou a utilizar a taxionomia de Smith, Nakhlehb e Bretzc (2010) em nosso trabalho. O que diferencia essa taxionomia de outras é a aproximação com a estrutura de um item e seus processos de resolução. Esse tipo de aproximação é essencial para as análises sobre os distratores presentes nos itens.

Essa taxionomia se estrutura em dois níveis: o nível primário que abarca três domínios do conhecimento e o nível secundário que contempla dez classes distintas. O nível primário ou de domínio é composto por três formas de domínio do conhecimento: a Definição, o Algoritmo e o Conceitual. Os itens do domínio Definição são aqueles nos quais, os alunos têm de lembrar, reconhecer e aplicar uma definição para uma determinada pergunta. Por outro lado, os itens do domínio Algoritmo são aqueles em que os alunos necessitam utilizar informações dentro de uma estrutura lógica de resolução que pode ser tanto matemática, quanto conceitual. O último domínio, o Conceitual, representa as questões nas quais os alunos são induzidos a utilizar uma forma de pensamento não-algorítmica, essa forma de conhecimento tem como característica a aplicação ou explicação de um determinado conceito (SMITH; NAKHLEHB; BRETZC, 2010).

Como nesse trabalho estamos apenas interessados na construção dos indicadores formativos, classificaremos os mesmos apenas no primeiro nível da Taxionomia de Smith, Nakhlehb e Bretzc (2010). Contudo, sabemos que para análises mais profundas sobre as características dos itens é necessário utilizar o segundo nível da taxionomia.

IV.4 Distratores dos Itens

Por fim, a última metodologia é a análise dos distratores (alternativas erradas). Essa forma de análise está apoiada estatisticamente na frequência da resposta, descrita anteriormente, e nos trabalhos sobre Resolução de Problemas. Sua finalidade é investigar possíveis erros cometidos pelos candidatos durante o processo de resolução do item. Essa possibilidade é desenvolvida a partir da definição de item apresentada pelo INEP, na qual é descrito como sendo um problema a ser resolvido pelos candidatos e os distratores como sendo hipóteses de raciocínio desenvolvidas pelos candidatos (INEP, 2010). Deste modo, compreender o distrator como uma hipótese de raciocínio desenvolvida possibilita investigar

os erros cometidos pelos candidatos utilizando os resultados já descritos pelos trabalhos de Resolução de Problemas.

Dentro das pesquisas sobre estratégias de resolução de problemas na área de Ensino de Física, os trabalhos focalizam nas estratégias utilizadas por novatos e especialistas (CHI; FELTOVICH; GLASER, 1981; CHI; GLASER; REES, 1982; LARKIN *et al.*, 1980; MALONEY, 2011; SABELLA; REDISH, 2007). Os especialistas são os indivíduos mais experientes, que possuem maior conhecimento tanto conceitual quanto de habilidades necessárias à resolução de um problema num determinado conteúdo, enquanto o novato é o indivíduo menos experiente que não possui um amplo repertório desses conhecimentos (MALONEY, 2011).

A modelagem matemática é um dos problemas recorrentes na resolução dos problemas e exercícios de Física. Segundo Larkin (1980), os novatos buscam as fórmulas a partir dos dados apresentados. Essa forma de escolher as fórmulas, associada à falta de experiência, propicia pouca ou nenhuma reflexão sobre a fórmula escolhida, amplificando os erros durante a resolução de um problema.

As concepções não científicas são outra fonte de erros (KOU *et al.*, 2013), sendo notório que essas concepções aparecem principalmente nas representações construídas pelos novatos. Os novatos utilizam conhecimentos não científicos desenvolvidos em suas relações com o mundo e com o cotidiano. Segundo Sabella e Redish (2007) essas representações atuam como estruturas de controle epistemológico que afetam o conhecimento conceitual dos novatos.

Um terceiro problema a salientar são os erros associados às análises e interpretações de gráficos e imagens (BEICHENER, 1994; KOHL; FINKELSTEIN, 2006). A não familiaridade com essas representações faz com que os alunos busquem nos gráficos, principalmente, uma fotografia do fenômeno descrito (BEICHENER, 1994; HALE, 2000).

Esse vasto conjunto de fatores que interferem no desenvolvimento correto de um problema/item dentro do ENEM pode promover, mais uma vez, uma descrição mais detalhada dos possíveis erros cometidos pelos participantes que seriam essenciais para a produção dos indicadores formativos tão importantes no desenvolvimento da avaliação formativa.

V. Resultados

Vamos apresentar os resultados de nossa investigação, a partir da seguinte ordem: Índice de Acerto, Escolaridade da Mãe, Sexo e Frequência das Respostas. Para analisar os IAs dos itens, os separamos em dois grupos como descrito na metodologia: Algoritmo e Conceitual. A partir dessa separação desenvolvemos um gráfico, em que eles foram inseridos a título de comparação.

V.1 Índices de Acerto em Função da Taxionomia dos Itens

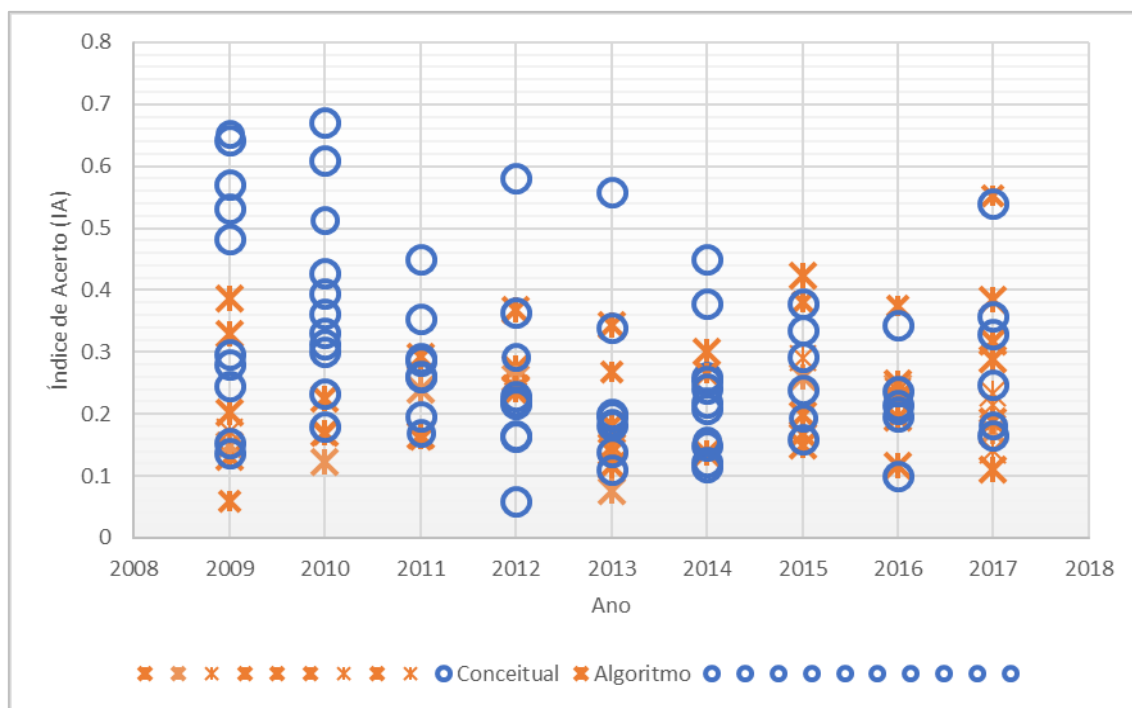


Fig. 2 – Gráfico dos Índices de Acerto nos itens de Física classificados no Domínio Algoritmo e Conceitual, dentro da série histórica do ENEM.

Observa-se que os IAs dos itens são em sua maioria abaixo dos 50%. Em números absolutos, em 120 itens os candidatos tiveram um IA abaixo de 0,5, indicando uma grande dificuldade dos candidatos em resolver os itens propostos. De acordo com nosso referencial metodológico para análise da dificuldade do item (FERGUSON, 1981), 48 itens do Domínio Conceitual (aproximadamente 64%) são considerados difíceis. No Domínio Algoritmo a porcentagem de itens difíceis sobe para 82%, indicando que 72% dos itens de Física são considerados difíceis.

Esse gráfico auxilia a entender como historicamente o desempenho dos candidatos nos itens de Física variou nesse novo modelo de exame. Nos primeiros anos desse Novo ENEM, observamos uma maior porcentagem de itens, principalmente Conceituais, com valores de IA entre as faixas do moderado e fácil. Após 2011, é notório como esse tipo de item se tornou mais difícil; se somado aos itens do tipo Algoritmo é possível inferir como o exame se tornou mais difícil para os candidatos. Esse resultado ajuda a descrever empiricamente diversas discussões presente no Ensino de Física, tanto por uma via dos processos de ensino aprendizagem, quanto por uma via das questões sociais fortemente presente nas escolas públicas.

V.2 Distância de Cohen e Escolaridade das Mães

Partindo para a via dos InS, que envolve as questões sociais e de gênero, passamos a apresentar os resultados com relação a escolaridade da mãe. Desenvolvemos uma separação entre a amostra de forma que dois grupos de análises fossem criados com número de candidatos similar. O primeiro grupo é formado pelos candidatos que declararam que suas mães apresentam escolaridade até Ensino Fundamental II ou não sabem, enquanto o outro grupo é composto pelas mães que apresentam o Ensino Médio completo até Pós-Graduação. A forma de comparação será através da Distância de Cohen, e o grupo de referência é composto pelos candidatos que possuem mães que tenham o Ensino Médio ou superior. Deste modo, se os valores de d forem positivos significa que os candidatos do grupo de referência têm melhor desempenho, caso os valores sejam negativos o grupo focal apresenta melhor desempenho. O resultado será apresentado no gráfico.

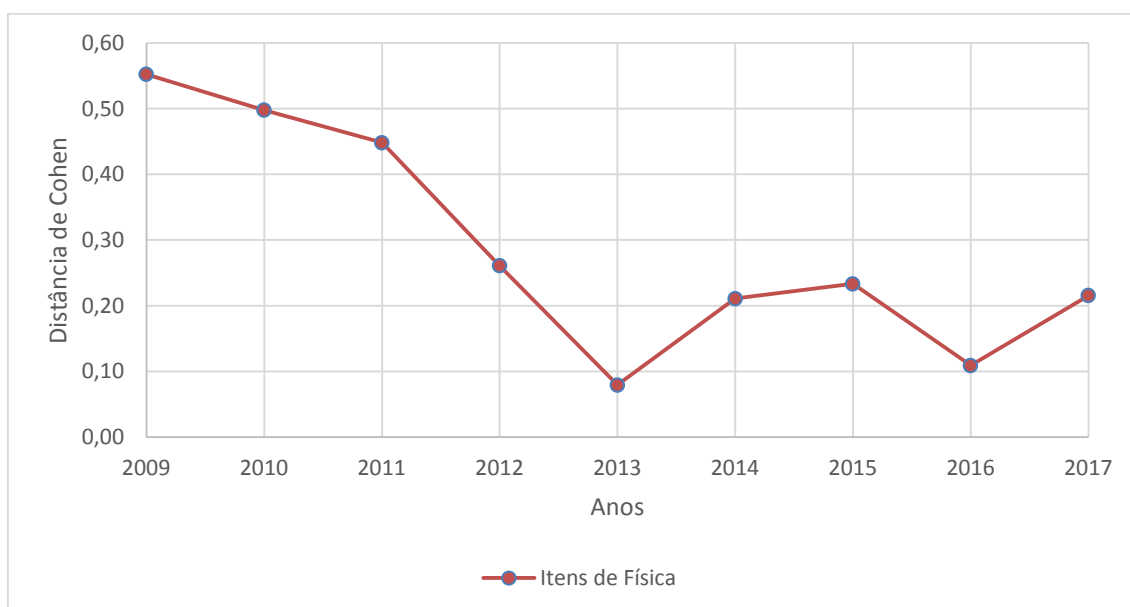


Fig. 3 – Gráfico das Distâncias de Cohen para os Itens de Física, na comparação entre os grupos de escolaridade das mães.

Na análise da Fig. 3, que entre os anos de 2009 e 2011 a distância entre os grupos varia de grande para moderada, indicando que os candidatos com mãe com escolaridade superior ao EFII têm um desempenho muito acima dos concorrentes. Entre os anos de 2012 até 2017, identificamos uma diferença significativa, porém agora variando entre pequena e moderada, na escala de Cohen.

A queda observada após 2011 pode estar diretamente relacionada com os resultados apresentados na Fig. 1, em que observamos uma diminuição no Índice de Acerto dos itens de Física, o que indicaria que a prova está se tornando mais difícil com o passar dos anos. Deste modo, o exame torna-se difícil para ambos os grupos, o que explicaria a diminuição na

distância de Cohen entre os grupos de escolaridade. Contudo ainda é evidente como as diferenças sociais representadas pela escolaridade da mãe diferenciam os indivíduos dentro do exame, confirmando o que já havia sido enunciado por Bourdieu e Passeron (2008).

V.3 Distância de Cohen e Sexo

O terceiro indicador, referente às diferenças de desempenho em relação ao sexo dos candidatos, descreve o quão distantes estão as médias de acerto nos itens de Física entre homens e mulheres. Novamente, foi utilizada a Distância de Cohen como ferramenta para essa aferição; o conjunto de indivíduos do sexo masculino da população da pesquisa foi selecionado como grupo de referência para essa análise. Se os valores de d forem positivos, significa que os candidatos do sexo masculino têm melhor desempenho; caso os valores sejam negativos, as candidatas do sexo feminino apresentam melhor desempenho. Os dados estão descritos na Fig. 4.

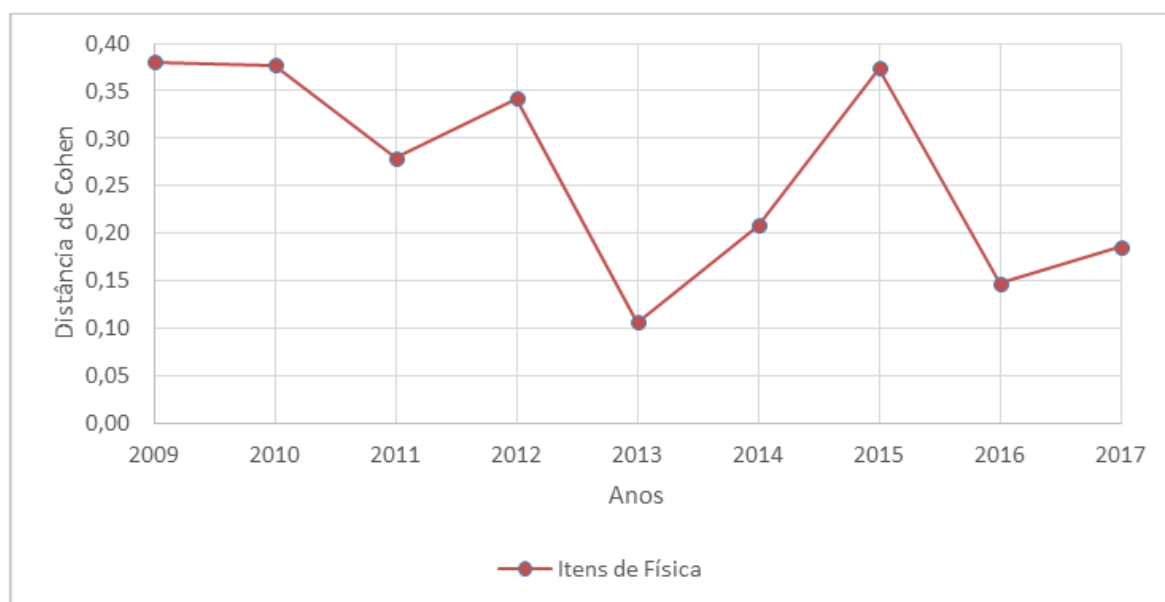


Fig. 4 – Gráfico das Distâncias de Cohen para os Itens de Física, na comparação entre o desempenho por sexo

Os dados da Fig. 4 mostram como as diferenças entre homens e mulheres se mantêm nos itens de Física, os valores de d novamente ficam variando entre o nível moderado e pequeno da escala de Cohen. Observa-se que os candidatos do sexo masculino ainda vão melhores que as candidatas do sexo feminino. Esse resultado é bem semelhante ao apresentado por Wilson *et al.* (2016) em relação aos itens de Física em olimpíadas na Austrália. Isso é um indicativo de como esse problema não é só local.

Nossos resultados são análogos aos padrões identificados nos trabalhos citados anteriormente, demonstrando então como essa diferença de desempenho está presente no Brasil. A importância que isso tem para o Ensino de Física é que a escola ainda reproduz as diferenças presentes na sociedade, como salientam Bourdieu e Passeron (2008), e no caso do ENEM essa manutenção pode estar prejudicando o ingresso das candidatas mulheres no Ensino Superior.

V.4 Frequência das Respostas e Distratores

O último indicador a ser trabalhado é a Frequência das Respostas e as análises dos Distratores. Para analisar a porcentagem de candidatos que assinalou cada distrator e seus possíveis motivos, utilizaremos os estudos sobre os processos de resolução de problemas. Apresentaremos um item de Física presente no ENEM no ano de 2017, em que sua numeração representa sua posição na prova de cor AZUL.

<p>Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10 000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1 000 Ω.</p> <p>Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é</p> <p>A praticamente nula. B aproximadamente igual. C milhares de vezes maior. D da ordem de 10 vezes maior. E da ordem de 10 vezes menor.</p>							
	Ano 2017	A	B	C	D	E	
	Item 129	23,2%	6,9%	17,2%	29,3%	23,4%	

Fig. 5 – Item 129 da prova de cor azul do ENEM de 2017, situação-problema sobre eletricidade.

Para responder a esse item os participantes devem desenvolver os seguintes passos matemáticos:

Considerando o gerador de tensão como sendo ideal, a única resistência do sistema seria a resistência do corpo da pessoa. Assim, a partir da 1ª Lei de Ohm, temos:

$$U = Ri \quad \text{equação (2)}$$

$$i = \frac{U}{R} \quad \text{equação (3)}$$

$$i = \frac{U}{R} = \frac{10000}{1000} = 10A \quad \text{equação (4)}$$

A partir desse resultado, associado à informação descrita no texto de que “a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior que 0,01 A.” podemos inferir que a resistência interna no gerador de tensão deve ser milhares de vezes maior que a resistência do corpo humano. Sendo assim, a resposta correta é a alternativa C.

Apesar de esse item não exigir muitos passos matemáticos para sua resolução, fica evidente que esse item pode ser considerado difícil, pois o IA é menor que 0,3. Ao analisar os distratores, observamos que três se destacam com frequências superiores a 23%.

A análise do distrator (A) pode revelar uma má compreensão do conceito de “objeto ideal”, amplamente utilizado na Física, principalmente escolar, para resolução de exercícios de lápis e papel. Podemos inferir que os candidatos que assinalaram esse distrator associaram a noção de fonte de tensão ideal a uma fonte de tensão que não dissipa energia. Sendo assim, para esses candidatos a resistência interna da fonte de tensão deve ser praticamente nula para que não haja dissipação de energia na fonte de tensão. Do ponto de vista dos trabalhos em Ensino de Física, esse distrator poderia ser interpretado como uma concepção não científica sobre o que é um “objeto ideal”. Tal concepção provavelmente deve ter sido influência por parte dos próprios professores de Física, como também através dos materiais didáticos em que muitas vezes se utiliza desse recurso para construir exercícios de fixação. De acordo com Pozo e Gomes Crespo (2009), as concepções não científicas também podem ser criadas com o auxílio dos professores.

A interpretação dos distratores presentes nas alternativas (D) e (E) pode refletir a mesma dificuldade: o imediatismo matemático, que reflete a aplicação indiscriminada de fórmulas sem uma análise qualitativa do significado daquele resultado numérico (MARCOM; KLEINKE, 2016). Nos dois distratores, observamos que o número 10 aparece, mesmo número que aparece na resolução matemática do cálculo da corrente elétrica do circuito. Contudo, nas alternativas erradas, esse número representa a ordem de grandeza na comparação com as duas resistências (a interna da fonte de tensão e a da pessoa), mas os distratores diferem em relação a qual resistência deve ser maior. Isso pode indicar o motivo de observarmos porcentagens diferentes no número de candidatos que assinalou os distratores. Acreditamos que essa diferença nas porcentagens se deve ao fato de que o distrator (D) considera que a resistência interna da fonte de tensão deverá ser maior que a do corpo humano, consideração considerada correta. Contudo, esse distrator representa um erro na ordem de grandeza apresentada. Ele indica que a diferença entre as duas resistências será na ordem de 10 vezes e não milhares de vezes, como a alternativa correta. A conclusão das análises do distrator (D) é que os candidatos provavelmente compreenderam que a resistência interna da fonte de tensão deveria ser maior que a resistência do corpo da pessoa, mas erram ao não analisar qualitativamente o significado do número obtido na equação (4).

VI. Modelo de Realimentação

Nesse tópico apresentaremos um modelo de realimentação com base nos indicadores formativos apresentados. Como exemplo, selecionamos um item da prova de 2015. Para estruturar a discussão, apresentaremos o item, a distribuição geral das respostas dos participantes nas alternativas, em que a alternativa correta destacada de cinza, um gráfico analisando a distribuição das repostas através da escolaridade da mãe e outro analisando a mesma distribuição para as respostas através do sexo dos candidatos.

Ressaltamos que os resultados aqui apresentados, principalmente sobre os possíveis erros cometidos pelos candidatos, são suposições criadas a partir das pesquisas sobre resolução de problemas. Esses trabalhos fornecem uma importante leitura sobre as mais diversas formas de se resolver um item de Física. Isso permeou nossas escolhas teóricas de análise, que buscaram identificar os possíveis erros cometidos pelos candidatos, através do distrator escolhido por eles. Pontuamos, ainda que existem diversas formas de se resolver um problema, de modo que nossa forma de descrição do possível erro representa uma possibilidade de processo que utiliza como base para sua análise o conhecimento retratado (MARCOM; KLEINKE, 2016).

O primeiro item a ser trabalhado trata de um esquema visual para ligar duas tomadas, uma lâmpada e um interruptor (Fig. 6).

Para responder esse item, os candidatos devem analisar de que forma a corrente elétrica se movimenta pelo circuito de tal forma que, ao desligar a lâmpada, as tomadas não sejam afetadas. Fazendo a análise, a alternativa que melhor representa tal situação é a letra (E), em que o interruptor corta apenas a corrente que irá à lâmpada, já que as tomadas estão numa outra seção do circuito. Outra observação com relação à alternativa correta é que nessa configuração todo o sistema está ligado em paralelo, sendo assim os elementos que o compõem estão sob a mesma tensão, assegurando o funcionamento total do sistema quando a lâmpada estiver ligada.

No que se refere ao desempenho, o IA desse item é de 0,42, considerado médio para a escala com que estamos trabalhando. Contudo, o valor do IA é abaixo de 50%, o que caracteriza, ainda assim, um baixo aproveitamento nesse item. Ao pensarmos em melhoria na qualidade do ensino, é necessário compreendermos possíveis erros ou causas que levaram quase 60% dos participantes a errarem esse item.




O distrator com maior taxa de respondente é alternativa (C), que atrai 19% dos respondentes. Ele representa uma ligação em série entre os elementos, nesse caso a corrente ao passar pelo primeiro elemento sofrerá uma queda de tensão fazendo com que os próximos não tenham energia necessária para seu funcionamento. Acreditamos que esse erro pode estar relacionado a duas origens distintas, a primeira de ordem conceitual, a qual os respondentes desse distrator não conhecem as diferenças entre as ligações em série e paralelo. A segunda relaciona-se a um conhecimento não científico (KOU *et al.*, 2013), em as pessoas têm em seu imaginário que as ligações elétricas são sequenciais de tal modo que os elementos estão

QUESTÃO 68 ◇◇◇◇◇

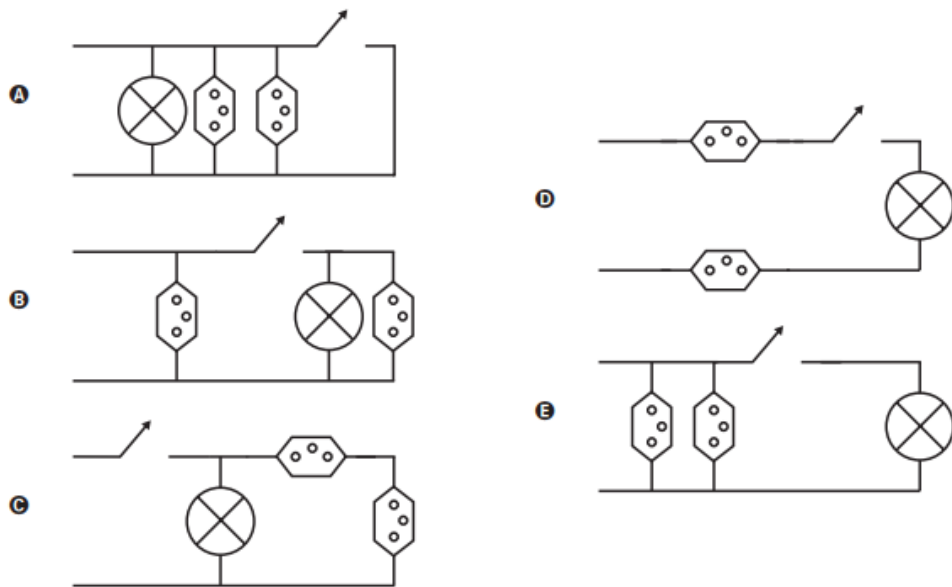
Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” — pensou.

Símbolos adotados:

Lâmpada:  Tomada:  Interruptor: 

Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?



Ano 2015	A	B	C	D	E
Item 68	15,8%	7,5%	19,0%	15,2%	42,2%

Fig. 6 – Esquema de ligação elétrica.

dispostos de forma seriada no circuito. Essa ideia pode estar relacionada ao fato de a ligação elétrica estar escondida, ao mesmo tempo em que eles imaginam que é o mesmo fio que faz a ligação inteira.

Outro distrator que segue a mesma linha da alternativa (C) é a letra (D), em que novamente vemos uma ligação em série dos elementos; contudo o interruptor está posicionado num local diferente do apresentado na alternativa (C). O distrator (A), por sua vez, assemelha-se mais à alternativa correta: observamos que os elementos estão todos em paralelo, o que significa que todos estarão sobre mesma tensão e funcionarão de forma correta. Contudo, a lâmpada não está conectada ao interruptor, fazendo com que permaneça

sempre ligada. Apesar do erro presente no distrator (A), podemos supor que os candidatos que assinalaram essa alternativa detêm parte do conhecimento necessário para responder ao item.

Passamos agora, para as discussões dos InS. Apresentaremos como os dois grupos criados a partir da escolaridade da mãe se distribuem nas alternativas. Para isso construímos o gráfico apresentado na Fig. 7 que descreve de forma visual essa distribuição.

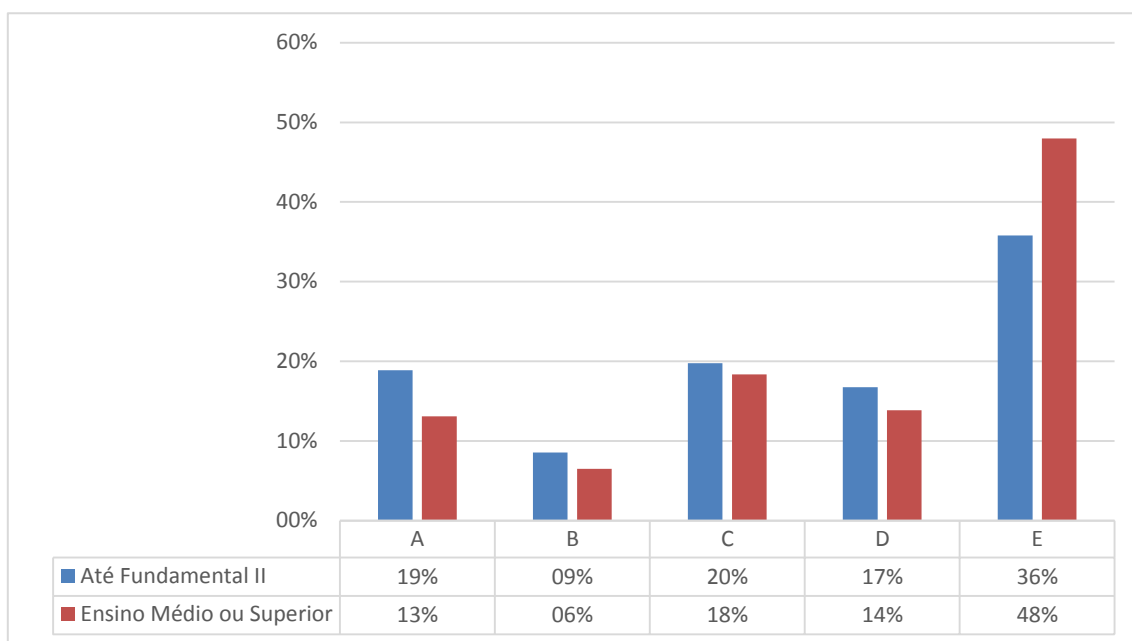


Fig. 7 – Gráfico da distribuição dos candidatos nas alternativas em função da escolaridade da mãe, sendo azul para mães com escolaridade até o Ensino Fundamental II e vermelho para mães com Ensino Médio ou Superior, para o item 68/2015.

Observamos que a diferença na porcentagem de acerto entre os dois grupos é de quase 12%, indicando como, de fato, a escolaridade da mãe impacta no desempenho desse item, já que 48% dos candidatos que possuem mães com Ensino Médio acertaram o item, contra 36% dos candidatos que possuem mães com até EFII. Fica evidente que o distrator que mais atrai os participantes do grupo 1 é a letra (C). Contudo, a letra (A) atraiu 19% dos candidatos do grupo 1 e apenas 13% dos candidatos do grupo 2, esse é a maior diferença entre os grupos, nas análises dos distratores, sendo essa distância entre as porcentagens de 6%.

Esse resultado reflete uma diferença de ordem conceitual, pois os candidatos que assinalam esse distrator possivelmente compreendem que os elementos do sistema devem estar em paralelo para funcionar. Ao associar essa diferença na forma que os candidatos assinalam as alternativas as teorias de Bourdieu, observamos como o Capital Cultural e a violência simbólica marcam os processos de aprendizagem, podendo ser os geradores principais de tais diferenças entre os grupos.

Dando prosseguimento, passamos a apresentar as análises sobre a distribuição, agora, em função do sexo dos candidatos. Para isso, apresentamos na Fig. 8 o gráfico que indica como os candidatos de cada sexo se distribuem nas alternativas.

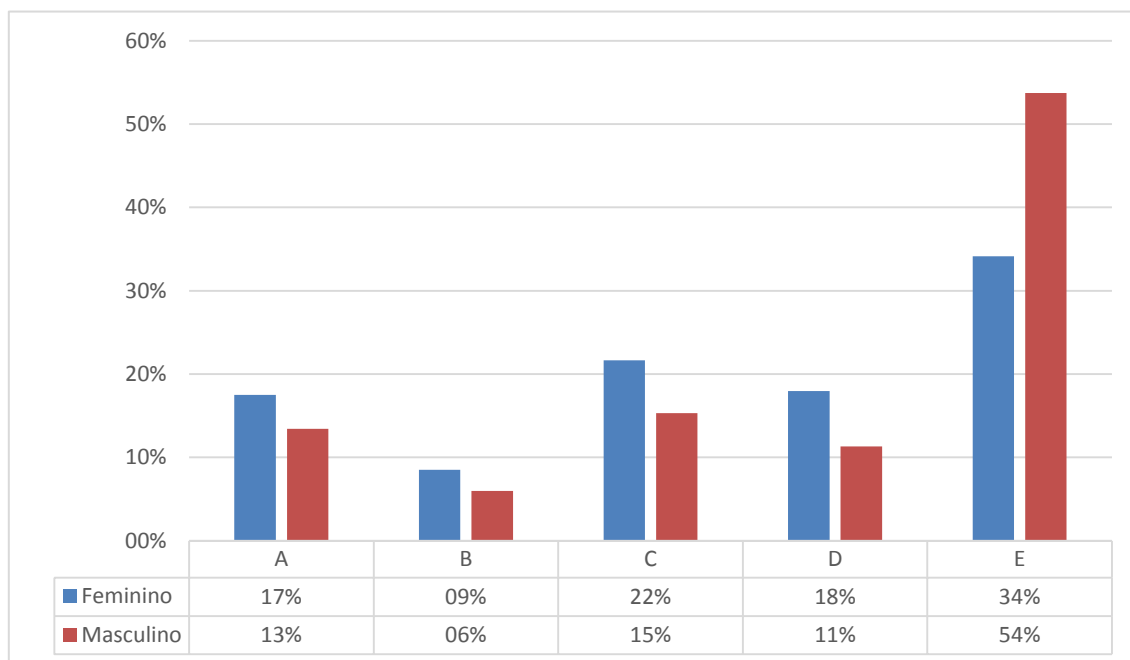


Fig. 8 – Gráfico da distribuição dos candidatos nas alternativas em função do sexo, sendo azul para as candidatas do sexo feminino e vermelho para os candidatos do sexo masculino, para o item 68/2015.

A Fig. 8, de imediato, apresenta uma diferença gritante na porcentagem de participantes homens que acertam o item na comparação como a porcentagem de mulheres que o acertam: essa diferença é de 20%, sendo superior à observada na comparação dos grupos em função da escolaridade da mãe. Esse resultado é um indicativo que para esse item o impacto do sexo é superior ao social e conceitual, sinalizando como essa contextualização foi prejudicial às mulheres.

Acreditamos que essa diferença está diretamente ligada a violência simbólica que as mulheres sofrem ao se depararem com conceitos da área de Ciências da Natureza, área de reduto masculino (BOURDIEU, 2007). Desta forma, toda a formação social das mulheres faz com que sejam afastadas dessa área do conhecimento e direcionadas a outras áreas, como leitura (VALLE SILVA, 1995).

Percebemos que nesse item a contextualização foi fator determinante para essa diferença, já que as mulheres são 11% a mais que os homens que assinalam os distratores (C) e (D), que representam problemas mais conceituais e que possivelmente indicam a utilização de concepções não científicas para resolver esse item. Desta forma, ao utilizarem essas concepções, as meninas utilizam conhecimentos adquiridos em seu cotidiano. Assim, se elas

não são estimuladas culturalmente a apreender sobre esses assuntos, terão maiores dificuldades e provavelmente errarão mais ao se depararem com problemas nesse contexto.

Desta maneira, podemos concluir que é possível, a partir de análises simples fornecer às comunidades escolares informações que julgamos, com base em nossos referenciais, importantes para o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem em Física. Acreditamos que o retorno das informações apresentadas, é essencial para a validação de nossa tese de que o ENEM pode ser mais um indicador formativo para o ensino. Deste modo, a revisão de seu papel, não só pelo MEC, mas também por toda a comunidade educacional, é primordial para a inserção dessa nova ferramenta formativa.

VII. Conclusão

Ao longo do texto buscamos construir indicadores formativos para o Ensino de Física a partir dos dados contidos em uma avaliação em larga escala, nesse caso através do ENEM. Nossa busca teve como objetivo final suscitar a discussão sobre as potencialidades desse exame enquanto uma avaliação com características também formativas. Desta forma, construímos uma relação entre o desenvolvimento desses indicadores formativos e o retorno dessas informações à comunidade escolar, a partir da perspectiva de avaliação formativa desenvolvida por Taras (2010) e Black (2009), em que o retorno das informações à comunidade escolar possibilitaria a ressignificação do exame e com isso retomar seu papel como exame nacional do Ensino Médio.

Para o desenvolvimento dessas relações apresentamos quatro indicadores formativos com base nos dados dos candidatos, a saber: Escolaridade da Mãe, Sexo, Índice de Acerto no Item de Física e Frequência das Respostas nos Itens de Física. Os resultados apresentados nos ajudam a compreender que variáveis extraclasse (Escolaridade da Mãe e Sexo) podem interferir no desempenho dos candidatos. Como mostramos, os anos de escolaridade da mãe possibilitam que os candidatos apresentem maior familiaridade com a linguagem utilizada pela Física, provocando assim mais possibilidades de acerto e, conseqüentemente, um melhor desempenho. Nossos resultados indicam que os candidatos pertencentes ao grupo, no qual as mães apresentam uma escolaridade de Ensino Médio ou superior, apresentam melhor desempenho que os candidatos pertencentes ao grupo em que as mães apresentam escolaridade inferior ao Ensino Médio.

Fato semelhante acontece com relação ao sexo dos candidatos, observamos que os meninos apresentam melhor desempenho que as meninas nos itens de Física. Esse resultado, ao ser analisado pela perspectiva da sociologia da educação, possibilita compreender as possíveis origens dos baixos rendimentos das mulheres em avaliações em larga escala. Observamos como esse fator social, do investimento da cultura das Ciências da Natureza nos meninos pode estar favorecendo seu melhor desempenho na comparação com as meninas.

Com relação ao desempenho nos itens de Física, observamos que praticamente 70% dos itens são considerados difíceis de acordo com o desempenho dos candidatos. Esse

resultado é um indicador das dificuldades de ensinar Física. Ao relacionar esse resultado com os resultados das análises dos distratores, observamos como os candidatos se utilizam de diferentes processos mentais para a resolução de um item, muitas vezes não correspondendo aos processos mais efetivos de resolução, o que os leva a errar o item. A combinação desses indicadores pode favorecer muito a compreensão das dificuldades apresentadas pelos candidatos na resolução do ENEM, como também do que está sendo desenvolvido em sala de aula.

Pensar o ENEM como um instrumento formativo para o ensino é olhar para uma possibilidade de desenvolvimento de correlações entre o que está sendo desenvolvido em sala de aula com questões extraescolares que interferem diretamente no aprendizado dos jovens. A partir dessas correlações, podemos pensar e repensar quais serão as formas de atuação de cada instância do sistema educacional, qual o papel das instituições públicas, dos gestores, dos professores, alunos e das comunidades escolares. Permitir que esse exame tenha uma única finalidade, a de seleção, é renunciar ao seu potencial gigantesco de informações, que pode auxiliar na melhoria da qualidade do ensino no país.

Referências bibliográficas

ANDERSON, L. W. *et. al.* **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001.

AYALON, H.; LIVNEH, I. Educational standardization and gender differences in mathematics achievement: A comparative study. **Social Science Research**, v. 42, p. 342-445, 2013.

BARROSO, M. F.; RUBINI, G.; SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 4, e4402, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000400502&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 abr. 2021.

BEICHNER, R. J. Testing student interpretation of kinematics graphs. **American Journal of Physics**, v. 62, n. 8, p. 750-762, 1994. Disponível em: <<https://www.ncsu.edu/per/Articles/TUGKArticle.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

BLACK, P. J. Os professores podem usar a avaliação para melhorar o ensino. **Práxis Educativa**, v. 4, n. 2, p. 195-201, 2009.

BLOOM, B. S. **Taxionomia de Objetivos Educacionais**. Porto Alegre: Livraria do Globo, Editora da UFRGS, 1972.

BORG, W. R.; GALL, M. D. **Educational Research: An Introduction**. 5. ed. New York: Longman, 1989. 939 p.

BOURDIEU, P. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. **Escritos de Educação**. 4. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002. p. 39-64.

BOURDIEU, P. **A Distinção: crítica social do julgamento**. São Paulo: Edusp, 2007. 560p.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. A. **Reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008. 275p.

BURGOA ETXABURU, M. B. **La transferencia de contenidos matemáticos a contextos científicos con perspectiva de género: El concepto de función**. 2017. 332p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Bilbao.

CALDERÓN, A. I.; POLTRONIERI, H. Avaliação da aprendizagem na Educação Básica: as pesquisas do estado da arte em questão (1980-2007). **Revista Diálogo Educacional**, v. 13, n. 40, p. 873-893, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/14808>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CASAGRANDE, L. S; CARVALHO, M. G. Quem Apresenta Melhor Rendimento Escolar, Meninas ou Meninos? In: VII CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E GÊNERO, VII, 2010, Curitiba. **Anais...**

CHI, M. T. H.; FELTOVICH, P. J.; GLASER, R. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. **Cognitive science**, v. 5, n.2, p.121-152, 1981. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1207/s15516709cog0502_2/epdf>. Acesso em: 10 jun. 2015.

CHI, M. T. H.; GLASER, R.; REES, E. Expertise in Problem Solving. In: STERNBERG, R. J. (Org.) **Advances in the psychology of human intelligence**. v. 1. New Jersey: Erlbaum, 1982. p. 7-75.

CHUERI, M. S. F. Concepções sobre avaliação escolar. **Revista Estudos em Avaliação Educacional**, v. 19, n. 39, 2008. Disponível em: <<https://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1418/1418.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

COELHO, M. I. M. Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 59, p. 229-258, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ensaio/v16n59/v16n59a05.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2.ed. Hillsdale: L. Erlbaum Associates, 1988.

COMVEST Comissão Permanente para Vestibulares. Análise e caracterização estatística das provas Vestibular Unicamp 2012. Disponível em: <http://www.comvest.unicamp.br/estatisticas/2012/distrib_notas/pdf/estatisticas2012.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2018.

DA SILVA, V. A.; MARTINS, M. I. Análise de questões de Física do ENEM pela taxonomia de Bloom revisada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v16n3/1983-2117-epec-16-03-00189.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

FERGUSON, G. A. **Statistical Analysis in Psychology and Education**. New York: McGraw-Hill. International Editions. Psychology Series, 1981. 587p.

FERNANDES, D. **Avaliar para Aprender: Fundamentos, práticas e políticas**. São Paulo: Unesp, 2009. 222 p.

GATTI, B. A Avaliação de sistemas educacionais no Brasil. **Revista de Ciências da Educação**, v. 9, p. 7-18, 2009. Disponível em: <http://professor.ufop.br/sites/default/files/danielmatos/files/gatti_2009_avaliacao_de_sistemas_educacionais_no_brasil.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

GONÇALVES JUNIOR, W. P. **Avaliação de Larga Escala e o Professor de Física**. 2012. 227 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GONÇALVES JR, W. P.; BARROSO, M. F. Os itens de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000100017>. Acesso em: 25 abr. 2021

HALE, P. Kinematics and Graphs: Students' Difficulties and CBLs. **Connecting Research to Teaching**, v. 93, n. 5, p. 414-417. 2000. Disponível em: <<http://math.buffalostate.edu/~mcmillen/Hale.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

HERNANDES, J. S.; MARTINS, M. I. Categorização de questões de Física do Novo ENEM. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 58-83, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n1p58/24486>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

HYDE, J. S.; LINN, M. C. Gender Similarities in Mathematics and Science. **Science**, v. 314, p. 599-600, 2009.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Guia de Elaboração e Revisão de itens. Brasília, 2010.

KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do Enem 2012. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000200502&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 abr. 2021.

KOHL, P. B.; FINKELSTEIN, N. D. Effects of representation on students solving physics problems: A fine-grained characterization. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, v. 2, n. 1, p. 010106-1-010106-12, 2006. Disponível em: <<http://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevSTPER.2.010106>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

KOU, E. *et al.* How Students Blend Conceptual and Formal Mathematical Reasoning in Solving Physics Problems. **Science Education**. v. 97, n. 1, p. 32-57, 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.21043/full>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

LARKIN, J. *et al.* Expert and novice performance in solving physics problems. **Science**, v. 208, n. 4450, p. 1335-1342, jun. 1980. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/208/4450/1335.abstract>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

MALONEY, D. P. An overview of Physics Education Research on Problem Solving. **Physic Educational Research**, v. 2, n. 2, p. 1-33. 2011. Disponível em: <http://opus.ipfw.edu/physics_facpubs/49/>. Acesso em: 10 jan. 2014.

MARCOM, G. S. **O ENEM, indicadores formativos e ensino de física**. 2019. 130 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Análises dos distratores das questões de Física em Exames de Larga Escala. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 72-91, abr. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://antigo.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p72>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Gênero e status socioeconômico: reflexões sobre o desempenho dos candidatos na prova de ciências da natureza do ENEM 2014. **Perspectiva Sociológica: A Revista de Professores de Sociologia**, n. 19, p. 44-52, 2017. Disponível em: <<https://cp2.g12.br/ojs/index.php/PS/article/view/1174>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

NASCIMENTO, M. M.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Uma busca por questões de Física do ENEM potencialmente não reprodutoras das desigualdades socioeconômicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 3, e3402, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000300501&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 abr. 2021.

NISSEN, J. M.; SHEMWELL, J. T. Gender, experience, and self-efficacy in introductory physics. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 2, p. 020105, 2016. Disponível em: <<https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020105>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

O'NEILL, G.; MURPHY, F. **Assessment: Guide to Taxonomies of Learnign**. UCD Teaching and Learning/Resources. Dublin. 2010.

OLIVEIRA, C. F. **Os contextos na prova de Ciências da Natureza do ENEM: Uma medida do seu impacto no desempenho dos estudantes**. 2014. 129p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências de Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PASQUALI, L. Validade dos Testes Psicológicos: Será Possível Reencontrar o Caminho? **Psicologia: teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 23, n. especial, p. 99-107, 2007.

PASQUALI, L. Psicometria. **Revista da Escola de Enfermagem**, São Paulo, v. 43, n. especial, p. 992-999, 2009.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens. Porto Alegre: Artmed, 1999. 184 p.

POZO, J.; GÓMEZ CRESPO, M. A. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009. 294p.

RAMAPRASAD, A. On the definition of feedback. **Behavioural Science**, v. 28, p. 4-13, 1983. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bs.3830280103>>. Acesso em: 25 abr. 2021

RYAN, J. M; DeMARK, S. Variation in achievement scores related to gender, item format, and content area tested. In: TINDAL, G.; HALADYNA, T. M. (Org). **Large-scale assessment programs for all students**: Validity, technical adequacy, and implementation. Mahwah, New Jersey: Erlbaum, 2002. p. 67-88.

SABELLA, M. S.; REDISH, E. F. Knowledge organization and activation in physics problem solving. **American Journal of Physics**, v. 75, n. 11, p. 1017-1029, 2007. Disponível em: <<http://scitation.aip.org/content/aapt/journal/ajp/75/11/10.1119/1.2746359>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

SADLER, D. R. Formative assessment and the design of instructional systems. **Instructional Science**, v. 18, p. 145-165, 1989. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00117714>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SILVEIRA, F. L.; BARBOSA, M. C. B.; SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 1101, mar. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n1/1806-1117-rbef-S1806-11173710001.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SMITH, K. C.; NAKHLEHB, M. B.; BRETZC, S. L. An expanded framework for analyzing general chemistry exams. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 11, p. 147-153, 2010. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2010/rp/c005463c#!divAbstract>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SOUSA, C. P. Descrição de uma trajetória na/da Avaliação Educacional. **Idéias**, v. 30, 1998. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_30_p161-174_c.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SPAZZIANI, G. P. **Devolutivas pedagógicas construídas a partir das escolhas das alternativas pelos candidatos nos itens de física do ENEM**. 2019. 258 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP.

TARAS, M. Assessment – Summative and Formative – some theoretical reflections. **British Journal of Educational Studies**, v. 53, n. 3, p. 466-478, 2005. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8527.2005.00307.x>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

TARAS, M. Do unto others or not? Lecturers use expert feedback on research articles, why not likewise undergraduates on assessed work? **Assessment and Evaluation in Higher Education**, v. 31, n. 3, p. 363-375, 2006. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02602930500353038>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

TARAS, M. De Volta ao Básico: definições e processos de avaliação. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 2, p. 123-130, 2010. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/viewFile/1828/1385>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

TARAS, M. Assessing assessment theories. **Online Educational Research Journal**, v. 3, n. 12, 2012. Disponível em: <https://sure.sunderland.ac.uk/id/eprint/3321/1/Assessing_Assessment_Theories.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

TRAVITZKI, R. **ENEM: limites e possibilidades do Exame Nacional do Ensino Médio enquanto indicador de qualidade escolar**. 2013. 277f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VALLE SILVA, G. O. Capital Cultural, Classe e Gênero em Bourdieu. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação**, v. 1, n. 2, p. 24-36, 1995.

WILSON, K. *et al.* Differences in gender performance on competitive physics selection tests. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 2, p. 020111, 2016. Disponível em: <<https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020111>>. Acesso em: 25 abr. 2021.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).