



# O EFEITO FADIGA E O DESEMPENHO DOS ESTUDANTES NAS DIFERENTES ÁREAS DO CONHECIMENTO DO ENEM 2019

**Palavras-Chave:** EFEITO FADIGA, AVALIAÇÃO DE LARGA ESCALA, ENEM.

**Autores:**

**GABRIEL HENRIQUE FERNANDES DA SILVA UNICAMP**

**LEONARDO BARICHELLO IFSP**

---

## INTRODUÇÃO:

Exames como o ENEM<sup>1</sup> e o PISA<sup>2</sup> são exames de larga escala que visam aferir as capacidades cognitivas de quem participa. Porém, Sasaki, Pietra, Filho e Komatsu (2018) se depararam com um achado instigante quanto ao PISA 2015 que levantou algumas questões. Eles perceberam que o índice de acertos de uma determinada questão caía à medida que esta estava mais distante do início da prova. Mais ainda, os autores detectaram que este efeito afetava mais os alunos brasileiros do que os de outros países.

Desta maneira, em um artigo de caráter investigativo, Barichello, Guimarães e Figueiredo Filho (2021) investigaram se o mesmo fenômeno, efeito fadiga (o índice de acertos de uma questão tende a cair conforme maior for a sua distância do início da prova), poderia ser visto nas questões de Matemática e suas Tecnologias do ENEM 2016 e concluíram que sim.

Num segundo texto, Silva, Papani e Guimarães (2021) deram continuidade às investigações de Barichello et al. (2021) e estenderam os estudos para outros anos de aplicação do ENEM. Ao analisarem as provas de Matemática e suas Tecnologias do ENEM 2018 e 2019, eles puderam concluir que o efeito fadiga também se apresentava nestas edições e que, portanto, tal fenômeno não era uma mera casualidade da prova do ENEM 2016, corroborando os achados de Barichello (2021).

## OBJETIVO:

Os textos de Barichello et al. (2021) e Silva et al. (2021) limitaram-se a analisar as provas da área do conhecimento de Matemática e suas Tecnologias do ENEM nas edições de 2016, 2018 e 2019. No presente trabalho, nos propusemos a fazer uma replicação deste estudo considerando os dados do ENEM de 2019, porém, englobando todas as áreas de conhecimento do exame. Desta forma, pretendemos averiguar se o fenômeno identificado por Barichello et al. (2021) é algo que se apresenta em outras áreas do conhecimento do ENEM. Elegemos os dados do ENEM do ano de 2019, por serem os dados disponibilizados mais recentes pelo INEP<sup>3</sup> no momento em que se iniciou a presente investigação.

---

<sup>1</sup> ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio, para mais informações acessar: [Enem — Inep \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/enem)

<sup>2</sup> PISA: Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, para mais informações acessar: [Pisa — Inep \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/pisa)

<sup>3</sup> INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, para mais informações acessar: [Inep \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/inep)

## METODOLOGIA:

Dado o caráter de replicação e averiguação, adotamos os mesmos passos metodológicos que Barichello et al. (2021). Porém, em linhas gerais poderíamos descrever o processo metodológico nos seguintes passos:

1. Primeiramente fizemos o download dos microdados acerca da edição do ENEM 2019 disponibilizados pelo INEP. Neste processo, consideramos alguns filtros para posteriormente analisarmos somente os dados que desejaríamos, neste caso, consideramos para nossa pesquisa apenas as provas dos alunos que participaram da aplicação principal daquela edição, estiveram presentes nos dois dias de aplicação da prova principal e não eram treineiros, além de considerar também somente aqueles que não deixaram de resolver alguma das provas que lhes era devida, chegando então num total de 3.161.373 participantes.
2. Os dados foram organizados em 16 arquivos de acordo com a área do conhecimento (4, excluindo a redação) e a cor da prova recebida pelo candidato (4). Após isto, analisamos todos estes arquivos e seus respectivos dados interessantes para nós no software R<sup>4</sup>, obtendo a posição e o índice de acertos de cada questão em cada um dos cadernos. E então consideramos dois conceitos para nossa análise que viria a seguir, sendo eles:
  - Distância: a maior distância absoluta entre duas posições relativas de um mesmo enunciado em cadernos diferentes.
  - EF (Efeito Fadiga): a diferença em módulo entre o índice de acerto da questão nos dois cadernos que resultaram na maior distância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Iniciamos trazendo 4 gráficos referentes a diferença entre as frequências de acertos nas áreas do conhecimento do ENEM 2019, os quais foram calculados no software R conforme o processo que descrevemos acima, ou seja, apresentaremos no eixo Y a diferença entre os percentuais de acertos de uma mesma questão e no eixo X as distâncias destas questões:

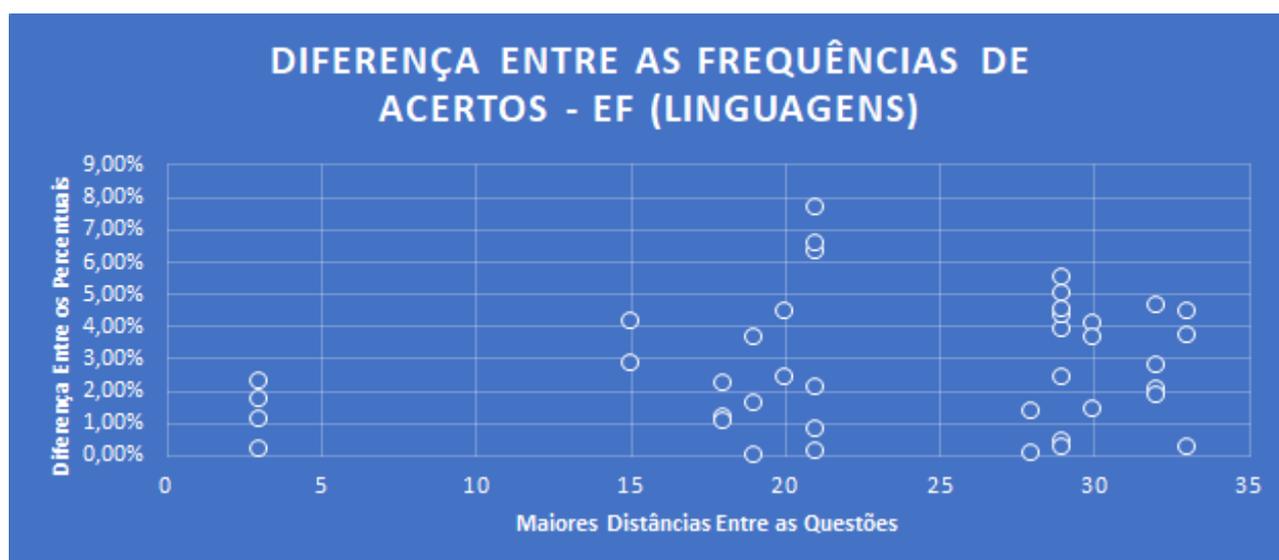


Gráfico 1 – Diferença Entre as Frequências de Acertos na Área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. do Enem 2019

<sup>4</sup> Software de análise estatística livre e gratuito, disponível em: [The R Project for Statistical Computing: R](https://www.r-project.org/)

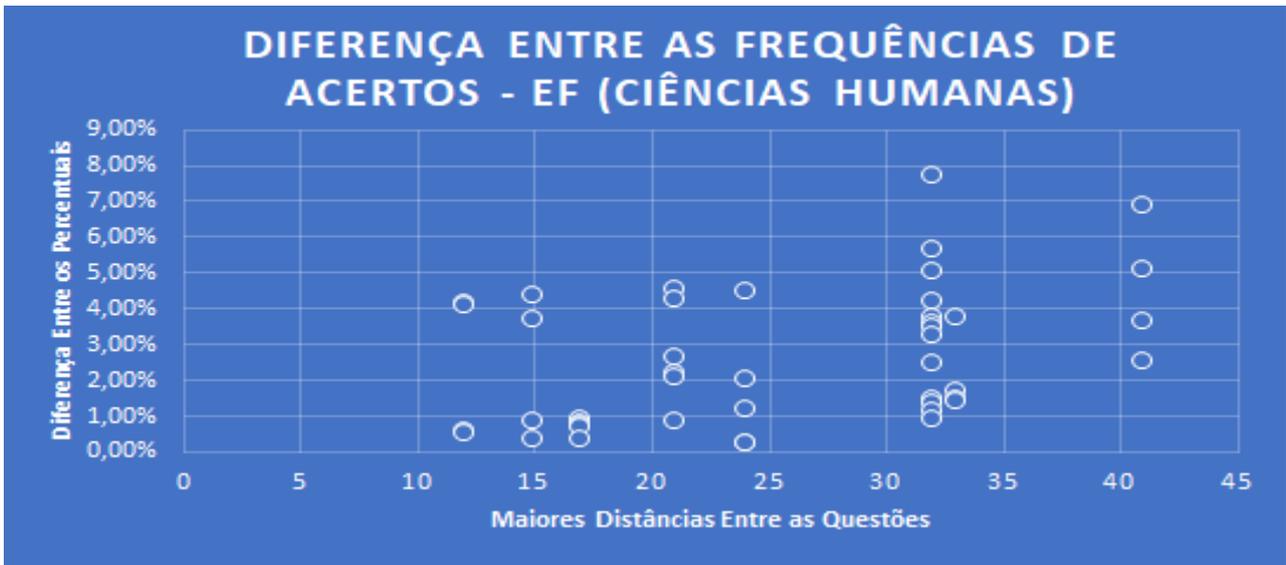


Gráfico 2 – Diferença Entre as Frequências de Acertos na Área de Ciências Humanas e suas Tecnologias do Enem 2019

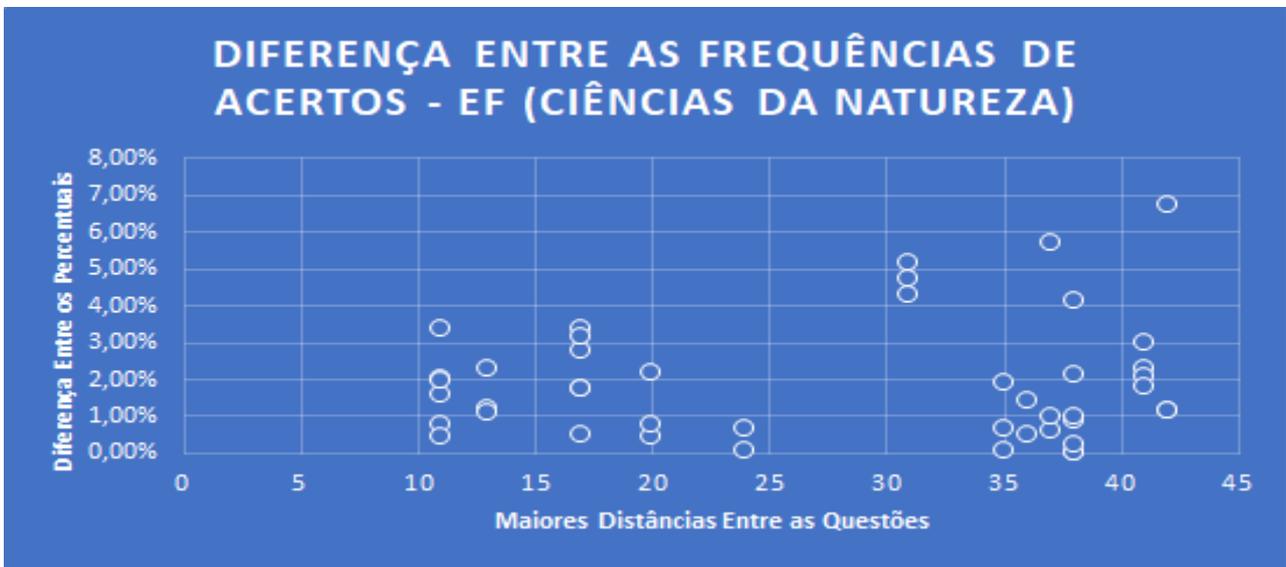


Gráfico 3 – Diferença Entre as Frequências de Acertos na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem 2019

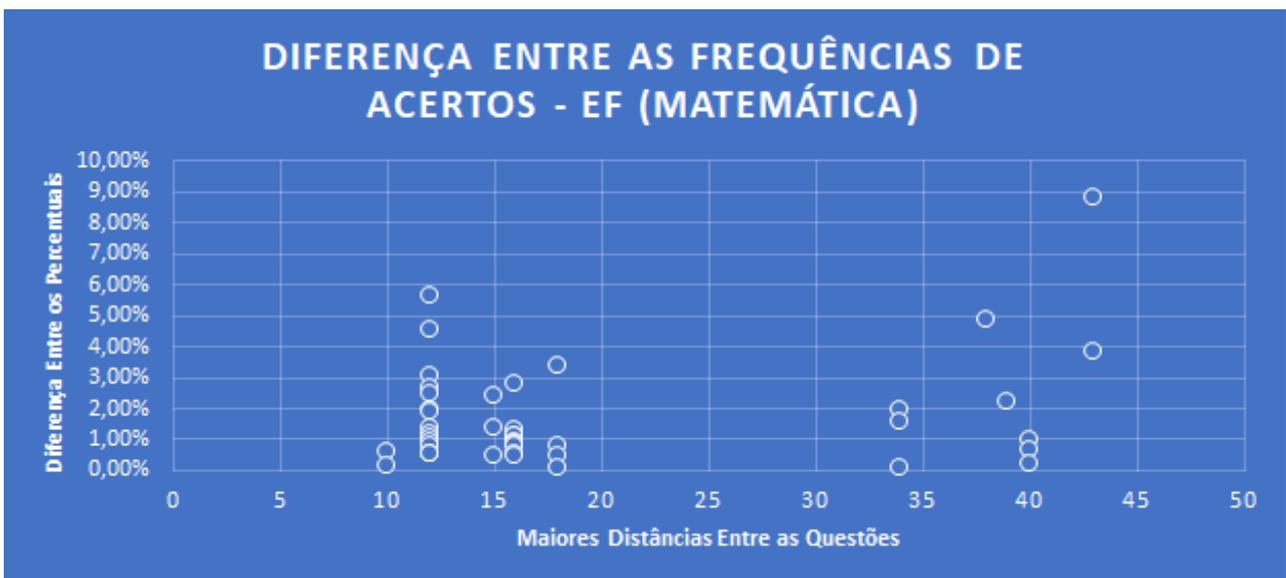


Gráfico 4 – Diferença Entre as Frequências de Acertos na Área de Matemática e suas Tecnologias do Enem 2019

A leitura destes gráficos deve ser feita conforme o seguinte exemplo: considere os últimos pontos à direita no gráfico 2, temos então 4 questões das quais as distâncias quando comparadas entre os cadernos do ENEM 2019 (Ciências Humanas) chegaram a ser superiores a 40 posições e cada uma destas questões obtiveram cerca de 2,5%; 3,5%; 5,5% e 7% de diferença em suas frequências de acertos quando apresentadas aos estudantes nessas posições.

Ao observarmos estes dados, é possível averiguar que as informações trazidas no texto de Barichello et al. (2021) referentes ao ENEM de 2016 na área de conhecimento de Matemática e suas Tecnologias também ocorreu na edição do ENEM de 2019, tanto em Matemática e suas Tecnologias, quanto nas demais áreas do conhecimento. Vale a ressalva de que não foram todas as questões que apresentaram um EF considerável, tomando as questões que obtiveram  $EF < 0,5\%$  por exemplo, este número de questões corresponderá a 27 das 175 questões do ENEM 2019 analisadas<sup>5</sup>. Por outro lado, conforme detalharemos mais adiante, tivemos 51 questões com  $EF > 3\%$ .

Para um entendimento mais profundo de porque algumas questões possuem EF maior em relação a outras, Barichello et al. (2021) e Silva et al. (2021) trazem isso em seus textos quando abordam o aspecto da divisão de grupos de participantes do exame através do número de acertos que estes obtiveram na prova. Ainda assim, conforme explicitado o conceito de EF acima e dado os gráficos apresentados, podemos notar o efeito fadiga presente nas questões do ENEM 2019, ou seja, a diferença entre o índice de acerto de uma mesma questão tende a aumentar conforme a distância relativa entre os enunciados desta questão nos diferentes cadernos são apresentadas.

A seguir apresentamos uma tabela com a média de acertos geral de cada área do conhecimento do ENEM 2019 e o número de questões que possuem efeito fadiga acima de 3% nestas respectivas áreas:

| <b>Áreas do Conhecimento ENEM 2019</b>  | <b>Média de Acertos</b> | <b>Nº de Questões com EF &gt; 3%</b> |
|---|-------------------------|--------------------------------------|
| Linguagens, Códigos e suas Tecnologias  | 40,87%                  | 16                                   |
| Ciências Humanas e suas Tecnologias     | 37,41%                  | 19                                   |
| Ciências da Natureza e suas Tecnologias | 29,07%                  | 9                                    |
| Matemática e suas Tecnologias           | 25,68%                  | 7                                    |

*Tabela 1 – Áreas do Conhecimento ENEM 2019, suas Médias de Acertos e N° de Questões com EF > 3%*

Observe que as informações da primeira e terceira colunas desta tabela já poderiam terem sido obtidas a partir dos gráficos que apresentamos anteriormente, porém, nesta tabela temos o acréscimo da informação da média de acertos de cada área do conhecimento do ENEM 2019. Entre as áreas do conhecimento da edição do ENEM que analisamos, Matemática e suas Tecnologias de fato apresentam EF, conforme já havia confirmado por Silva et al. (2021) mas, além disto, podemos observar agora evidências de que não só também há efeito fadiga nas demais áreas do conhecimento do ENEM, como também que este efeito afetou substancialmente uma quantidade maior de questões e que essa quantidade de questões afetadas parece estar relacionada com a facilidade da prova de cada área do conhecimento (medida a partir da média de acertos nessa área).

## **CONCLUSÕES:**

<sup>5</sup> Observação: como a área do conhecimento de Linguagens e suas Tecnologias possuem duas sub modalidades que seriam a escolha entre Inglês ou Espanhol, para fins de simplificação, não consideramos tais questões em nosso estudo, tendo então Linguagens e suas Tecnologias, apenas 40 questões analisadas.

Nossa investigação, ao replicar os estudos de Barichello et al. (2021) para as demais áreas do conhecimento do ENEM 2019, conseguiu concluir que o efeito fadiga também ocorre nestas áreas, ou seja, conforme uma questão se apresenta mais distante do início da prova, há uma queda no seu índice de acertos, confirmando o achado de Barichello et al. (2021). Além disso, ainda conseguimos observar indícios de que conforme estas provas são mais fáceis, isto é, conforme possuem uma maior média de acertos, uma quantidade maior de questões é afetada pelo efeito fadiga.

O novo achado desta investigação (em relação às demais áreas do conhecimento do ENEM), colabora para as investigações futuras propostas por Silva et al. (2021), mostrando que além do EF estar presente em outras áreas do exame, este EF também indica possuir um comportamento na proporção de sua aparição, sendo mais visto nas provas que possuíram maior índice de acertos. Acreditamos que este fenômeno pode ser explicado através de um dos argumentos apresentados por Barichello et al. (2021) quando fizeram sua análise da divisão de grupos de participantes do ENEM 2016, entre outras coisas, eles notaram que conforme uma questão apresenta-se mais difícil para o público que deve resolvê-la, esta questão tende a possuir um menor EF, isto porque independente do cansaço ou disposição física e mental dos participantes, para muitos destes, esta questão não seria passível de se resolver. O mesmo argumento pode ser estendido para as diferentes provas (em termos de áreas do conhecimento): conforme as questões de uma área do conhecimento são mais difíceis, menor será a presença do efeito fadiga, pois certas questões presentes nesta prova não serão resolvidas por muitos de seus participantes, independente da questão estar no final ou no começo do exame.

Por fim, concluímos que muitas investigações podem ser aprofundadas quanto ao exame do ENEM, desde um estudo qualitativo das questões para compreender porque algumas apresentam maior ou menor efeito fadiga quando comparadas às questões que ocorreram com a mesma distância em diferentes cadernos, até um estudo de caráter mais quantitativo que leve em consideração a nota TRI atribuída pelo Enem e como o efeito fadiga afeta o seu comportamento. Ressaltamos a importância destas investigações, visto que o ENEM é um exame com consequências muito grandes, pois é, entre outras coisas, decisivo para o seguimento da formação acadêmica de milhões de brasileiros.

## **AGRADECIMENTOS:**

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

---

## **BIBLIOGRAFIA**

BARICHELLO, L; GUIMARÃES, R. S.; FIGUEIREDO FILHO, D. B. A formatação da prova afeta o desempenho dos estudantes? Evidências do ENEM (2016). **Educação e Pesquisa**, no prelo, 2021.

SASSAKI, A. H. et al. Por que o Brasil vai Mal no PISA? Uma Análise dos Determinantes do Desempenho no Exame. **Policy Paper**, v. 31, p. 27, 2018.

SILVA, G. H. F.; PAPANI, M. P.; GUIMARÃES, R. S. A ordem das questões afeta o desempenho dos estudantes? Evidências do ENEM 2018 e 2019. **VIII SIPEM**, 2021. (texto aceito, aguardando publicação)