

■ ESTUDOS

O *status* socioeconômico e o desempenho de licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química nos conteúdos de História e Filosofia da Ciência no Enade 2017

Ivy Judensnaider^{I,II}

Silvia F. de M. Figueirôa^{III,IV}

<https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.104.5612>

Resumo

Este artigo resulta de pesquisa de doutorado cujo objetivo foi identificar, com base na análise das provas de Licenciatura em Biologia, Física, Química e Matemática, as variáveis sociais que explicam o desempenho dos estudantes em itens com conteúdo de História e Filosofia da Ciência. Como premissa, assumimos que os itens propostos nas provas do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) poderiam ser indicadores relevantes dos conteúdos considerados importantes pelo Ministério da Educação para a formação de docentes nos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Química e Matemática, conforme alguns objetivos explicitados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). A metodologia utilizou pesquisa documental e análise estatística das informações de 2017 do Banco de Microdados do Inep. Considerando que nossos testes mostraram que o desempenho dos alunos nos itens está associado a relações multivariadas entre as variáveis selecionadas (variáveis demográficas, socioeconômicas, categoria administrativa das instituições de ensino superior e mecanismos de acesso ao ensino superior), utilizamos a técnica multivariada *Two Steps Clusters* para criar uma nova variável com base na renda familiar e na escolaridade dos pais dos estudantes.

^I Universidade Paulista (Unip). São Paulo, São Paulo, Brasil. *E-mail*: <ivynaider.unicamp@gmail.com>; <<https://orcid.org/0000-0003-3670-9495>>.

^{II} Doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, São Paulo, Brasil.

^{III} Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, São Paulo, Brasil. *E-mail*: <silviamf@unicamp.br>; <<https://orcid.org/0000-0003-0791-2232>>.

^{IV} Doutora em História Social pela Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, São Paulo, Brasil.

Observamos que a condição socioeconômica e o *background* familiar dos alunos estão associados ao desempenho nos itens selecionados: quanto maior o nível socioeconômico, melhor o desempenho do aluno; em contrapartida, menos acertos se mostraram associados a *status* socioeconômicos menos elevados.

Palavras-chave: Enade; História e Filosofia da Ciência; capital cultural.

Abstract

The socioeconomic status and the performance of undergraduates in biology, physics, mathematics, and chemistry in the contents of history and philosophy of science in Enade 2017

This study is the result of a PhD research which the objective was to identify, based on the analysis of licentiate exams in biology, physics, chemistry, and mathematics, the social variables that account for student performance in items with content on the history and philosophy of science (HPS). We assume, as a premise, that the items proposed in the Enade tests could be relevant indicators of the contents deemed important by MEC/Inep for the training of teachers in courses such as biology, physics, chemistry, and mathematics, in accordance with some of the objectives specified by Inep. The methodology used documentary research and statistical analysis of the 2017 data found in Inep's Microdata Library. Considering that our tests have shown that students' performance on the items is associated with multivariate relationships among the selected variables (demographic variables, socioeconomic factors, administrative category of higher education institutions, and access mechanisms to higher education), we used a Two Steps Clusters multivariate technique to create a new variable based on family income and the educational background of the students' parents. We observed that socioeconomic condition and students' family background are associated with their performance on the selected items: the higher the socioeconomic level, the better the student's performance; by contrast, fewer correct answers were linked to lower socioeconomic conditions.

Keywords: Enade; history and philosophy of science; cultural capital.

Resumen

El nivel socioeconómico y el desempeño de licenciados en Biología, Física, Matemáticas y Química en los contenidos de Historia y Filosofía de la Ciencia en Enade 2017

Este artículo es el resultado de investigación doctoral cuyo objetivo fue identificar, a partir del análisis de exámenes de Licenciatura en Biología, Física, Química y Matemáticas, las variables sociales que explican el desempeño de los estudiantes en ítems con contenido de Historia y Filosofía de la Ciencia. Como premisa, asumimos que los ítems propuestos en las pruebas del Examen Nacional del Desempeño de los Estudiantes (Enade) podrían ser indicadores relevantes de los contenidos considerados necesarios por el Ministerio de Educación para la formación de docentes de las Licenciaturas en Biología, Física, Química y Matemáticas, según algunos de los objetivos explicados por el Instituto Nacional de Estudios Pedagógicos (Inep). La metodología utilizó investigación documental y el análisis estadístico de las informaciones de 2017 del Banco de Microdatos del Inep. Considerando que nuestros exámenes han demostrado que el rendimiento de los estudiantes en los ítems está asociado a relaciones multivariadas entre las variables seleccionadas (variables demográficas, socioeconómicas, categoría administrativa de las instituciones de la educación superior y mecanismos de acceso a la enseñanza superior), utilizamos

la técnica multivariada Two-step Cluster para crear una nueva variable basada en la renta familiar y el nivel educativo de los padres de los estudiantes. Observamos que la condición socioeconómica y el background familiar de los estudiantes están asociados con su rendimiento en los ítems seleccionados: cuanto más alto es el nivel socioeconómico, mejor es el rendimiento del estudiante; por otro lado, se observaron menos respuestas correctas asociadas a niveles socioeconómicos más bajos.

Palabras clave: Enade; Historia y Filosofía de la Ciencia; capital cultural.

Introdução

A partir da década de 1990, sobretudo nos países em desenvolvimento carentes dos recursos financeiros das instituições mundiais, a necessidade de avaliar a qualidade dos cursos ofertados por instituições de ensino aumentou em virtude da dinâmica do capitalismo: se, por um lado, a globalização preconizava reduzida participação do Estado como provedor de serviços públicos, por outro, fez crescerem exigências quanto às atividades de regulação desses mesmos serviços que, daquele momento em diante, passavam a ser oferecidos pela iniciativa privada. Em decorrência disso, já há algumas décadas, os exames de larga escala no campo educacional têm se inserido no contexto da racionalidade econômica e tecnocrática, ou seja, de *accountability* da produtividade (Silva; Lopes; Castro, 2016).

O Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), desde 2004, mensura o desempenho dos estudantes, buscando atender às expectativas da comunidade acadêmica em relação à avaliação de dimensões qualitativas do ensino e da educação. De forma geral, há 14 anos, o processo de avaliação do Sinaes soma os resultados das Comissões Próprias de Avaliação (CPA), organizadas internamente pelas instituições de ensino superior (IES), das avaliações externas do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), da avaliação do curso realizada com os alunos e coordenadores, por meio de questionários respondidos quando da inscrição dos alunos à prova, e da avaliação do desempenho dos formandos na prova do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade).

Os estudantes, no momento da inscrição na prova do Enade, respondem a um questionário que coleta informações sociodemográficas. O desempenho dos alunos é avaliado por meio da aplicação de uma prova que abarca itens de Formação Geral (de interpretação textual e de raciocínio lógico-analítico, correspondentes a 25% do valor da prova) e de Conhecimento Específico (75% do valor total da prova). No caso dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, o Inep adota uma abordagem fragmentada dos conteúdos, separando os itens específicos de cada área daqueles conteúdos pedagógicos. Segundo o Inep (Brasil. Inep, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), no dia da avaliação, os alunos respondem a itens sobre a percepção do grau de dificuldade da prova e a aderência dos conteúdos e formatos dos itens quanto ao vivenciado durante o curso de graduação¹. Ressalte-se que os resultados das avaliações promovidas pelo Sinaes são de extrema importância para as IES privadas, pois deles dependem a obtenção de recursos do governo e as autorizações para a manutenção ou a implantação de cursos superiores.

Neste artigo, partimos de algumas premissas, melhor explicitadas adiante:

- a) os itens propostos nas provas do Enade podem ser indicadores relevantes dos conteúdos percebidos pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Inep como importantes na formação de docentes nos cursos de Licenciatura em Ciências e Matemática;

¹ As provas aplicadas estão disponíveis em Brasil. Inep (2022).

- b) as informações socioeconômicas dos estudantes disponibilizadas pelo Inep permitiriam identificar as associações entre o desempenho na prova e as características dos licenciandos quanto à etnia, ao tipo de instituição frequentada (pública ou privada), à região geográfica, à condição socioeconômica e ao acesso a programas de ação afirmativa;
- c) os conteúdos de História e Filosofia da Ciência (HFC) propostos nas provas podem sinalizar o quanto os futuros docentes de Ciências e Matemática estão preparados para promover uma educação que perceba a atividade científica como uma prática cultural inserida no tempo e no espaço e determinada, em grande parte, pelo contexto social e político em que se realiza (Höttecke; Silva, 2011). Tal concepção se sustenta, desde a primeira versão, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), oriundos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, e nas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação, definidas pelo Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES). Vale mencionar que inúmeros pesquisadores defendem a inclusão de conteúdos de HFC (por exemplo, Martins, 2006; Figueirôa, 2009; Matthews, 2012; Allchin, 2013; Lederman, 2013), principalmente para contextualização do conhecimento; compreensão de controvérsias, contradições, rupturas ou descontinuidades do processo de construção do conhecimento; diálogo entre as diversas áreas do saber; e formação de cidadãos críticos (Silva *et al.*, 2008; Höttecke; Silva, 2011).

Com base nos pressupostos mencionados, o objetivo deste trabalho foi o de identificar variáveis sociais que expliquem o desempenho em itens do Enade com conteúdo de História e Filosofia da Ciência (HFC). Buscamos encontrar marcadores que apontassem o quanto os futuros docentes de Ciências e Matemática desenvolveram as competências necessárias para promover um ensino socialmente contextualizado, preocupado com a natureza do conhecimento e a construção da Ciência. A pergunta que orientou nossa investigação foi: quais variáveis estão associadas ao desempenho dos formandos de cursos de Licenciatura em Ciências e Matemática nos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos dessas áreas? Nesta investigação, foram utilizadas variáveis demográficas, socioeconômicas, categoria administrativa das IES (públicas ou privadas) e mecanismos de acesso ao ensino superior (por meio de ações afirmativas ou não).

Nosso objeto de estudo foram os itens das provas do Enade de 2017 propostos para os cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química. Naquele ano, participaram da prova 32.835 formandos de cursos de Licenciatura em Ciências e Matemática: 14.095 alunos de 481 cursos de Licenciatura em Biologia; 2.953 alunos de 217 cursos de Licenciatura em Física; 10.904 alunos de 450 cursos de Licenciatura em Matemática; e 4.883 alunos de 263 cursos de Licenciatura em Química.

Para a consecução de nossos objetivos, adotamos os seguintes procedimentos metodológicos:

- a) por meio de pesquisa documental, analisamos os itens das provas do Enade de 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, identificando e selecionando aqueles que continham conteúdos de HFC, tanto no caso dos itens de Formação Geral quanto no de Conhecimento Específico;
- b) usando técnicas de análise estatística, selecionamos, no Banco de Microdados do Inep, as informações de 2017 referentes às variáveis de nosso interesse: "categoria administrativa da IES", "região de funcionamento da IES", "escolaridade do pai", "escolaridade da mãe", "renda familiar" do aluno e "mecanismos de acesso ao ensino superior". A análise estatística foi executada em três etapas: inicialmente, averiguamos as distribuições de frequência em termos das respostas dos alunos em cada item; a partir das frequências obtidas, realizamos testes Qui-quadrado para medir a associação entre as variáveis selecionadas e o desempenho dos alunos; por último, utilizamos a técnica multivariada *Two Steps Cluster* para identificar agrupamentos dos alunos em função de uma nova variável reveladora de condição social.

Essa variável foi construída com base nas variáveis “escolaridade do pai”, “escolaridade da mãe” e “renda familiar”. A análise de agrupamento foi realizada com o uso do *software* IBM® SPSS Statistics Versão 23.

Consideramos oportuno observar que, após intensa pesquisa bibliográfica (Judensnaider, 2022), identificamos uma grande lacuna no tocante a estudos sobre conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas avaliações do Enade. Nesse sentido, a presente pesquisa justifica-se, seja em relação à forma como esses conteúdos são tratados, seja quanto ao desempenho dos alunos nos itens que abordam tal temática.

Apresentação dos resultados

Os itens selecionados

A seleção dos itens foi feita pelas autoras, que possuem doutorado em História Social e em Ensino de Ciências e Matemática e mais de duas décadas de experiência em estudos de História e Filosofia da Ciência. Assim, sendo o trabalho de caráter exploratório e conduzido por especialistas na área, a seleção dos itens foi realizada com base na vasta literatura utilizada nesse campo, parcialmente citada neste texto.

Embora pudéssemos usar a classificação temática presente nos anexos dos Relatórios Síntese de Área, decidimos formular nossas categorias com fundamento na extensa literatura a respeito de conteúdos necessários na educação científica. Lederman (2013), por exemplo, já sinalizou como essenciais as discussões sobre o caráter empírico da Ciência, as diferenças entre teorias e leis, a criatividade e a imaginação no processo de construção do conhecimento, a importância dos referenciais teóricos prévios dos cientistas, as influências do contexto social e cultural no desenvolvimento da Ciência e o caráter dinâmico desse desenvolvimento. Matthews (2012) acrescentou à lista de Lederman conteúdos associados à sociologia do conhecimento, à experimentação, à idealização do trabalho científico, à elaboração de modelos para a apreensão da realidade, à matematização, à influência do misticismo nas concepções científicas, ao feminismo e à questão da racionalidade.

Dessa forma, selecionamos itens que permitissem discutir “recortes” epistemológicos e metodológicos com a utilização ou não de episódios históricos, desconsiderando os que prescindiam do conhecimento de HFC para sua resolução. Assim, os itens selecionados deveriam permitir reflexão sobre: a) a importância do contexto social, cultural e histórico na produção do conhecimento científico; b) a mutabilidade e o dinamismo da Ciência; c) a inexistência de um método científico universal e a relevância do pluralismo metodológico para a construção do conhecimento científico; e d) as relações entre abstração, racionalidade, observação, imaginação, crenças pessoais e intuição no trabalho científico. Também selecionamos itens que fizessem referência à abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), conforme sugerido por Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016).

Ainda, coletamos, nos relatórios do Inep, informações referentes: a) à facilidade/dificuldade dos alunos em relação ao item (medida pelo índice de facilidade e correspondente ao percentual de acerto de cada questão); e b) ao poder discriminatório dos itens (medido pela correlação ponto-biserial, calculada para cada área de avaliação e para os componentes de Formação Geral e de Conhecimento Específico). Vale lembrar que o índice de discriminação pressupõe que o acerto no item deve corresponder a um bom desempenho geral na prova, ou seja, o item deve ser capaz de discriminar alunos com bom ou mau desempenho (Brasil. Inep, 2018b). No Quadro 1, apresentamos a classificação dos itens segundo o índice de facilidade e o índice de discriminação.

Quadro 1 – Classificação dos itens segundo índice de facilidade e índice de discriminação (Enade/2017)

Índice de facilidade		Índice de discriminação	
Valor	Classificação	Valor	Classificação
$\geq 0,86$	Muito fácil	$\geq 0,40$	Muito bom
0,61 a 0,85	Fácil	0,30 a 0,39	Bom
0,41 a 0,60	Médio	0,20 a 0,29	Médio
0,16 a 0,40	Difícil	$\leq 0,19$	Fraco
$\leq 0,15$	Muito difícil		

Fonte: adaptado de Brasil. Inep (2018b, p. 22-23).

Selecionamos 11 itens, divididos em três grandes grupos: os relacionados a aspectos da História da Ciência; os relativos ao papel da experimentação na construção do conhecimento; e os que trataram de temas associados a CTSA. Desses 11 itens, 3 foram apresentados sob o formato de perguntas dissertativas e os demais de múltipla escolha. Dos itens com conteúdo de HFC, quatro integraram a prova dos licenciandos em Física; três, a dos licenciandos em Biologia; dois, a dos licenciandos em Química; e um, a dos licenciandos em Matemática. Um deles (CTS01) integrava o componente de Formação Geral, a ser respondido por todos.

De acordo com o Inep (Brasil. Inep, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), a competência se constitui da mobilização de diversos recursos (habilidades, conhecimentos, crenças, afetos etc.) necessários para que uma situação-problema seja enfrentada.

As competências que o Inep intentou avaliar em cada item foram as seguintes:

- na prova de Licenciatura em Física: no caso de DES01 e DES02, elaborar e implementar estratégias de ensino da Física de diferentes naturezas e origens, incluindo o estabelecimento de objetivos e de aprendizagem; em DES03, reconhecer e avaliar conceitos físicos (Brasil. Inep, 2018b);
- na prova de Licenciatura em Matemática: em DES05, analisar criticamente propostas curriculares relacionadas à Matemática na educação básica;
- na prova de Licenciatura em Biologia: em CTS04, elaborar, executar e gerenciar projetos relacionados a Biodiversidade e Ambiente, Saúde e Biotecnologia; em EXP02, elaborar, aplicar e avaliar estratégias pedagógicas e outras associadas a materiais didáticos;
- na prova de Licenciatura em Química: em CTS02, despertar o interesse científico, promover o desenvolvimento intelectual dos estudantes e prepará-los para o exercício da cidadania;
- em todas as provas, como item de Formação Geral: em CTS01, planejar e elaborar projetos a partir das necessidades dos alunos.

O Quadro 2 apresenta cada item, identificando a temática envolvida e os “recortes” propostos. Adicionamos as informações sobre o índice de facilidade e o índice de discriminação para cada item.

Quadro 2 – Itens selecionados das provas do Enade/2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Item	Tema	Índice de facilidade	Índice de discriminação
DES01 Física	Episódio histórico envolvendo experimentos sobre eletricidade (segunda metade do século 18 e primeira metade do século 19)	0,33 Difícil	0,39 Bom
DES02 Física	Desenvolvimento histórico dos conceitos de calor	0,42 Médio	0,41 Muito bom
DES03 Física	Desenvolvimento histórico dos modelos atômicos	0,38 Difícil	0,35 Bom
DES04 Química	Modelo atômico e uso de analogias no processo ensino-aprendizagem	Sem informação ⁽¹⁾	Sem informação ⁽¹⁾
DES05 Matemática	Estratégias didáticas para a discussão sobre equações de segundo grau	0,35 Difícil	0,28 Médio
EXP01 Física	A experimentação no ensino de Ciências	Sem informação ⁽¹⁾	Sem informação ⁽¹⁾
EXP02 Biologia	A natureza do trabalho científico e a questão da experimentação	0,26 Difícil	0,22 Médio
CTS01 Todas as áreas	Desenvolvimento sustentável	Química: 0,48 Médio	Química: 0,45 Muito bom
		Física: 0,50 Médio	Física: 0,48 Muito bom
		Biologia: 0,47 Médio	Biologia: 0,48 Muito bom
		Matemática: 0,43 Médio	Matemática: 0,46 Muito bom
CTS02 Química	A adoção de propostas CTSA no ensino	0,53 Médio	0,34 Bom
CTS03 Biologia	Manutenção da biodiversidade. Responsabilidade social em relação à conservação da biodiversidade	Sem informação ⁽¹⁾	Sem informação ⁽¹⁾
CTS04 Biologia	Bioética e responsabilidade social	0,43 Médio	0,29 Médio

Fonte: Elaboração própria, com base em Brasil. Inep (2018a, 2018b, 2018c, 2018d) e Judensnaider (2022), adaptado.

Nota: (1) Questões dissertativas, para as quais não foi possível calcular os índices.

Os itens DES01, DES02, DES03, DES04, DES05, EXP01 e EXP02 permitiam refletir sobre a importância da contextualização social, cultural e histórica na produção e disseminação do conhecimento; os aspectos associados à mutabilidade e ao dinamismo da Ciência; a inexistência de um único método científico; e a necessidade de os cientistas acolherem o pluralismo metodológico para a construção do conhecimento científico. Os itens também envolveram aspectos importantes sobre a abstração, a racionalidade, a imaginação, a intuição, a observação e a experimentação na produção da Ciência. Os itens CTS01, CTS02, CTS03 e CTS04 enfatizaram a contextualização da produção do conhecimento científico e a relevância da abordagem CTSA.

Todos os itens foram considerados difíceis ou de média facilidade e permitiram discriminar alunos com bom e mau desempenho. Esse fenômeno indica que os itens que selecionamos podem contribuir para analisar a performance dos alunos em relação a conteúdos de HFC.

As variáveis escolhidas

Variáveis associadas a diferenças significativas em termos do desempenho dos alunos vêm sendo investigadas por pesquisadores no campo dos exames de larga escala, tanto no ensino fundamental quanto no médio e no superior. Para efeito de nosso estudo, a variável "região de funcionamento da IES" foi escolhida considerando a existência de dados que evidenciam desigualdade de acesso à educação em função da região geográfica do País (Brasil. Ipea, 2014, 2016, 2021). Adotamos as regiões de funcionamento das IES definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Sudeste, Nordeste, Sul, Norte e Centro-Oeste.

A variável "categoria administrativa da IES" (pública ou privada) foi escolhida por ser possível a ocorrência de diferenças na oferta de conteúdos a depender da natureza da IES: podemos supor que instituições públicas privilegiem as áreas de pesquisa, ao passo que as privadas tenham maior foco na profissionalização do licenciando. Bastos *et al.* (2011), Primi *et al.* (2010), Primi, Silva e Bartholomeu (2018), Bezerra e Tassigny (2018) e Rudá e Silva (2020) são alguns autores que analisaram a importância dessa variável no desempenho dos alunos. Nossa análise utilizou as categorias para as IES propostas pelo Inep no questionário respondido na inscrição para a prova: pública federal, pública estadual, pública municipal, privada (com e sem fins lucrativos) e especial.

A variável "ingresso no ensino superior por meio de ações afirmativas" foi selecionada por sua relevância para a implantação e a avaliação da eficácia de políticas públicas e institucionais (Vendramini; Lopes, 2016; Bezerra; Tassigny, 2018). As categorias utilizadas para essa variável foram: "não" (sem qualquer ação afirmativa); "sim", em função de o ensino médio ter sido cursado em escola pública; "sim", em função da etnia do aluno; "sim", em função da renda familiar do aluno; e "sim", em função de ações afirmativas que não as já elencadas.

Os fatores socioeconômicos mereceram um olhar especial da nossa parte, já que inúmeros estudos apontam que a renda familiar e o grau de escolaridade dos pais costumam indicar um estoque de capital cultural com significativa importância para o desempenho dos alunos (Beltrão; Mandarino, 2014; Marcom; Kleinke, 2017; Primi; Silva; Bartholomeu, 2018; Villar, 2021). A ideia vem de Bourdieu (2007), que propôs quatro tipos de capital cultural: o capital econômico, associado à renda; o capital cultural, relacionado aos saberes e ao conhecimento que um indivíduo apreende ao longo de sua vida, em especial da vida familiar; o capital social, proveniente das relações sociais, que podem ser transformadas em capital econômico ou cultural; e o capital simbólico, associado ao prestígio que bens materiais e imateriais conferem aos agentes. Para Bourdieu (2007), tal fenômeno faz com que a escola, ao invés de funcionar como instrumento de transformação, apenas sancione as desigualdades do ambiente externo a ela.

Para simplificar nossa análise e trabalharmos com menor número de grupos, condensamos as categorias propostas pelo Inep para as variáveis "renda" e "escolaridade do pai e da mãe". No caso da

variável “renda”, o Inep sugeriu as seguintes categorias em termos de salários mínimos (SM): até 1,5 SM; de 1,5 a 3 SM; de 3 a 4,5 SM; de 4,5 a 6 SM; de 6 a 10 SM; de 10 a 30 SM e acima de 30 SM. Os Relatórios Síntese de Área revelaram que, somadas todas as categorias acima de 6 SM, essa faixa de renda familiar compreendia apenas 8,4% e 8,9% dos alunos de Licenciatura em Biologia (do ensino presencial e de educação a distância – EaD, respectivamente); 10,4% e 22,1% dos alunos de Licenciatura em Física; 7,3% e 13,1% dos alunos de Licenciatura em Matemática; e 8,9% e 16,6% dos alunos de Licenciatura em Química (Brasil. Inep, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d). Com base nisso, concluímos que a grande maioria dos estudantes tinha renda familiar de até 6 SM, o que torna razoável a redução das categorias tendo como limite esse valor. Assim, para que pudéssemos estabelecer alguma diferenciação entre esses estudantes e criar categorias cujos intervalos fossem razoavelmente equitativos, estabelecemos que “renda baixa” reuniria rendas familiares de até 3 SM; “renda média”, entre 3 e 6 SM; e “renda alta”, acima de 6 SM.

Também condensamos o número de categorias com relação à escolaridade do pai e à escolaridade da mãe. O Inep sugeriu, para cada uma das variáveis, seis categorias: “nenhuma” (instrução); “ensino fundamental 1º ao 5º ano (1ª à 4ª série)”; “ensino fundamental 6º ao 9º ano (5ª à 8ª série)”; “ensino médio”; “ensino superior – graduação”; “pós-graduação”. Os Relatórios Síntese de Área revelaram que, para a Licenciatura em Biologia, apenas 3,2% e 2,7% dos alunos do ensino presencial e de EaD tinham pai com nível de pós-graduação e apenas 6,9% e 4,7% tinham mãe com nível de pós-graduação; para a Licenciatura em Física, o mesmo ocorria com 3,2%, 3,4%, 6,1% e 8,7% dos alunos; para a Licenciatura em Matemática, apenas 1,9%, 3,3%, 5,0% e 5,3% tinham pai ou mãe com instrução em nível de pós-graduação; e finalmente, para Licenciatura em Química, esses percentuais eram de 2,9%, 2,9%, 5,7% e 7,7% (Brasil. Inep, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d). Com base nesses dados e na reflexão de Bourdieu (2007) sobre o papel do *background* familiar, entendemos que a instrução de nível superior (de pai ou mãe) poderia ser assumida como limite máximo para a maioria dos alunos. Assim, para efeito da nossa análise, reagrupamos as alternativas em três categorias: “nenhuma (instrução)”; “instrução, porém sem nível superior”; e “instrução com nível superior”.

Análise estatística do desempenho dos licenciandos em Ciências e Matemática nos itens envolvendo conteúdos de HFC

Para identificar a associação ou não entre o desempenho dos alunos (erro ou acerto do item) e as variáveis selecionadas, utilizamos o teste Qui-quadrado, técnica estatística que permite comparar frequências esperadas e observadas de dado fenômeno entre dois ou mais grupos².

O teste Qui-quadrado nos informa sobre a existência de associação entre variáveis, mas pouco nos elucida a respeito do tamanho do efeito dessa associação. Assim, calculamos o *V* de Cramer, parâmetro estatístico que estima o grau em que o fenômeno estudado existe na população. O Quadro 3 mostra os critérios de categorização do *V* de Cramer, segundo Ellis (2010).

Quadro 3 – Critérios para a classificação do valor *V* de Cramer

Valores de <i>V</i> de Cramer	Tamanho de efeito
0,00 - 0,10	Pequeno
0,10 - 0,30	Médio
0,30 - 0,50	Grande

Fonte: Elaboração própria.

² Os valores esperados são aqueles que surgiriam caso não houvesse relação entre as variáveis; nessa situação, o fenômeno surgiria em proporções iguais em todos os grupos. Os valores observados são aqueles que, efetivamente, surgem nos grupos.

Inicialmente, realizamos o teste Qui-quadrado para investigar a associação entre o desempenho dos alunos em cada um dos oito itens relacionados a HFC e propostos no formato de múltipla escolha (DES01, DES02, DES03, DES05, CTS04, EXP02, CTS02 e CETS01, sendo este último um item do componente de Formação Geral, comum a todos os cursos) e as variáveis “região de funcionamento da IES”, “categoria administrativa da IES”, “renda familiar”, “escolaridade do pai”, “escolaridade da mãe” e “ingresso no curso de graduação por meio de políticas de ação afirmativa”.

Para uma análise mais detalhada do desempenho em relação às variáveis independentes, selecionamos apenas as situações para as quais o *V* de Cramer indicava, no mínimo, efeito médio na associação entre as variáveis. De todas as associações existentes, conforme Tabela 1, destacaram-se os resultados referentes à relação entre “região de funcionamento da IES”, “renda familiar” e o desempenho dos alunos, no caso dos itens DES01, DES02 e DES03. Nos itens DES01, DES02 e DES03, os estudantes das regiões Sul e Sudeste acertaram mais do que o esperado. A região Norte mostrou-se associada a um número maior de erros para os três itens. Na região Nordeste, os estudantes erraram mais do que o esperado no caso do item DES01. Quanto ao item de Formação Geral (CTS01), não foram identificadas diferenças significantes nas associações entre o desempenho e as variáveis selecionadas.

A utilização de ações afirmativas para acesso ao ensino superior não se configurou como fator relevante no desempenho dos alunos.

Tabela 1 – Valores *V* de Cramer para os itens de Conhecimento Específico em que surgiram diferenças estatisticamente significantes, por variável

Variáveis	Valores de <i>V</i> de Cramer						
	Física			Matemática	Biologia		Química
	DES01	DES02	DES03	DES05	CTS04	EXP02	CTS02
Categoria da IES	(p > 0,05) ¹	0,065	(p > 0,05) ¹	0,042	0,037	0,05	(p > 0,05) ¹
Região da IES	0,172	0,142	0,144	0,05	0,044	(p > 0,05) ¹	0,058
Acesso	(p > 0,05) ¹	0,042	(p > 0,05) ¹				
Escolaridade do pai	0,059	0,064	0,076	0,031	0,046	0,037	0,046
Escolaridade da mãe	0,073	0,065	(p > 0,05) ¹	(p > 0,05) ¹	0,038	0,038	(p > 0,05) ¹
Renda familiar	0,111	0,131	0,094	0,042	0,051	0,038	0,039

Fonte: Elaboração própria.

Nota: (1) p > 0.05 – Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes.

Os resultados de testes Qui-quadrado realizados para investigar outras possíveis associações entre desempenho no item, curso realizado, região e renda familiar permitiram concluir que a performance dos alunos não dependeria apenas de uma ou outra variável, ao menos quando tomadas isoladamente. Isto é, o desempenho nos itens resultaria de relações multivariadas entre as variáveis selecionadas, sugerindo-nos, portanto, o uso de outros instrumentais estatísticos para investigar essas associações. Escolhemos a técnica multivariada *Two Steps Clusters*, por possibilitar análise simultânea de diversas variáveis e ser utilizada, sobretudo, quando: a) a intenção é descobrir a existência, na amostra, de grupos diferentes entre si; e b) as variáveis trabalhadas são categóricas (Hair *et al.*, 2009). Esse método é particularmente indicado quando existe a possibilidade de haver, na amostra, uma heterogeneidade não observada de forma natural. Assim, o agrupamento poderia revelar semelhanças e dessemelhanças dentro de um banco de dados, o que permite a identificação de grupos naturais e facilita a análise.

A técnica de agrupamentos torna possível comparar os elementos com base em variável estatística especificada pelo pesquisador, em geral, tendo como base constructos ou modelos teóricos já existentes (Hair *et al.*, 2009), ou seja, o conhecimento teórico do pesquisador é fundamental para validar a existência dos agrupamentos. Como dito, optamos pelo modelo teórico de Bourdieu (2007) referente ao capital cultural, partindo deste para construir uma variável estatística que nos proporcionasse identificar agrupamentos de forma a garantir homogeneidade interna (semelhança entre os elementos dentro do agrupamento) e heterogeneidade externa (diferenças entre agrupamentos). Decidimos trabalhar com três variáveis relacionadas à condição socioeconômica do estudante: renda familiar, grau de escolaridade do pai e grau de escolaridade da mãe. Nosso procedimento está respaldado em dois importantes fatores:

- a) na primeira etapa da análise estatística, encontramos sinais consistentes da importância da renda e da escolaridade dos pais na determinação do desempenho dos alunos;
- b) o modelo de capital cultural de Bourdieu (2007) tem sido frequentemente usado em outros trabalhos no campo dos exames de larga escala, como Bertolin e Marcon (2015), Kleinke (2017), Marcom e Kleinke (2017) e Villar (2021), todos autores de pesquisas em que se identificou a influência do estoque de capital cultural dos alunos para seu desempenho escolar e em exames de avaliação e/ou seleção.

O modelo teórico de Bourdieu (2007) recomendou-nos a seleção de duas variáveis para criação de uma nova variável que pudesse identificar o nível socioeconômico do aluno – daqui em diante, “classesoc”: a escolaridade dos pais, associada ao capital cultural incorporado, responsável pela formação do *habitus* do aluno, e a renda familiar (RF), associada ao capital cultural objetivado e institucionalizado, que, além de garantir a posse e a apropriação de bens culturais, também certifica os investimentos já realizados pela família. Para a construção de “classesoc”, fundimos as variáveis “escolaridade do pai” e “escolaridade da mãe” numa única variável, “escolaridade dos pais”, com as seguintes categorias: pai e mãe sem nenhuma instrução; pai e mãe sem nenhuma instrução de nível superior; pai ou mãe com instrução de nível superior; pai e mãe com nível de instrução superior³. Para facilitar a compreensão dos resultados, nomeamos cada um dos prováveis 12 grupos que surgiriam da combinação entre as variáveis “escolaridade do pai”, “escolaridade da mãe” e “renda familiar”, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 – Características dos agrupamentos

Agrupamento	Características
D Menos	pai e mãe sem nenhuma instrução escolar e RF baixa
D	pai e mãe sem nenhuma instrução escolar e RF média
D Mais	pai e mãe sem nenhuma instrução escolar e RF alta
C Menos	pai e mãe sem instrução de nível superior e RF baixa
C	pai e mãe sem instrução de nível superior e RF média
C Mais	pai e mãe sem instrução de nível superior e RF alta
B Menos	pai ou mãe com nível superior e RF baixa
B	pai ou mãe com nível superior e RF média
B Mais	pai ou mãe com nível superior e RF alta
A Menos	pai e mãe com nível superior e RF baixa
A	pai e mãe com nível superior e RF média
A Mais	pai e mãe com nível superior e RF alta

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: RF = renda familiar.

³ Esse procedimento também foi utilizado por Villar (2021).

A análise de agrupamento realizada com base nos microdados do Inep não fez surgirem todos os grupos elencados no Quadro 4. Na Tabela 2, podemos ver os agrupamentos surgidos da análise de *cluster* para cada um dos cursos de licenciatura.

Tabela 2 – Composição de cada curso por “classesoc”

“Classesoc”	Biologia	Física	Matemática	Química
C Menos	12,2%	10,9%	19,2%	16,7%
B Menos	55,3%	49,3%	50,4%	52,9%
B	20,5%	24,5%	30,4%	30,5%
B Mais	6,4%	6,0%	---	---
A Mais	5,6%	9,3%	---	---
Silhueta média	0,9	0,9	0,8	0,8

Fonte: Elaboração própria.

A última linha da Tabela 2 traz os valores de “silhueta média” (SM), indicador que mede a coesão e a separação dos dados obtidos, para cada grupo. A literatura sugere que seu valor deva ser, no mínimo, de 0,50 (Sarstedt; Mooi, 2019), conforme a Figura 1.

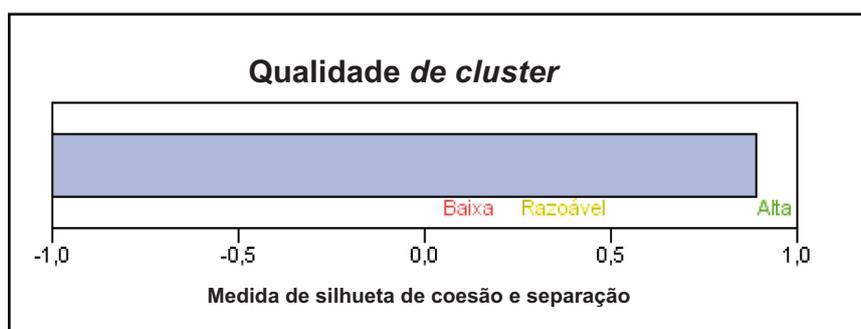


Figura 1 – Qualidade de *cluster*

Fonte: Judensnaider (2022).

Como se observa na Tabela 2, a silhueta média foi elevada em todos os cursos: 0,90 para Biologia e Física; 0,80 para Matemática e Química. Nota-se que os agrupamentos nos cursos de Matemática e Química estão concentrados em categorias sociais menos elevadas, enquanto os de Biologia e Física apresentam proporções significativas de alunos pertencentes a classes sociais mais elevadas.

No caso dos estudantes de Matemática e Química, não se destacaram grupos que combinassem renda alta e escolaridade dos pais nas diversas categorias. Os valores de silhueta média nos agrupamentos dos estudantes de Matemática e Química podem auxiliar na explicação sobre a ausência de todas as classes sociais nesses grupos, já que, em ambos os cursos, 80% dos alunos foram alcançados pelo agrupamento: é possível que aqueles de classe social elevada estejam entre os 20% restantes sem vínculo específico com qualquer grupo.

Os testes Qui-quadrado realizados para investigar a relação entre a nova variável “classesoc” e as que a compuseram mostram que, para todos os cursos, há associações significantes, tanto no caso da relação entre “classesoc” e “escolaridade dos pais” quanto na relação entre “classesoc” e “renda familiar”. Percebe-se, ainda, um elevado valor do V de Cramer em todas as associações identificadas. Isso significa que há associação entre a nova variável e as suas constituintes e, também, que a força do efeito da associação é grande.

Tabela 3 – Teste Qui-quadrado da relação entre “classesoc” e as variáveis constituintes “escolaridade dos pais” e “renda familiar”

Curso	Estatística	
	Escolaridade dos pais	Renda familiar
Biologia	$\chi^2_{20} = 225,714$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,062	$\chi^2_8 = 23965,93$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,902
Física	$\chi^2_{20} = 57,742$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,065	$\chi^2_8 = 5244,96$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,923
Matemática	$\chi^2_{10} = 263,132$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,107	$\chi^2_4 = 9390,43$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,641
Química	$\chi^2_{10} = 213,956$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,145	$\chi^2_4 = 4303,59$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,649

Fonte: Elaboração própria.

Outros testes Qui-quadrado investigaram a relação entre a nova variável “classesoc” e as demais variáveis independentes: “categoria da IES”, “região de funcionamento da IES”, “etnia” e “condição de acesso ao ensino superior”. A variável “etnia” foi incluída em nossa análise a partir dessa etapa; embora Bourdieu (2007) não a tenha incluído na concepção e na elaboração do conceito de capital cultural, no Brasil, é forte a associação entre etnia, renda e classe social: abundam dados censitários que mostram que famílias cujos chefes são pretos e pardos têm maior probabilidade de pertencerem a estratos socioeconômicos menos elevados.

Como se verifica na Tabela 4, todos os testes revelaram associações significantes entre a variável “classesoc” e as demais. As informações da Tabela 4 e os valores de silhueta média para cada grupo indicam que o agrupamento que realizamos com a técnica de *Two Step Cluster* segmentou os alunos corretamente.

Tabela 4 – Teste Qui-quadrado da relação entre “classesoc” e as variáveis “categoria da IES”, “região de funcionamento da IES”, “etnia” e “condição de acesso ao ensino superior”

Curso	Estatística			
	Classesoc e categoria da IES	Classesoc e região de funcionamento da IES	Classesoc e etnia	Classesoc e condição de acesso ao ensino superior
Biologia	$\chi^2_{20} = 225,714$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,062	$\chi^2_{16} = 1135,923$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,139	$\chi^2_{1216} = 813,748$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,120	$\chi^2_{16} = 421,417$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,085
Física	$\chi^2_{20} = 57,742$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,065	$\chi^2_{16} = 302,027$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,157	$\chi^2_{16} = 144,309$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,13	$\chi^2_{16} = 125,045$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,101
Matemática	$\chi^2_{10} = 263,132$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,107	$\chi^2_8 = 723,402$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,178	$\chi^2_8 = 293,215$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,115	$\chi^2_8 = 187,854$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,091
Química	$\chi^2_{10} = 213,956$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,145	$\chi^2_8 = 392,411$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,196	$\chi^2_8 = 127,250$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,113	$\chi^2_8 = 110,006$, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,104

Fonte: Elaboração própria.

Observaram-se diferenças significantes em todas as associações identificadas. Em todos os cursos, as que apresentaram maior tamanho do efeito da associação foram as relações entre "classesoc" e "região de funcionamento da IES": no caso dos licenciandos em Biologia, a associação entre "classesoc" e "região de funcionamento da IES" apresentou $V = 0,139$; no caso dos licenciandos em Física, $V = 0,157$; no caso dos licenciandos em Matemática, $V = 0,178$. No caso dos licenciandos em Química, todas as associações apresentaram, pelo menos, tamanho de efeito médio, com destaque para a associação entre "classesoc" e "região de funcionamento da IES" ($V = 0,196$).

Considerando a existência de diferenças regionais em termos de condição socioeconômica, é possível que a associação entre "região de funcionamento da IES" e desempenho ocorra mais em razão dos distintos patamares socioeconômicos – e é interessante ser um padrão o desempenho superior dos alunos das regiões Sul e Sudeste, as de maior nível de renda e condição socioeconômica (Brasil. Inep, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d) – do que da localização geográfica propriamente dita. Em outras palavras, a "classesoc", ou a condição socioeconômica dos alunos, é, provavelmente, a origem de uma associação entre região de funcionamento e desempenho. Finalmente, como esperávamos, há associação significativa entre "etnia" e "classesoc".

Análise estatística do desempenho dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química nos itens envolvendo conteúdos relacionados à HFC

A nova variável "classesoc" visa verificar a existência de associação entre desempenho e classificação socioeconômica. Para facilitar a compreensão, optamos por apresentar os resultados dos testes Qui-quadrado por grupo de item: os relacionados à História da Ciência; os referentes ao papel da experimentação na construção do conhecimento; e os alusivos às relações CTSA. Os testes Qui-quadrado revelaram diferenças significativas de desempenho nos itens em função da nova variável "classesoc". O item DES02 (desenvolvimento do conceito de calor) e o DES01 (experimento sobre eletricidade) foram aqueles em que a associação existente mostrou um tamanho de efeito maior ($V = 0,134$ e $V = 1,122$, respectivamente).

Tabela 5 – Teste Qui-quadrado da relação entre desempenho no item e "classesoc" nos itens relacionados à História e Filosofia da Ciência

Item	Estatística
DES01	$X^2_4 = 40,521, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,122$
DES02	$X^2_4 = 48,966, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,134$
DES03	$X^2_4 = 23,042, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,092$
DES05	$X^2_2 = 8,472, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,028$

Fonte: Elaboração própria.

Vale lembrar que os dois itens (DES01 e DES02) apresentaram bons índices de discriminação, de acordo com os cálculos realizados pelo Inep e retratados no Quadro 2 (Brasil. Inep, 2018b). Tal contexto torna plausível acreditar que o *background* familiar e a condição socioeconômica podem associar-se a diferenças significativas dos alunos em termos de desempenho. É também importante considerar que essas diferenças surgem quando comparamos erros e acertos nos itens em função das variáveis associadas.

Os percentuais de acerto nos itens elencados na Tabela 6 reforçam nossa percepção: nos casos de DES01, DES02 e DES03, o percentual de acerto aumenta à medida que a classe social se eleva. Para o item DES05, a relação entre percentual de acerto e aumento da condição social não é tão clara; talvez, por isso, o tamanho do efeito da associação entre desempenho e “classesoc” em DES05 tenha sido o mais baixo entre os itens desse grupo.

Tabela 6 – Desempenho nos itens DES01, DES02, DES03 e DES05, por “classesoc”

“Classesoc”	Acerto			
	DES01	DES02	DES03	DES05 ⁽¹⁾
C Menos	27,2%	35,3%	34,0%	34,7%
B Menos	31,3%	39,0%	35,5%	33,7%
B	35,5%	47,1%	39,4%	36,8%
B Mais	45,7%	52,4%	47,3%	-
A Mais	47,2%	57,7%	48,0%	-
Total	34,2%	43,1%	38,1%	34,8%

Fonte: Elaboração própria.

Nota: (1) Em função do não surgimento das classes sociais B Mais e A Mais entre os alunos de Licenciatura em Matemática a partir da técnica *Two Steps Clusters*, não há dados sobre o percentual de acertos nessas duas categorias no caso do item DES05.

Análise estatística do desempenho dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química no item envolvendo conteúdos relacionados ao papel da experimentação na construção do conhecimento

Conforme a Tabela 7, o desempenho no item EXP02 mostrou-se associado à nova variável “classesoc”, porém, com tamanho de efeito pequeno.

Tabela 7 – Teste Qui-quadrado da relação entre desempenho no item EXP02 e “classesoc”

Item	Estatística
EXP02	$\chi^2_4 = 29,999, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,047$

Fonte: Elaboração própria.

É possível que a reduzida força no efeito de associação explique o fato de não haver, no caso de EXP02, uma correspondência sistemática entre o aumento dos percentuais de acerto e o aumento da condição social. No entanto, se tomarmos as classes C Menos, B Menos e B, perceberemos que os percentuais de acerto estão abaixo daqueles apresentados pelos alunos das classes B Mais e A Mais, como demonstra a Tabela 8.

Tabela 8 – Desempenho no item EXP02, por “classesoc”

“Classesoc”	Acerto
	EXP02
C Menos	24,2%
B Menos	26,2%
B	26,8%
B Mais	33,0%
A Mais	30,5%
Total	26,7%

Fonte: Elaboração própria.

Análise estatística do desempenho dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química nos itens envolvendo conteúdos relacionados ao tema CTSA

O item CTS02 (sobre justificativas para a adoção de propostas CTSA no ensino) foi o único em que não se identificou associação entre o desempenho e a nova variável "classesoc". Essa associação, entretanto, foi observada no caso do item CTS04 (sobre bioética e responsabilidade social) e no item de Formação Geral (sobre desenvolvimento sustentável, comum a todos os cursos), embora com um tamanho pequeno do efeito de associação, de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9 – Teste Qui-quadrado da relação entre desempenho no item e "classesoc" nos itens relacionados às temáticas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Item	Estatística
CTS02	$\chi^2_2 = 5,923, p \text{ valor} > 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,035$
CTS04	$\chi^2_4 = 52,081, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,062$
FG Biologia	$\chi^2_4 = 129,085, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,097$
FG Física	$\chi^2_4 = 20,855, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,087$
FG Matemática	$\chi^2_2 = 29,726, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,053$
FG Química	$\chi^2_2 = 20,092, p \text{ valor} < 0,05, V \text{ de Cramer} = 0,065$

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados referentes ao desempenho nos itens por "classesoc" mostram que, nos casos de CTS04 e Formação Geral, nos cursos de Física e Matemática, há nítida correspondência entre o aumento dos percentuais de acerto e o aumento da condição econômica do aluno. Tal fenômeno não se repete nos casos do item de Formação Geral nos cursos de Biologia e Química, como expõe a Tabela 10.

Tabela 10 – Desempenho nos itens de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, por "classesoc"

"Classesoc"	Acerto					
	CTS02 ⁽¹⁾	CTS04	FG Biologia	FG Física	FG ⁽²⁾ Matemática	FG ⁽³⁾ Química
C Menos	51,7%	37,5%	40,8%	42,4%	41,2%	48,6%
B Menos	52,0%	42,0%	45,6%	49,2%	42,2%	45,8%
B	55,7%	45,7%	52,0%	52,0%	47,5%	53,1%
B Mais	-	48,2%	59,8%	55,2%	-	-
A Mais	-	48,7%	53,9%	60,5%	-	-
Total	53,1%	43,0%	47,7%	50,5%	43,6%	48,5%

Fonte: Elaboração própria.

Notas: (1) Em função do não surgimento das classes sociais B Mais e A Mais entre os alunos de Licenciatura em Química a partir da técnica *Two Steps Clusters*, não há dados sobre o percentual de acertos nessas duas categorias no caso do item CTS02.

(2) Em função do não surgimento das classes sociais B Mais e A Mais entre os alunos de Licenciatura em Matemática a partir da técnica *Two Steps Clusters*, não há dados sobre o percentual de acertos nessas duas categorias no caso do item FG Matemática.

(3) Em função do não surgimento das classes sociais B Mais e A Mais entre os alunos de Licenciatura em Química a partir da técnica *Two Steps Clusters*, não há dados sobre o percentual de acertos nessas duas categorias no caso do item FG Química.

Algumas conclusões sobre os resultados apresentados

Os dados apontam a importância da condição socioeconômica dos alunos: quase como regra geral, quanto mais elevada a classe social dos estudantes, maior o percentual de acerto. Embora esses resultados estejam de acordo com a literatura citada a respeito (Bertolin; Marcon, 2015; Kleinke, 2017; Marcom; Kleinke, 2017; Villar, 2021), o fato de esse desempenho associar-se a itens envolvendo HFC merece reflexão.

Deve-se lembrar que a inclusão de conteúdos de HFC no ensino de Ciências demanda especialização por parte dos professores. Höttecke e Silva (2011) mencionam fatores que dificultam bastante essa inclusão: a cultura docente, que determina o conteúdo que os professores consideram relevante; as competências epistemológicas e didáticas dos docentes, que devem incluir a noção da Ciência como histórica e socialmente contextualizada; o quadro institucional existente, que deveria sinalizar a HFC como parte relevante dos conteúdos; e a disponibilidade de livros didáticos e outros aparatos de suporte para as atividades pedagógicas. Em suma, é possível assumir que a inclusão de HFC demanda grande esforço. Como assinalam Forato, Pietrocola e Martins (2011), não basta conhecer o conteúdo histórico e filosófico e/ou dominar a narrativa histórica sobre determinado fenômeno: é essencial que o docente possa realizar o melhor recorte possível entre os aspectos envolvidos no episódio histórico, a fim de transpor esse saber didaticamente para proporcionar a reflexão dos alunos e a formação discente.

No caso dos itens que estudamos, o desempenho superior dos alunos esteve associado de forma estatisticamente significativa à variável "classesoc" (referente à condição socioeconômica, mensurada por meio da renda familiar e da escolaridade de pai e mãe), ainda que, na maioria dos casos, com tamanho de efeito pequeno.

Outra observação se refere ao fato de que os participantes do Enade são concluintes dos cursos de licenciatura, o que significa que estiveram, no mínimo, por três anos na instituição. Ainda que este estudo não permita concluir sobre a capacidade de uma IES minimizar as desigualdades educacionais, é possível notar que desigualdades relacionadas ao *background* familiar permanecem ao final do ensino superior, dadas as diferenças de desempenho nos itens. Esse achado aponta para a necessidade de se elaborarem políticas públicas que minimizem as discrepâncias nos diferentes níveis educacionais.

Considerações finais

A análise do desempenho nos itens selecionados mostra que o *status* socioeconômico dos alunos está associado a diferenças significativas no desempenho. Os resultados por nós alcançados corroboram as pesquisas já realizadas (Bertolin; Marcon, 2015; Kleinke, 2017; Marcom; Kleinke, 2017; Villar, 2021) quando da avaliação de temas específicos nas áreas de Ciências e Matemática. As diferenças de desempenho em razão de classe social surgem também quando a avaliação envolve itens de HFC. Esse fenômeno sugere algumas reflexões:

- a) Como as instituições educacionais devem/podem resolver as desigualdades sociais provenientes da classe social de origem dos alunos? Como hipótese, podemos sugerir que essas desigualdades não são responsabilidade única e exclusiva das escolas. Se o contexto familiar está associado a diferenças significativas no desempenho dos alunos, parece ser mais provável que uma distribuição mais equitativa da renda e a melhoria de qualidade de vida das famílias sejam capazes de diminuir essas desigualdades de forma mais eficaz e duradoura. Essas medidas exigem a adoção de políticas públicas que extrapolam o terreno da Educação.

- b) A avaliação do Enade, entre os anos de 2007 e 2013, mensurou o valor agregado pelo curso ao desenvolvimento dos estudantes por meio do indicador de diferença entre os desempenhos observado e esperado (IDD). Nesse modelo, cada instituição era avaliada em termos da comparação entre ingressantes e concluintes. No entanto, desde 2014, o IDD é calculado individualmente, o que impede a análise da performance da IES. Como hipótese, sugerimos que outros modelos para o cálculo do IDD (incluindo o cruzamento de dados obtidos nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio – Enem – e do Enade) podem produzir dados que permitam a elaboração de políticas (públicas ou não) com o propósito de diminuir o papel das desigualdades sociais na avaliação do desempenho.

Acreditamos que a importância de tais reflexões enseja a realização de novos estudos a respeito do desempenho dos alunos e das IES em provas do Enade, de modo a ampliar o escopo da análise (em termos do número de itens avaliados) e o contexto da investigação (somando-se à pesquisa outros indicadores educacionais referentes aos demais exames de larga escala realizados no Brasil).

Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado: tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, v. 13, n. 1, p. 3-19, Enero 2016.
- ALLCHIN, D. *Teaching the nature of science: perspectives and resources*. St. Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.
- BASTOS, A. V. B. et al. Formação básica e profissional do psicólogo: uma análise do desempenho das IES no Enade-2006. *Avaliação Psicológica*, Ribeirão Preto, v. 10, n. 3, p. 313-347, dez. 2011.
- BELTRÃO, K. I.; MANDARINO, M. C. F. Evidências do Enade: mudanças no perfil do matemático graduado. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 84, p. 733-753, jul./set. 2014.
- BERTOLIN, J. C. G.; MARCON, T. O (des)entendimento de qualidade na educação superior brasileira: das quimeras do provão e do Enade à realidade do capital cultural dos estudantes. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, Campinas; Sorocaba, v. 20, n. 1, p. 105-122, mar. 2015.
- BEZERRA, M. E. G.; TASSIGNY, M. M. A relação entre a política de financiamento estudantil e o desempenho dos estudantes de administração no Enade. *Arquivos Analíticos de Políticas Educativas*, [S. l.], v. 26, n. 70, p. 1-32, jun. 2018.
- BOURDIEU, P. *Escritos de educação*. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2007 (Coleção Ciências Sociais da Educação).
- BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). *Atlas do Desenvolvimento Humano nas regiões metropolitanas brasileiras*. Brasília, DF: Ipea: Pnud: FJP, 2014. (Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil).
- BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). *Desenvolvimento humano nas macrorregiões brasileiras: 2016*. Brasília, DF: Pnud: IPEA: FJP, 2016.
- BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). *Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM: metodologia*. Brasília, DF: Pnud: Ipea: FJP, 2021.

- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Relatório síntese de área: Ciências Biológicas (bacharelado e licenciatura)*. Brasília, DF: Inep, 2018a.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Relatório síntese de área: Física (bacharelado e licenciatura)*. Brasília, DF: Inep, 2018b.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Relatório síntese de área: Matemática (bacharelado e licenciatura)*. Brasília, DF: Inep, 2018c.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Relatório síntese de área: Química (Bacharelado e Licenciatura)*. Brasília, DF: Inep: 2018d.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). *Provas e gabaritos*. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enade/provas-e-gabaritos>>. Acesso em: 27 out. 2023.
- ELLIS, P. D. *The essential guide to effect sizes: statistical power, meta-analysis and the interpretation of research results*. New York: Cambridge University Press, 2010.
- FIGUEIRÓA, S. F. M. História e filosofia das geociências: relevância para o ensino e formação profissional. *Terrae Didactica*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 63-71, jul. 2009.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.
- HAIR, J. F. et al. *Análise multivariada de dados*. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, [S. l.], v. 20, n. 3-4, p. 293-316, mar. 2011.
- JUDENSNAIDER, I. *Conteúdos históricos e filosóficos da ciência na formação inicial de professores: uma investigação a partir das provas do Enade de 2017 dos cursos de licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química*. 2022. 259 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2022.
- KLEINKE, M. U. Validade em testes e questionários: versão preliminar. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF), 22., 2017, São Carlos. *Anais...* São Carlos, 2017. Disponível em: <https://sites.ifi.unicamp.br/kleinke/files/2016/12/CO32_VALIDADE_EM_TESTES_E_QUESTIONARIOS.pdf>. Acesso em: 27 out. 2023.
- LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). *Handbook of research on science education*. Oxfordshire: Routledge, 2013. p. 845-894.
- 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*, São Cristóvão, n. 19, p. 44-52, jun. 2017.
- MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da

Física, 2006. p. 21-34.

MATTHEWS, M. R. Changing the focus: from Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In: KHINE, M. S. (Ed.). *Advances in nature of science research: concepts and methodologies*. Dordrecht: Springer, 2012. p. 3-26.

PRIMI, R. et al. Análise do funcionamento diferencial dos itens do Exame Nacional do Estudante (Enade) de psicologia de 2006. *Psico-USF, Itatiba*, v. 15, n. 3, p. 379-393, set./dez. 2010.

PRIMI, R.; SILVA, M. C. R.; BARTHOLOMEU, D. A validade do Enade para avaliação de cursos superiores: uma abordagem multinível. *Examen: Política, Gestão e Avaliação da Educação*, Brasília, DF, v. 2, n. 2, p. 128-151, jan./jun. 2018.

RUDÁ, C.; SILVA, G. A. Formação do psicólogo na Bahia: uma análise a partir do Enade 2015. *Educação*, Santa Maria, RS, v. 45, e34755, 2020.

SARSTEDT, M.; MOOL, E. *A concise guide to market research: the process, data, and methods using IBM SPSS Statistics*. Cham: Springer, 2019.

SILVA, C. P. et al. Subsídios para o uso da história das ciências no ensino: exemplos extraídos das geociências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 3, p. 497-517, 2008.

SILVA, A. M. F.; LOPES, P. I. X.; CASTRO, A. M. D. A. Avaliação da educação no Brasil: a centralidade dos testes em larga escala. *HOLOS*, Natal, v. 7, p. 388-401, 2016.

VENDRAMINI, C. M. M.; LOPES, F. L. Desempenho no Enade de bolsistas ProUni: Modelagem de equações estruturais. *Fractal: Revista de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 69-75, jan./abr. 2016.

VILLAR, R. P. *Os itens de Física do Enem classificados por análise fatorial exploratória*. 2021. 499 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

Recebido em 13 de fevereiro de 2023.

Aprovado em 16 de outubro de 2023.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).