



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN

IVY JUDENSNAIDER

**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

CAMPINAS

2022

IVY JUDENSNAIDER

**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

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Matemática, na área de Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora Profa. Dra. Sílvia Fernanda de Mendonça Figueirôa.

O arquivo digital corresponde à versão final da tese da aluna Ivy Judensnaider, orientada pela Profa. Dra. Sílvia Fernanda de Mendonça Figueirôa

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

J889c Judensnaider, Ivy, 1960-
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 / Ivy Judensnaider. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Silva Fernanda de Mendonça Figueirôa.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Exame Nacional de Desempenho de Estudantes. 2. Ciência - Filosofia. 3. Ciência - História. 4. Programas de preparação de professores. 5. Avaliação de larga escala. I. Figueirôa, Sílvia Fernanda de Mendonça, 1959-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Historical and philosophical contents of science in pre-service teacher education : an investigation based on the 2017 ENADE exams of the degree courses in Biology, Physics, Mathematics and Chemistry

Palavras-chave em inglês:

National Student Performance Exam

Science - Philosophy

Science - History

Teacher preparation programs

Large-scale assessment

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Títuloção: Doutora em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Sílvia Fernanda de Mendonça Figueiroa

Cibelle Celestino Silva

Marcelo Luiz Dias da Silva Gabriel

Maria José Fontana Gebara

Dirceu da Silva

Data de defesa: 28-04-2022

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-3670-9495>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8774608949711014>



COMISSÃO EXAMINADORA

Data: 28 / 04 / 2022

Profa. Dra. Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa (PRESIDENTE – ORIENT.)

**Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva – Instituto de Física de São Carlos
Universidade de São Paulo**

Prof. Dr. Marcelo Luiz Dias da Silva Gabriel – Universidade Ibirapuera

**Profa. Dra. Maria José Fontana Gebara – PECIM Universidade Estadual de
Campinas (Profa. Colaboradora)**

**Prof. Dr. Dirceu da Silva – Faculdade de Educação Universidade Estadual de
Campinas**

**A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros
encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na
Secretaria do Programa da Unidade.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Profa. Dra. Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa, que me aproximou de uma História da Ciência que eu desconhecia e estimulou, com carinho, acolhimento e dedicação, o meu desenvolvimento como pesquisadora e educadora.

Agradeço aos professores da Banca de Qualificação, Profa. Dra. Elisabete Monteiro de Aguiar Pereira e Prof. Dr. Mauricio Urban Kleinke: as sugestões dadas foram de imensa valia e aprimoraram o meu trabalho.

Agradeço aos professores da Banca de Defesa, Profa. Dra. Cibelle Celestino Silva, Prof. Dra. Maria José Fontana Gebara, Prof. Dr. Dirceu da Silva e Prof. Dr. Marcelo Luiz Dias da Silva Gabriel: é uma honra ser avaliada por pessoas que, para mim, são exemplos e fontes de inspiração.

Agradeço aos colegas do PECIM: Lilian Patrícia Lima, Dayvid Bruno Fernandes da Silva, Paola Fernanda Guidi Meneghin de Oliveira, Renato Pacheco Villar, Wélter Ribeiro da Silva Alves, Marília Yuka Hanita e Marcos Henrique de Paula Dias da Silva: no contexto da pandemia e do isolamento social, a amizade e o apoio de vocês foram fundamentais.

Agradeço ao queridíssimo Fabrício Cesar Bergamaschi.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcelo Luiz Dias da Silva Gabriel: serei eternamente grata pela sua ajuda na fase da análise estatística dos dados. Muito, muito obrigada.

Agradeço ao Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos, quem sugeriu o doutorado na UNICAMP.

Agradeço aos meus amados filhos, Elena, Leonardo e Marcos: muito obrigada por estarem ao meu lado, sempre.

RESUMO

A inclusão da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de Ciências e de outras áreas do saber oferece as condições necessárias para construir uma educação científica na qual a contextualização do conhecimento, a abordagem sociocultural da construção do conhecimento e o diálogo com outras áreas do saber são elementos de reconhecida importância. O problema de nossa pesquisa foi assim explicitado: de que maneira os conteúdos filosóficos e históricos das ciências, previstos pelo quadro institucional como parte integrante dos tópicos programáticos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química de nível superior, foram avaliados na prova do ENADE de 2017 e qual foi o desempenho dos alunos nestes itens? Como hipótese de trabalho, aventamos que as formas como as quais os conteúdos históricos e filosóficos das ciências são incluídos nas provas de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química do ENADE sinalizam a importância desses conteúdos na formação docente, mas, ao mesmo tempo, evidenciam as dificuldades para o diálogo entre conteúdos filosóficos, históricos, científicos e pedagógicos. Também formulamos a hipótese de que o desempenho dos alunos nos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos da ciência e da matemática estaria associado a variáveis demográficas, socioeconômicas, à categoria administrativa das IES (se públicas ou privadas) e aos mecanismos de acesso ao Ensino Superior (se por meio de ações afirmativas ou não). A pesquisa realizada permitiu identificar as formas a partir das quais foram incluídos conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química do ENADE, confirmando a dissociação entre os saberes históricos e filosóficos, científicos e pedagógicos. A análise estatística do desempenho nos itens selecionados revelou que as condições socioeconômicas dos alunos (medidas pelas variáveis associadas à escolaridade dos pais e à renda) são discriminantes do desempenho: quanto melhor a condição social, melhor o desempenho.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência, ENADE, formação docente, avaliação de larga escala.

ABSTRACT

The inclusion of History and Philosophy of Science (HPS) in the teaching of Mathematics and Sciences (Biology, Physics, and Chemistry) and other areas of knowledge is essential to building a scientific education in which the contextualization of knowledge, the sociocultural approach to the construction of knowledge, and the relationship with other areas of expertise are recognized as essential elements. Thus, the problem of our research was put forward: what are MEC's (the Brazilian Ministry of Education) expectations regarding the historical and philosophical elements of Sciences in the context of large-scale evaluations of Teacher Preparation Programs in Brazil, in the programs for Mathematics and Sciences teachers, and what is the performance of the undergraduates, when asked about these elements? As a working hypothesis, we have considered that the inclusion of historical and philosophical elements of Sciences in Teacher Preparation Programs in Brazil for Sciences and Mathematics is foreseen by the Brazilian institutional framework and is, therefore, part of the content required in the ENADE tests for the undergraduate programs of Sciences and Mathematics. Furthermore, we considered the possibility that not including – or including wrongly – the HFC elements in the ENADE exams for undergraduate programs accounts for inadequate, non-contextualized, and non-reflective knowledge about the nature of Sciences. Finally, we assumed that student performances in questions about historical and philosophical elements of Sciences and Mathematics are associated with socioeconomic variables. The research made it possible to identify that the institutional framework, within which Sciences and Mathematics Teacher Preparation programs are located, recommends the inclusion of historical and philosophical elements of Sciences in their programs and requires these contents in the ENADE exams. Our reflection also allows us to question how Sciences and the nature of knowledge are represented. Despite these limitations, the selected questions showed significant discriminatory ability. The students' performance may indicate crucial differences in how college undergraduate programs treat Sciences' historical and philosophical elements and how undergraduate students learn and reflect on these themes.

Key-words: History and Philosophy of Science, ENADE, Teacher Preparation Programs, large-scale evaluations

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - "Recortes" envolvidos nos itens selecionados das provas ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química.....	92
Quadro 2 - Índice de Facilidade e de Discriminação das questões selecionadas das provas ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química.....	95
Quadro 3 - Critérios para a classificação do valor V de Cramer.....	181
Quadro 4 – Variáveis da pesquisa.....	182
Quadro 5 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Categoria Administrativa da IES	185
Quadro 6 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Região de Funcionamento da IES	189
Quadro 7 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo o Acesso ao Ensino Superior.....	192
Quadro 8 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Escolaridade do Pai do aluno	196
Quadro 9 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Escolaridade da Mãe	197
Quadro 10 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Renda familiar.....	198
Quadro 11 - Testes Qui-quadrado para associação entre variáveis e desempenho por grupo	201
Quadro 12 - Teste Qui-quadrado da relação entre CLASSESOC e Escolaridade dos Pais	206
Quadro 13 - Teste Qui-quadrado da relação entre CLASSESOC e Renda Familiar	207
Quadro 14 - Características dos agrupamentos	207
Quadro 15 - Composição de cada curso por CLASSESOC	208

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frequência de respostas por alternativa do item DES01 (gabarito = E) ..	99
Figura 2 - Frequência de resposta por alternativa do item DES02 (gabarito = E) ..	106
Figura 3 - Frequência de respostas por alternativa do item DES03 (gabarito =A) .	111
Figura 4 - Frequências de resposta por alternativa do item DES05 (gabarito = C) .	117
Figura 5 - Frequências de resposta por alternativa do item EXPO2 (gabarito = A) .	125
Figura 6 - Frequências de resposta por alternativa do item CTS01 (gabarito = D) .	129
Figura 7 - Frequências de resposta por alternativa do item CTS02 (gabarito = A) .	131
Figura 8 - Frequências de resposta por alternativa do item CTS04 (gabarito = C) .	136
Figura 9 – Participação percentual dos cursos de licenciatura por região.....	148
Figura 10 - Situação dos licenciandos em Biologia em relação à atuação no magistério	162
Figura 11 – Situação dos licenciandos em Física em relação à atuação no magistério	163
Figura 12 – Situação dos licenciandos em Matemática em relação à atuação no magistério.....	164
Figure 13 – Situação dos licenciandos em Química em relação à atuação no magistério.....	165
Figura 14 – Proporção de alunos com intenção de exercer o magistério, por curso e por modalidade de ensino	167
Figura 15 – Proporção de alunos sem experiência com o magistério, por curso e por modalidade de ensino	168
Figura 16 – Proporção de alunos com a expectativa de, dali a cinco anos, estarem atuando como docentes em escolas públicas.....	168
Figura 17 – Percepção dos licenciandos em Biologia em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE) .	170
Figura 18 – Percepção dos licenciandos em Física em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE)	171
Figura 19 – Percepção dos licenciandos em Matemática em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE) .	172
Figura 20 – Percepção dos licenciandos em Química em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE) .	173

Figura 21 – Percepção dos licenciandos em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE), por curso.	175
Figura 22 – Qualidade de Cluster.....	208

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Presença de conteúdos históricos e filosóficos nos itens das provas ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química	91
Tabela 2 - Classificação de questões segundo Índice de Facilidade (ENADE 2017)	93
Tabela 3. Classificação de questões segundo o Índice de Discriminação (Ponto-Bisserial) (ENADE 2017)	94
Tabela 4 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Biologia	145
Tabela 5 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Física	146
Tabela 6 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Matemática.....	146
Tabela 7 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Química.....	147
Tabela 8 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Biologia)	150
Tabela 9 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Física)	151
Tabela 10 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Matemática)	151
Tabela 11 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Química)	152
Tabela 12 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Biologia por sexo e etnia	152
Tabela 13 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Biologia por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa	153
Tabela 14 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Física por sexo e etnia	153
Tabela 15 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Física por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa	154
Tabela 16 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Matemática por sexo e etnia	154

Tabela 17 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Matemática por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa	155
Tabela 18 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Química por sexo e etnia	155
Tabela 19 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Química por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa	156
Tabela 20 - Valores V de Cramer apenas para os itens de Formação Específica em que surgiram diferenças estatisticamente significantes, por variável	199
Tabela 21 - Desempenho nos itens DES01, DES02 e DES03 (Física)	199
Tabela 22 - Desempenho nos itens DES01, DES02 e DES03	200
Tabela 23 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	210
Tabela 24 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	211
Tabela 25 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	212
Tabela 26 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	213
Tabela 27 - Desempenho em CTS04 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	213
Tabela 28 - Desempenho em EXP02 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	214
Tabela 29 - Desempenho em FG por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia	214
Tabela 30 - Desempenho nos itens de Biologia por CLASSESOC.....	215
Tabela 31 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física	216
Tabela 32 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física	216
Tabela 33 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física	217
Tabela 34 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física	218
Tabela 35 - Desempenho em DES01 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física.....	218

Tabela 36 - Desempenho em DES02 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física.....	219
Tabela 37 - Desempenho em DES03 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física.....	220
Tabela 38 - Desempenho no item de Formação Geral por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física	220
Tabela 39 - Desempenho nos itens de Física por CLASSESOC.....	221
Tabela 40 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática.....	221
Tabela 41 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática.....	222
Tabela 42 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática	223
Tabela 43 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática.....	223
Tabela 44 - Desempenho em DES05 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática.....	224
Tabela 45 - Desempenho em FG por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática.....	224
Tabela 46 - Desempenho nos itens de Matemática por CLASSESOC.....	225
Tabela 47 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química	225
Tabela 48 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química.....	226
Tabela 49 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química	227
Tabela 50 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química.....	227
Tabela 51 - Desempenho em CTS02 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química.....	228
Tabela 52 - Desempenho em FG por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química.....	228
Tabela 53 - Desempenho nos itens de Química por CLASSESOC	229

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFE	Análise Fatorial Exploratória
COMVEST	Comissão Permanente para os Vestibulares da UNICAMP
CPA	Comissão Própria de Avaliação
CPC	Conceito Preliminar de Curso
DIF	Funcionamento Diferencial dos Itens
EaD	Educação a Distância
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
ENC	Exame Nacional de Cursos
FOS	<i>Features of Science</i>
HFC	História e Filosofia da Ciência
HPS	<i>History and Philosophy of Science</i>
IDD	Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado
IES	Instituição de Ensino Superior
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
NOS	<i>Nature of Science</i>
NDC	Natureza da Ciência
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
TCT	Teoria Clássica dos Testes
TRI	Teoria de Resposta ao Item

LISTA DE EQUAÇÕES

$$r_{pb} = \frac{C_A - C_r}{S_r} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (1)$$

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(\text{valor observado} - \text{valor esperado})^2}{\text{valor esperado}} \right] \quad (2)$$

$$GL = (I - 1)(c - 1) \quad (3)$$

SUMÁRIO

PREFÁCIO	19
1. INTRODUÇÃO	21
1.1 O problema e as hipóteses de pesquisa	33
1.2 Os objetivos de pesquisa	37
1.3 O objeto de estudo e o delineamento metodológico	38
1.4 Apresentação da estrutura da tese	39
2. OS EXAMES DE LARGA ESCALA E O ENADE.....	42
2.1 As avaliações de larga escala.....	42
2.2 Os exames de larga escala no Brasil para avaliação da qualidade dos cursos de nível superior e do desempenho dos alunos: o ENADE	46
2.3 As características psicométricas das avaliações de larga escala e a pesquisa acadêmica com foco no ENADE	52
2.4 A pesquisa acadêmica com foco no ENADE	59
2.5 Algumas considerações sobre o contexto das pesquisas com base nos dados do INEP.....	69
3. A INCLUSÃO DE CONTEÚDOS DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NAS PROVAS DO ENADE 2017 PARA OS CURSOS DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA, FÍSICA, MATEMÁTICA E QUÍMICA.....	72
3.1 O quadro institucional em relação à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências no Ensino de Ciências e Matemática	72
3.2 Os critérios para a seleção dos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas do ENADE, em 2017, dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química	77
3.3 A inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas do ENADE, em 2017, dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química.....	88
3.4. As questões selecionadas para a mensuração do desempenho: Índice de Facilidade e Correlação ponto-bisserial das questões envolvendo elementos de HFC.....	93
3.5 Os itens envolvendo conteúdos de HFC.....	97
3.6 Uma reflexão a respeito dos principais conteúdos históricos e filosóficos das ciências nos itens selecionados das provas do ENADE de 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química.....	137

4. AS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DOS LICENCIANDOS EM BIOLOGIA, FÍSICA, MATEMÁTICA E QUÍMICA QUE SE INSCREVERAM PARA A PROVA DO ENADE DE 2017 E AS VARIÁVEIS DE PESQUISA	143
4.1 Os graduandos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram do ENADE em 2017	144
4.1.1 As principais características demográficas e socioeconômicas dos estudantes dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram do ENADE em 2017	144
4.1.2 Um panorama geral sobre as características demográficas e socioeconômicas dos estudantes dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram das provas do ENADE em 2017	165
4.1.3 A percepção dos alunos quanto ao grau de dificuldade/facilidade da prova	169
5. O DESEMPENHO DOS LICENCIANDOS EM BIOLOGIA, FÍSICA, MATEMÁTICA E QUÍMICA NOS ITENS ENVOLVENDO HFC	177
5.1 As variáveis selecionadas	177
5.1.1. O desempenho dos estudantes nos itens a partir do critério de categoria administrativa da IES	182
5.1.2. O desempenho dos estudantes nos itens selecionados a partir do critério de região de funcionamento da IES.....	185
5.1.3 O desempenho dos estudantes nos itens selecionados a partir do critério de acesso ao ensino superior por meio de ações afirmativas ou de inclusão social	189
5.1.4 O desempenho dos estudantes nos itens selecionados a partir das variáveis socioeconômicas	193
5.2 A análise por agrupamentos em função da condição socioeconômica dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química	203
5.2.1 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Biologia a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica.....	209
5.2.2 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Física a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica.....	215
5.2.3 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Matemática a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica.....	221

5.2.4 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Química a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica.....	225
5.2.5 Considerações a respeito do desempenho dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química em função da condição socioeconômica	229
6. CONCLUSÕES	230
REFERÊNCIAS.....	238

PREFÁCIO

Sempre foi imensa a minha curiosidade sobre as marcas que identificam o início e o término da produção de um texto, este incomensurável intervalo que delimita o começo e o fim de um trabalho.

Comecei minha pesquisa em fevereiro de 2018. Em 2019, quando apresentei o projeto no Seminário Interno do PECIM, o tema já não era mais o mesmo. Quando iniciei a redação da tese, em 2020, o mundo tampouco era o mesmo: escrevi os capítulos teóricos a partir de março e durante o isolamento social que se estendeu por vários meses, período que, ainda hoje, parece resistir à ideia de virar passado e se tornar história.

As histórias são construídas pelos seres humanos a partir de rotas e pistas que, costuradas com as linhas da cultura, organizam-se sob a forma de narrativas que tentam explicar as transformações ocorridas ao longo do tempo. As histórias não reúnem fatos; elas se constroem a partir de interpretações a respeito de fatos que já ocorreram, e estas interpretações estão sempre sujeitas às possibilidades sociais e filosóficas do tempo em que são escritas e lidas. Não existe História, uma única e melhor versão do passado, mas histórias, uma multiplicidade de narrativas que materializa os olhares que se voltam para o que já aconteceu, ou para o que se supõe ter acontecido.

Assim são as histórias das ciências: elas reúnem as narrativas sobre como a humanidade construiu o conhecimento a respeito do mundo, como buscou conhecer o espaço, as estrelas, o mar, o vento, a matéria e as epidemias, como desafiou a natureza na vã esperança de dominá-la e conquistá-la, como fomos atribuindo sentido ao que nos cercava, como fomos explicando a nossa existência e a existência do universo.

Em 2018, quando iniciei meu doutoramento, a gripe espanhola de 1918 era apenas parte de um passado longínquo, um evento que, no máximo, causava estranheza: como havia sido possível tantos morrerem por causa de uma gripe? Agora, neste momento em que apresento os resultados da minha pesquisa, as centenas de milhares de mortes causadas pelo coronavírus nos lembram, a todo instante, quão frágeis e vulneráveis somos. A avalanche de mortos e os debates sobre a eficácia das políticas de isolamento e das vacinas também nos lembram que a história não acontece para todos da mesma maneira, ou melhor, ela não se constitui

como uma mesma narrativa para todos. Há quem, no século XXI, ainda acredite na terra plana, ainda defenda a inutilidade da ciência, ainda faça questão de ignorar o conhecimento que, construído ao longo do tempo, tornou possível viajar para o espaço, transformar a água do mar em água potável e criar ambientes virtuais para o estudo do corpo humano.

Escrever uma tese de doutorado nesse contexto foi um *tour de force*, e não por conta das dificuldades e dos obstáculos naturais do trabalho acadêmico: falar sobre a ciência em plena pandemia, e sobre a importância da sua história e da sua filosofia, pareceu ser, em alguns momentos, quase uma manifestação carbonária. Lutar pelo conhecimento científico, opondo-se ao charlatanismo e ao negacionismo, foi algo pelo qual todos nós da comunidade acadêmica e científica tivemos que passar, uma experiência a qual todos tivemos que sobreviver. Corrijo: experiência que ainda vivenciaremos várias vezes e que nos obrigará a juntar forças e sobreviver, por muitas outras vezes.

Soube do poema *Não entres docilmente nessa noite escura*, de Dylan Thomas, pela primeira vez, no filme *Interestelar*. As primeiras estrofes são primorosas: “Não entres docilmente nessa noite serena, porque a velhice deveria arder e delirar no termo do dia; odeia, odeia a luz que começa a morrer. No fim, ainda que os sábios aceitem as trevas, porque se esgotou o raio nas suas palavras, eles não entram docilmente nessa noite serena”. Neste infinito período em que escrevi meu trabalho, ficou a lição maior que a pandemia de Covid-19 proporcionou: é necessário resistir, brilhar, sonhar e exaltar a vida antes de aceitar o conforto sereno da noite escura.

1. INTRODUÇÃO

São inúmeros os pesquisadores que defendem a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de Ciências como forma de construir, junto aos alunos, uma educação crítica e contextualizada (MATTHEWS, 1989; 1995; 2012) (ALLCHIN, 2013; 2014) (LEDERMAN, 2013) (FIGUEIRÔA, 2009) (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017) (KHISHFE; LEDERMAN, 2006) (MARTINS, 2006) (SAITO, 2010).

O saber a respeito do conhecimento é atividade essencial para que as incertezas e os riscos de erro e de ilusão possam ser enfrentados. Conhecer o conhecimento pressupõe, assim, assumir "que não há conhecimento que não esteja, em algum grau, ameaçado pelo erro e pela ilusão" (MORIN, 2000, p. 19), já que ele é fruto de uma construção social realizada por meio da linguagem e do pensamento, em dado contexto histórico. Por isso, "é fundamental que o ensino de ciências transmita uma visão sobre o próprio processo de construção do conhecimento científico, ao invés de se limitar a ensinar os resultados atualmente aceitos" (MARTINS, 1999, p. 19).

O conhecimento comporta os acertos, os erros e as ilusões do tempo histórico que o produziu e que, depois de disseminados no tecido social, passam a requerer defesa e proteção. Como afirma Morin (2000, p. 22), "as teorias resistem à agressão das teorias inimigas ou dos argumentos contrários". Embora admitam a possibilidade de refutação, as teorias – e suas construções paradigmáticas – resistem ao real que lhes dá suporte e que, ao mesmo tempo, as confronta. Segundo Morin (2000, p. 24), "a racionalidade corre risco constante, caso não mantenha vigilante autocrítica quanto a cair na ilusão racionalizadora. Isso significa que a verdadeira racionalidade não é apenas teórica, apenas crítica, mas também autocrítica".

A abordagem sociocultural da educação requer que a construção do conhecimento seja percebida como um processo social no qual relações sociais e variados discursos devem ser considerados. Segundo Morin,

devemos compreender que existem condições bioantropológicas (as aptidões do cérebro/mente humana), condições socioculturais (a cultura aberta, que permite diálogos e troca de ideias) e condições noológicas (as teorias abertas) que permitem 'verdadeiras' interrogações, isto é, interrogações fundamentais sobre o mundo, sobre o homem e sobre o próprio conhecimento. Devemos compreender que, na busca da verdade, as atividades autoobservadoras devem ser inseparáveis das atividades

observadoras, as autocríticas, inseparáveis das críticas, os processos reflexivos, inseparáveis dos processos de objetivação (MORIN, 2000, p. 31).

A inclusão de História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de Ciências e de outras áreas do saber oferece as condições necessárias para preencher os campos mencionados até aqui. Contextualização, abordagem sociocultural da construção do conhecimento, erros e acertos, controvérsias, contradições, rupturas ou descontinuidades, diálogo com outras áreas do saber: estes são os conteúdos históricos e filosóficos da ciência que, em concordância com diversos autores, acreditamos devam ser incluídos na educação científica.

Podemos definir a ciência como um conjunto de saberes que se distingue dos demais em função do elevado grau de certeza que pretende atingir, e que supõe ter condições de alcançar (CHIBENI, 2004). No entanto, esta explicação simples de forma alguma resolve o problema sobre "o que é ciência": do ponto de vista histórico foram elaboradas diferentes concepções sobre a ciência e diferentes formas de demarcar o que poderia ou não ser considerado científico. Para Martins (1999, p. 6-7), haveria, inclusive, três formas distintas de questionar o significado de ciência: a) "O que é a ciência?" pode ser uma pergunta sobre *uma questão de fato* (questão empírica), equivalente a perguntarmos: "O que tem sido a ciência?"; b) "O que é a ciência?" pode ser uma pergunta de natureza *normativa* (questão axiológica), equivalente a perguntarmos: "O que deveria ser a ciência?"; c) "O que é a ciência?" pode ser uma pergunta sobre *o modo como se define um termo* (questão analítica), equivalente a perguntarmos: "O que poderia ser a ciência? O que não poderia ser a ciência?".

Nos dias atuais, a abordagem hegemônica dentro da comunidade científica parte do princípio de que há critérios racionais que permitem fazer escolhas entre teorias rivais. A teoria exerce influência sobre a observação do fenômeno, não existindo observação "neutra" e isenta de subjetividade; dessa forma, é possível pretender objetividade na ciência por meio da atenção a critérios de qualidade e procedimentos, estratégias essas que conduzem a uma maior probabilidade de certeza dos resultados alcançados. Finalmente, do ponto de vista ontológico, assume-se que há uma realidade externa ao sujeito que não pode ser apreendida na sua totalidade em função da precariedade dos mecanismos sensoriais e cognitivos do ser humano (GEWANDSZNAJDER; ALVES-MAZZOTTI, 1998).

Embora majoritária, no entanto, essa abordagem é alvo de críticas. Para Santos (2008), a crise paradigmática vivida pela ciência tem contribuído para a emergência

de um novo modelo que propõe substituir aquele baseado na formulação de leis para uma realidade ordenada e estável. Este modelo funda-se na convicção de que o conhecimento pode ser alcançado por meio da pluralidade metodológica e que os nossos juízos e as nossas crenças são parte integrante das explicações elaboradas pela ciência. Finalmente, neste modelo, o conhecimento científico visa reabilitar o senso comum, “por reconhecer nesta forma de conhecimento algumas virtualidades para enriquecer a nossa relação com o mundo” (SANTOS, 2008, p. 89). Nesses termos, Morin (2000) afirma que os saberes do futuro devem ser capazes de ultrapassar os obstáculos criados pela especialização disciplinar e fragmentação do conhecimento oriundos do processo de desenvolvimento científico, em particular no século XX.

De acordo com uma abordagem tradicional, a História da Ciência, tal como afirma Alfonso-Goldfarb (2008), é um campo de interface no qual há contribuições de três grandes áreas do saber: as ciências, a história da filosofia e a filosofia da ciência. Para Martins (1999), à História da Ciência cabe a resposta à pergunta relativa ao que a ciência já foi: quais as concepções de ciência possíveis de serem identificadas na história do conhecimento? A História da Ciência constitui-se, assim, como uma área do saber na qual o objeto de estudo são os discursos construídos sobre a natureza ou que buscam dar conta de explicar a natureza; em outras palavras, os meta-discursos produzidos por aqueles que se propõem a refletir sobre a construção dos discursos científicos ao longo do tempo (ALFONSO-GOLDFARB, 2008). A questão sobre o que a ciência deve ser, ou pode ser, ao menos do ponto de vista axiológico, fica a cargo da Filosofia da Ciência (LAKATOS, 1970; MARTINS, 1999). Para Allchin (2014), cabe, portanto, à Filosofia a tarefa de identificar o campo no qual se situam os problemas ditos científicos: dessa forma, enquanto a história permite reconstruir o processo do fazer científico (inclusive oferecendo uma nova abordagem para a compreensão das tentativas e dos erros na construção do conhecimento científico), a Filosofia fica encarregada de refletir sobre o conhecimento a partir dos seus elementos metodológicos e normativos. Deve-se considerar, entretanto, a inclusão de novos objetos históricos no campo da investigação da História da Ciência: nas últimas décadas, pesquisadores e historiadores das Ciências vêm procurando ampliar o escopo da HFC, associando-a ao que se convencionou chamar *Sociology of Scientific Knowledge* (SSK). Nesta abordagem, assume-se que as regras metodológicas da ciência – bem como os conceitos que da atividade científica resultam – são, acima de

tudo, frutos de acordos sociais, por sua vez local e culturalmente determinados. Segundo tal perspectiva, o objeto de investigação da HFC é transferido do campo das ideias para o campo das relações e interações sociais, da organização social e da cultura (PESTRE, 1996).

Para Cachapuz, Praia e Jorge (2004), é prioritário construir e fortalecer o diálogo com outras áreas do saber, de forma a dar coerência e unicidade aos conteúdos científicos; em adição, é necessário considerar que a complexidade envolvida na formação de cultura científica deriva do fato de não apenas ser importante aprender ciência (quer dizer, adquirir e desenvolver o conhecimento conceitual), mas também aprender sobre a natureza do conhecimento científico e os métodos utilizados para a sua construção (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, p. 367). Dessa forma, a HFC ocupa-se em oferecer aos professores a oportunidade de, ao invés de fornecer respostas aos alunos, estimulá-los na formulação de perguntas (MATTHEWS, 1989); ainda, a inclusão da HFC opõe resistência à percepção da ciência como resultado de um progresso contínuo, cumulativo e linear, no qual não há lugar para dúvidas, erros, ideias irracionais ou ambíguas (MARTINS, 2006).

Mais: a tradição historiográfica vem reforçando o discurso a respeito de uma suposta objetividade dos cientistas, percebidos como pessoas altruístas e imunes a quaisquer pressões sociais ou econômicas. “Gênios” ou “heróis”, os cientistas seriam responsáveis pela conquista da verdade, o conhecimento “pronto”, “sem mostrar os problemas que lhes deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem” (GIL PÉREZ; FERNÁNDEZ MONTORO; CARRASCOSA ALÍS; CACHAPUZ, PRAIA, 2001, p. 131). Assim, a inclusão da HFC no ensino de ciências permite, também, humanizar as ciências, desenvolvendo o espírito crítico, dando significado ao dito em sala de aula e possibilitando a compreensão da ciência como parte de um sistema intelectual socialmente construído, na já clássica e sempre citada formulação de Matthews (1995)¹. Segundo Matthews (1989), fundador do periódico *Science & Education* e um

¹ Cachapuz, Praia e Jorge (2004) já haviam alertado para a importância do diálogo entre a prática dos professores de Ciências e a complexa realidade do mundo; para os autores, esse diálogo deveria não apenas incluir a utilização de novas tecnologias, mas também pressupor a cooperação entre professores das mais diferentes áreas de saber, incluídas, em especial, as de humanidades, tornando indispensáveis, por parte dos docentes, contínuos esforços de atualização e de reflexão sobre os conteúdos programáticos.

incansável defensor de uma educação científica crítica e apoiada em elementos históricos e filosóficos², o desenvolvimento do espírito crítico e a compreensão da ciência como processo social e historicamente contextualizado podem ser facilitados com a inclusão de conteúdos de História e Filosofia da ciência; afinal, a HFC

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência -a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995, p. 172).

Segundo Moura e Silva,

a aprendizagem de conteúdos históricos e suas implicações pedagógicas são tomadas como relevantes para a formação do professor de ciências, sendo etapa necessária para o desenvolvimento de uma percepção mais adequada sobre a ciência e o fazer científico (MOURA; SILVA, 2014, p. 337).

Como Silva, Figueirôa, Newerla e Mendes (2008) e Höttecke e Silva (2011), consideramos que a História da Ciência pode vir a ser um relevante instrumento para a formação de cidadãos críticos, já que a atividade científica é, em essência, uma prática cultural que se insere no tempo e no espaço, e que é condicionada pelo contexto político e social. Dessa forma, a inclusão da HFC na educação científica permite valorizar as controvérsias e o caráter transitório do conhecimento, sempre sujeito a novas interpretações e a novos desenvolvimentos (FIGUEIRÔA, 2009). No caso de ser adotada uma perspectiva histórica e filosófica, “o Ensino de Ciências passa a ser visto como uma ‘construção social’ do conhecimento, ou seja, insere-se

² Em Matthews (2012), o autor ressalta o importante papel desempenhado pelo periódico *Science & Education*, aglutinador dos estudos relacionados à inclusão da história e da filosofia da ciência na educação científica. Ainda, Matthews (2012), por meio de uma detalhada arqueologia histórica, resgata a longa tradição de adição de elementos históricos e filosóficos da ciência no ensino da ciência. Esse percurso inclui os pensadores iluministas (Locke, Voltaire, D'Alembert, Condorcet, Hume e Kant), perpassa o contexto da revolução científica dos séculos XVII e XVIII e alcança os séculos XIX (com Whewell e Mach) e XX (no qual sobressaem os trabalhos de Dewey, Schwab, Hodson e Duschl). Em relação a Ernst Mach, Matthews (1989) destaca o seu papel na defesa de uma abordagem histórica e filosófica no ensino de ciências. Em relação ao século XX, Matthews (1989) enfatiza também as obras de James Bryant Conant e de Gerald Holton, físico que, na década de 1960, colaborou na elaboração do *Harvard Project Physics Course*, trabalho pioneiro e arrojado de ensino de física.

dentro dos ideais de escola democrática, pautada na contextualização e na interdisciplinaridade entre os saberes” (GANDOLFI; FIGUEIRÔA, 2013, p. 3).

Consideramos que, em função do aumento do nível de complexidade do contexto científico-tecnológico, a tarefa de municiar os alunos de conteúdos suficientes para compreender e refletir sobre elementos históricos e filosóficos da ciência envolve transformações profundas em relação aos saberes e às competências docentes desejáveis. Outro ponto a ser considerado diz respeito à importância da inclusão da HFC na educação científica (dos futuros docentes e dos alunos de Ensino Fundamental e Ensino Médio) em função da crescente influência do fundamentalismo cristão, do ressurgimento dos ideais criacionistas e das críticas cada vez mais intensas ao darwinismo e à ciência de forma geral: segundo Figueirôa (2016), a HFC tem muito a contribuir ao debate entre o conteúdo do texto bíblico e as evidências científicas relacionadas à geologia, inclusive contextualizando o conflito entre religião e ciência ao longo dos séculos.

A compreensão a respeito do processo de construção do conhecimento contribui “para melhor entendimento e desenvolvimento de espírito crítico frente aos processos de produção de conhecimento e tecnologia e seus impactos na sociedade atual – em resumo, propiciar uma ‘formação-cidadã’ (GANDOLFI; FIGUEIRÔA, 2013, p. 4). Dessa forma, um dos maiores benefícios para a inclusão da História da Ciência na educação científica associa-se ao fato de ela permitir a diferenciação entre conhecimento e crença científica. Se a crença científica está associada ao conhecimento dos resultados e sua aceitação com base na autoridade do professor, (MARTINS, 2006), aquele representa o saber aceito pelos alunos em função de sua justificativa e fundamentação, resultado possível apenas se, ao aluno, for permitido acessar os contextos, as origens, os processos e as condições da construção das teorias e dos métodos utilizados para tal. Nesse sentido, a inclusão de conteúdos de HFC facilita a promoção de mudanças conceituais por parte dos alunos a respeito da ciência, mudança conceitual aqui entendida como “a transformação ou a substituição de crenças e ideias ingênuas [...] de alunos sobre fenômenos sociais e naturais por outras ideias, mais sofisticadas” (SCHNETZLER, 1992, p. 19).

Nos dias correntes, considera-se que os conhecimentos relacionados à HFC devem fazer parte das necessidades formativas do professor, já que permitem uma compreensão mais qualificada sobre o fazer científico e sobre o próprio processo de ensino-aprendizagem da ciência (MARTINS, 2007). No mesmo sentido, Matthews

(1995) considera que a inclusão de conteúdos de HFC na formação dos professores permite auxiliá-lo na tarefa de desenvolver uma epistemologia da ciência mais ampla e mais autêntica, “ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas” (MATTHEWS, 1995, p. 165). Ainda, a migração de perspectivas positivistas e behavioristas sobre as ciências e seu ensino para outras, de natureza socioconstrutivista, também demanda que os docentes evitem concepções empírico-indutivistas a-teóricas e a-históricas, recomendando-se, assim, a contextualização dos processos de construção do conhecimento em substituição ao discurso retórico vazio, preocupado apenas com conclusões e resultados (EL-HANI, 2006). Dessa forma, é fundamental que os professores formados nos cursos de licenciatura possam dar conta dessas novas exigências.

Embora a HFC seja percebida como relevante pelos professores, e mesmo nos casos em que os cursos de formação docente tenham oferecido a oportunidade de discutir conteúdos históricos e filosóficos no contexto dos cursos de licenciatura, a abordagem mais comum é a que entende a HFC como apêndice ao ensino de Ciências e Matemática, um anexo interessante, mas, de qualquer forma, um anexo. Ainda, claro está que a inclusão de HFC nos cursos de licenciatura faz emergir uma série de perguntas a serem respondidas. Em especial, deve ser questionado o próprio escopo daquilo que se considera como parte e elemento fundamental da HFC; em outras palavras, é necessário identificar o campo, as questões e os aspectos que estão incluídos no domínio da HFC. Allchin (2014), por exemplo, sugere a substituição do termo HFC por Estudos da Ciência, o que permitiria adicionar outros elementos àqueles, em geral, atribuídos à HFC. Para Allchin (2014), por exemplo, a filosofia seria responsável pela reflexão a respeito dos aspectos metodológicos e normativos da ciência, enquanto a História se encarregaria de reconstruir as narrativas dos processos do fazer científico, fosse ou não ele linear e progressivo, eivado ou não de atalhos. “Como a história é contada é tão importante quanto o que ela conta. A forma de contar é parte do conteúdo. A história a respeito de um cientista é também uma lição a respeito da dimensão humana da ciência”³ (ALLCHIN, 2014, p. 1923, tradução nossa). De forma alguma esses conteúdos históricos e filosóficos poderiam ser

³ No original: How the story is told is as important as what the story is about. The form is part of the content. A story about a scientist is thus simultaneously a lesson about the human dimension of Science.

reduzidos a uma lista de temas e fatos; para Allchin (2013), mais importante do que engessar a questão da natureza do conhecimento a partir da elaboração de uma seleção de tópicos, era necessário fornecer ferramentas que permitissem a reflexão sobre os sentidos e os significados da ciência que a tornassem compreensível.

Perspectiva semelhante é partilhada por Forato, Bagdonas e Testoni (2017, p. 3512); para os autores, deve-se evitar a compreensão da natureza da ciência a partir de uma lista de conteúdos pré-definidos. Afinal, “considerando a historiografia da ciência uma atividade dinâmica, contextualizada e datada, que fundamenta distintas interpretações, [...] cada narrativa histórica pode mostrar diferentes aspectos da NDC [natureza da ciência] em um mesmo recorte histórico”. Assim, o trabalho de formação docente deveria priorizar três aspectos fundamentais:

1. A importância de se explicitar a pluralidade metodológica nas ciências, confrontando diferentes aspectos da NDC, exemplificados por distintos contextos sócio-históricos;
2. Reconhecer alguns aspectos que podem estar presentes em diferentes episódios, portanto, não sendo peculiares a estereótipos ou mitos da HC, entretanto, evitando generalizá-los de modo a incorrer na visão essencialista;
3. Reconhecer a diversidade de interpretações sobre um mesmo episódio histórico permite explorar a consistência entre a visão de ciências que cada relato transmite e os objetivos formativos pretendidos (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017, p. 3513).

Para *ensinar*, é preciso *saber*: são necessárias condições específicas para que os docentes sejam capazes de discutir junto aos seus alunos questões tão complexas. A relação entre o saber-fazer docente e a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências introduz dificuldades a um cenário que já é bastante complexo: o mapa desenhado pelo Ministério da Educação indica que há um problema maior, de base, a ser enfrentado quanto à formação docente: aproximadamente 25,2% do total de 2.141.676 docentes de educação básico não têm formação de nível superior. Destes docentes, “0,1% não completou o Ensino Fundamental, 0,2% possui apenas o Ensino Fundamental completo, e 24,9% possuem o Ensino Médio [...] enquanto 6,1% estão cursando o Ensino Superior” (BRASIL, 2015, p. 13). Assim, é de se imaginar que a formação docente para a inclusão de conteúdos de HFC no ensino de Ciências e Matemática deva ser significativamente problemática.

Nossa pesquisa nasceu da constatação de que os docentes, futuros responsáveis pela educação científica dos alunos, precisam ter tido a oportunidade de discutir os conteúdos históricos e filosóficos da ciência nos seus cursos de

formação. Para que eles possam abordar esses conteúdos em sala de aula, conforme preconizado desde a primeira versão dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), originária da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, é fundamental que tenham sido preparados para essa tarefa. Ainda, é imprescindível que os professores acreditem serem esses elementos essenciais para a educação científica; em outros termos, a cultura, as crenças e os valores docentes em relação à História e Filosofia da Ciência devem dirigi-los à inclusão desses conteúdos em sala de aula (HÖTTECKE; SILVA, 2011; MATTHEWS, 1995; 1989). Faz-se necessário mencionar que são significativos os esforços feitos até agora para que a HFC seja tratada como parte fundamental da educação científica. Matthews (1995), por exemplo, faz um extenso e detalhado histórico a respeito da inclusão de conteúdos históricos, filosóficos e sociológicos no ensino de Ciências nos contextos da Grã-Bretanha e dos Estados Unidos, em particular no que se refere às mudanças curriculares e a projetos levados a cabo por universidades e outras instituições acadêmicas e científicas. No caso do Brasil, dentre outros exemplos, El-Hani (2006) cita a introdução de uma disciplina obrigatória no curso de bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia, em 1988, na qual passaram a ser discutidos exemplos históricos e filosóficos relacionados às ciências. Segundo Figueirôa (2009), deve-se destacar o pioneirismo da USP que, nas décadas de 1960 e 1970, introduziu a disciplina de História das Ciências e da Tecnologia nos cursos de Física, Química e Biologia; recentemente, a mesma universidade inseriu a disciplina de História das Ciências na grade do curso de Licenciatura em Geociências. Figueirôa (2009) identifica como marcos os cursos de graduação em Geologia e de Licenciatura em Geociências, ambos da UNICAMP, que incluíram História das Ciências nas suas grades curriculares, bem como a iniciativa de introduzir as disciplinas de Epistemologia e História da Geologia, no curso de graduação, e de Epistemologia da Geologia, no curso de pós-graduação em Geociências da UFRJ. No mesmo sentido, é representativa a implantação de disciplinas relacionadas à HFC nos currículos dos cursos básicos da Universidade Federal do ABC e da Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP (Campus de Limeira) (FIGUEIRÔA, 2009). Também foi criada uma disciplina envolvendo HFC na Universidade Federal de São Carlos, sob a supervisão da Profa. Dra. Maria José Fontana Gebara. A Pontifícia Universidade Católica, por sua vez, criou, em 1997, um programa de estudos pós-graduados em História da Ciência. É importante mencionar que, nas últimas décadas, foi realizada a

inclusão de disciplinas com esse cariz em matrizes curriculares de Institutos Federais de Educação, em Goiás e São Paulo, por exemplo. Sobre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Campos e Picanço (2019) identificaram disciplinas associadas à HPS nos cursos de Licenciatura em Física, Química e Biologia (cursos oferecidos em oito dos 14 *campi* do IFG): assim, no curso de Licenciatura em Física, fazem parte do currículo as disciplinas “História da Ciência” e “Evolução da Física”; no curso de Licenciatura em Química, há a disciplina “História da Química”⁴. No curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação de São Paulo (campus São Roque), Lima (2020) pesquisou a inclusão de HPS nas disciplinas de Botânica⁵, em especial acompanhando e promovendo o trabalho dos licenciandos relacionado ao uso de documentos históricos selecionados dentro do acervo do Museu Nacional de História Natural e da Ciência (MUHNAC) da Universidade de Lisboa.

Apesar de várias instituições estarem buscando acolher a HFC nos seus cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de Ciências esbarra em inúmeros obstáculos: por exemplo, Höttecke e Silva (2011) são incisivos ao afirmar que alguns dos principais obstáculos têm relação com o professor, suas competências epistemológicas, sua cultura, crenças e valores. As pesquisas realizadas por Matthews (1995) já apontavam nessa direção com quase duas décadas de antecedência. Segundo o autor, ao longo das décadas de 1970 e 1980, por exemplo, a Associação Britânica para o Ensino da Ciência buscou incorporar conteúdos históricos e filosóficos ao currículo de ciências. Um dos maiores problemas encontrados para alcançar a incorporação de materiais mais históricos e filosóficos ao currículo das ciências foi o despreparo dos professores em ensinar ciências a partir de uma abordagem contextualizada. Nesse sentido, El-Hani (2006, p. 5) afirma ser possível que a insuficiente formação docente não possa oferecer “referenciais históricos e filosóficos necessários para suas práticas profissionais”. Para Schnetzler (1992), é evidente que tal processo só poderia ocorrer caso o professor concebesse que: a) os alunos são detentores de conhecimentos e concepções prévias que podem ser extremamente resistentes a qualquer mudança; e

⁴ Não há disciplinas com temática específica de HPS nos cursos de Licenciatura em Biologia no IFG.

⁵ Estas disciplinas, no presente momento, estão sob a responsabilidade do Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos.

b) é papel do professor facilitar o compartilhamento do saber como resultado de uma construção histórica e social (SCHNETZLER, 1992).

A inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências nos cursos de formação de docentes para o ensino de Ciências e Matemática está materializada nas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação estabelecidas pelos Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior, na sua maioria formuladas nos primeiros anos do século XXI. Assim, parece razoável esperar que conteúdos curriculares de História e Filosofia da ciência encontrem-se contemplados nos cursos de licenciatura, ou sob a forma de disciplinas específicas, ou sob a forma de conteúdos a serem discutidos no âmbito de algumas/todas as áreas curriculares. Mais: é importante que os cursos de formação docente considerem a inclusão de HFC nos cursos de licenciatura como algo relevante e merecedor de prioridade e estratégias específicas, mesmo por que não há como professores darem conta de realizar um ensino histórica e filosoficamente contextualizado se não tiverem sido formados e preparados para tal tarefa. Essa possibilidade não é meramente retórica: Martins (2007), em pesquisa descritiva e qualitativa junto a alunos de licenciatura, de pós-graduação e de extensão nas áreas de Ensino e de História e Filosofia da Física no Rio Grande do Norte, identificou que as principais dificuldades para a inclusão de conteúdos de HFC no ensino de Física estavam associadas: a) à compreensão da HFC "como algo periférico, secundário, como uma 'ilustração'. Mesmo quando pensada em termos de conteúdo, era algo a ser acrescentado, quase sempre como uma *introdução aos assuntos* e temas 'regulares' do currículo" (MARTINS, 2007, p. 128); b) à ausência desse tema nos livros didáticos, o que reforçaria junto aos alunos e docentes que a abordagem de HFC não é relevante; c) ao pouco tempo disponível para a discussão de conteúdos que não são cobrados em exames vestibulares; d) à falta de conhecimentos práticos e pedagógicos que permitam a inclusão de conteúdos de HFC no ensino de ciências; e e) à falta de integração da área de ciências com outras, tais como a Pedagogia e a História. Por sua vez, Martins (2006) concluiu ser visível a carência de professores que tivessem uma formação adequada para incluir conteúdos de HFC no ensino de ciências (MARTINS, 2006).

Assim, considerando que o professor é responsável por boa parte do que o aluno constrói em termos do conhecimento sobre a natureza da ciência, a transição de uma visão tradicional para aquela que entende a ciência como prática socialmente construída deve levar em consideração mudanças no quadro perceptual dos docentes

e nas formas a partir das quais eles aprendem e ensinam ciência (SILVA; FIGUEIRÔA; NEWERLA MENDES, 2008). Tal cenário nos leva à problemática da presente pesquisa, qual seja, a de vislumbrar marcadores que possam apontar o quanto os docentes de Ciências e Matemática estão preparados para dar conta de um ensino contextualizado e que inclua conteúdos históricos e filosóficos.

A prova do ENADE, por meio da qual os formandos de cada curso são avaliados a cada três anos, propõe quarenta itens, sendo dez de formação geral (comuns a todos os alunos que prestam exame àquele momento) e quarenta de formação específica. No caso dos alunos de cursos de licenciatura, dentre os quarenta de formação específica são propostos cinco de formação pedagógica. Antes da avaliação, os alunos respondem a questões sobre a percepção a respeito da qualidade do curso realizado; no dia da avaliação, os concluintes respondem a itens relacionados à percepção do grau de dificuldade da prova, da aderência dos itens ao conteúdo desenvolvido ao longo do curso e da aderência do formato dos itens em comparação às avaliações aplicadas pela IES durante a graduação⁶. Nossa premissa é a de que o conteúdo das provas do Exame Nacional dos Estudantes (ENADE) pode ser um importante indicador das competências e dos conteúdos exigidos pelo MEC/INEP em relação aos alunos formandos em cursos de licenciatura.

Esta premissa justifica-se no fato de a prova do ENADE ter se constituído como principal instrumento de avaliação dos cursos de graduação por parte do MEC (JUDENSNAIDER, FIGUEIRÔA, VILLAR, 2021). Em relação a estes conteúdos (bem como às competências a eles associadas), nosso interesse maior diz respeito à formação para a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de ciências.

Outra premissa nossa diz respeito à convicção de que, mais importantes do que os resultados do ENADE (que se pretendem reveladores da **qualidade do ensino**), as provas aplicadas oferecem **qualidade de informação** a respeito dos conteúdos percebidos como importantes pelo INEP e, no nosso caso em especial, dos elementos percebidos como relevantes na formação docente. Ainda, o INEP oferece informações importantes sobre o perfil socioeconômico dos graduandos que participaram da prova, bem como sobre as percepções dos alunos a respeito da qualidade do curso realizado e da dificuldade dos itens das provas (JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA; VILLAR, 2021).

⁶ As provas aplicadas estão disponíveis em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enade/provas-e-gabaritos>; acesso em: 27 maio 2022.

A seguir, apresentaremos o problema da pesquisa e as hipóteses de trabalho que dessa problemática derivaram.

1.1 O problema e as hipóteses de pesquisa

O problema de nossa pesquisa foi assim explicitado: **de que maneira os conteúdos filosóficos e históricos das ciências, previstos pelo quadro institucional como parte integrante dos tópicos programáticos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química de nível superior, foram avaliados na prova do ENADE de 2017 e qual foi o desempenho dos alunos nestes itens?** Como possíveis respostas ao problema proposto, formulamos duas hipóteses de trabalho.

Hipótese 1: as formas como os conteúdos históricos e filosóficos das ciências são incluídos nas provas de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química do ENADE sinalizam sua importância na formação docente, mas, ao mesmo tempo, evidenciam as dificuldades para o diálogo entre conteúdos filosóficos, históricos, científicos e pedagógicos.

Embora seja de extrema importância, a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de Ciências e Matemáticas não se dá por mágica, tampouco por decreto. Höttecke e Silva (2011) reconhecem a existência de uma lacuna na formação docente quanto ao preparo para acolher discussões e negociações na sala de aula e, no caso da inclusão de conteúdos de HFC no ensino de ciências, este fenômeno exerce um obstáculo considerável. Nessa mesma direção, Matthews (1995) já chamava a atenção sobre a importância de os cursos de formação para professores incluírem conteúdos de HFC que pudessem ser aplicados, colocados em prática. Em outras palavras, não há ganho efetivo se o curso de formação apenas adicionar teoria àquela já possuída pelo docente; o curso deve, em especial, “começar explorando os problemas que os professores consideram pertinentes ao desenvolvimento de sua *práxis* profissional” (MATTHEWS, 1995, p. 190).

Parece consenso que, embora a importância da HFC no ensino de Ciências e Matemática seja reconhecida de forma unânime, são inúmeros os obstáculos a serem transpostos para que ocorra, efetivamente, a inserção de conteúdos históricos e

filosóficos no contexto da educação científica. Para Höttecke e Silva (2011), um grande obstáculo para a inclusão da HFC na educação científica está associado ao ambiente institucional: segundo os autores, é fundamental que o arcabouço institucional sinalize para os professores e para a escola, e de forma inequívoca, que essa abordagem deve ser valorizada e que, da mesma forma como ocorre em relação ao conteúdo específico das disciplinas, ela deve ser levada em consideração no planejamento das aulas e na formulação do conteúdo programático. No caso brasileiro, os autores afirmam que os principais problemas em relação ao ambiente institucional transcendem a existência de documentos e normas preconizando a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos como parte essencial da Educação Científica. Como exemplo, citam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), formulados ao final da década de 1990, que recomendam que o ensino de ciências seja realizado a partir de uma perspectiva na qual as relações sociais, históricas, culturais, políticas e econômicas sejam parte integrante dos seus conteúdos. Porém, como os propósitos e as competências a serem desenvolvidas junto aos alunos são tratados de forma genérica, a mensagem subliminar é de que se trata de algo ao qual não se deve dar prioridade ou que pode ser ignorado.

Outro problema diz respeito à presença de uma pseudo-história nos materiais didáticos que reforça uma visão inadequada do desenvolvimento e da construção da ciência (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012). Assim, mesmo quando a HFC está presente nos currículos escolares, há que se atentar para a abordagem historiográfica realizada pelos professores; em outras palavras, é importante garantir não apenas a discussão sobre conteúdos históricos e filosóficos das ciências, mas também assegurar que estes sejam discutidos a partir de uma moderna historiografia e de adequadas noções a respeito da construção do conhecimento.

Outra dificuldade refere-se ao desconforto sentido por alguns professores quando do tratamento de conteúdos de HFC em sala de aula. Afinal, muitos tiveram uma educação científica norteadas por perspectivas mais tradicionais; outros sequer sabem como realizar essa inclusão no dia a dia de sala de aula. Para Moura e Silva (2014), é fundamental ter claro como fazer a inserção da HFC no ensino de Ciências e Matemática; em adição, Forato, Martins e Pietrocola (2012) alertam que os docentes também devem estar preparados para identificar os conteúdos não científicos a serem discutidos a partir dos episódios históricos, da mesma forma como precisam estar habilitados a superar as deficiências dos alunos em relação a conceitos tais como

hipóteses, teorias e argumentos. Concretizar a inclusão da HFC nos currículos significa ir além da retórica, dando às diretrizes um tratamento mais sistemático, em especial quanto aos procedimentos e às práticas que permitirão a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de ciências (EL-HANI, 2006). Afinal, deve ser considerada a distinção “entre o conhecimento do objeto de ensino, de um lado e, de outro, sua expressão escolar, também chamada de transposição didática” (BRASIL, 2001e, p. 20). Em outras palavras, o docente deve saber mobilizar os conhecimentos sobre o seu trabalho e transformá-los em ação (BRASIL, 2001e). Em consequência, e tal como acontece em outros países, embora oficialmente reconhecida a importância da inclusão da HFC no ensino de ciências, não há clareza alguma sobre como ela deva ser realizada.

Por conta disso, um importante obstáculo para a inserção de HFC no ensino de Ciências e Matemática está relacionado à necessária transposição didática dos conteúdos históricos e epistemológicos para a realidade da sala de aula, de forma a permitir a crítica tanto às práticas empíricas e indutivas quanto à percepção da ciência como resultado da utilização de um único e melhor método científico. Aliás, para Forato, Martins e Pietrocola (2012), o desafio a ser enfrentado é anterior à própria transposição didática do que se pretende discutir em termos epistemológicos e metodológicos: a escolha do episódio histórico a ser inserido na educação científica é, por si só, resultado de um necessário preparo e conhecimento por parte do docente. Assim, a inserção da HFC depende da seleção dos episódios históricos, dos conteúdos a serem discutidos no contexto desses episódios, e a transposição apropriada dessa proposta para a realidade do ambiente escolar. Afinal, não é apenas a construção do conhecimento que ocorre de forma contextualizada; a construção do saber escolar também acontece em função de um necessário processo de contextualização (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012).

Nossa hipótese é a de que a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas do ENADE dos cursos de licenciatura ocorre à mercê das circunstâncias desse complexo emaranhado de problemas: embora de importância fundamental, e embora prevista pelo arcabouço institucional, a inclusão desses conteúdos é realizada de forma a não se apropriar do/e não concretizar o necessário diálogo entre conteúdos filosóficos, históricos, científicos e pedagógicos.

De acordo com Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), ao longo dos anos, a formação dos docentes das áreas científicas esteve subordinada às

perspectivas dos grupos que, àquele momento, detinham o poder econômico e social. Assim,

mediante a aplicação de um método científico baseado na razão instrumental, na observação cuidadosa de fenômenos e na neutralidade do pesquisador, esperava-se que a ciência produzisse essencialmente conhecimentos objetivos acerca das realidades natural e social (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 226).

No entanto, o processo de globalização, a partir da década de 1980, acentuou a necessidade de articular ciência, tecnologia e sociedade, impondo, porém, a reflexão sobre temas até então alijados do debate sobre a ciência, tais como questões éticas, impactos sobre a sociedade e sobre o ambiente etc. Mais: “a reflexão sobre os métodos de ensino acabou por estimular a discussão sobre a própria natureza das ciências, embora continuassem hegemônicas as abordagens empiristas que entendiam a ciência como resultado do esforço dos cientistas na direção da objetividade e da neutralidade” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Hipótese 2: o desempenho dos alunos nos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos da ciência e da matemática está associado a variáveis demográficas, socioeconômicas, à categoria administrativa das IES (se públicas ou privadas) e aos mecanismos de acesso ao Ensino Superior (se por meio de ações afirmativas ou não).

Os dados disponibilizados pelo INEP⁷ permitem a análise das relações existentes entre o desempenho dos alunos nos itens selecionados envolvendo conteúdos de HFC e outras variáveis, relacionadas ou não à prova. Quanto às variáveis externas à prova, as informações disponibilizadas pelo INEP possibilitam identificar as associações entre desempenho e variáveis demográficas e socioeconômicas, tais como idade, etnia, gênero, tipo de instituição (se pública ou privada), região geográfica, modalidade do curso (à distância ou presencial), condição socioeconômica e acesso a programas de ação afirmativa; também disponibiliza

⁷ O banco de microdados está disponível para *download*, de forma pública e gratuita, em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enade>; acesso em: 16 fev. 2022.

dados sobre a relação entre desempenho e variáveis atitudinais, tais como motivos para a escolha do magistério como profissão e projetos profissionais de futuro. Tais variáveis foram investigadas por outros autores com relação às provas do ENADE das mais diversas áreas do conhecimento e os resultados mostraram a existência de uma relação entre algumas dessas condições e o desempenho do aluno na prova. Na mesma direção, nossa hipótese é a de que essas associações também ocorrem no que se refere ao desempenho em itens específicos de História e Filosofia da Ciência.

1.2 Os objetivos de pesquisa

Tomando como base a problematização e as hipóteses formuladas, foram objetivos desta pesquisa: a) identificar, em relação à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências, as exigências contidas nas portarias do INEP e nas Diretrizes Curriculares para os cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química; b) verificar, em relação à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências, como as provas do ENADE dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química de 2017 buscaram aderência/correspondência às exigências contidas nas portarias do INEP e nas Diretrizes Curriculares; c) refletir sobre os resultados e o desempenho dos alunos concluintes dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química nos itens envolvendo conteúdos de História e Filosofia da Ciência; d) analisar a associação entre o desempenho dos alunos nos itens envolvendo conteúdos de História e Filosofia da Ciência e variáveis demográficas e socioeconômicas.

Pesquisas já realizadas indicam a relevância da discussão sobre a inclusão da HFC na educação de futuros professores, como as de Matthews (1989; 1995), Allchin (2013), Moura e Silva (2014), Cachapuz, Praia e Jorge (2004), Gil Pérez, Fernández Montoro, Carrascosa Alís, Cachapuz e Praia (2001), Höttecke e Silva (2011), Forato, Martins e Pietrocola (2012), Forato, Bagdonas e Testoni (2017) e Moura e Silva (2014). Entretanto, embora uma rica base de dados venha sendo construída pelo SINAES a partir do processo avaliativo do qual o ENADE faz parte, é significativa a ausência de estudos que investiguem a inserção de conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas realizadas junto aos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química.

Para Feldmann e Souza (2016), a ausência de trabalhos a partir das informações levantadas pelo SINAES revela o enfraquecimento dos dados obtidos por esse sistema, provavelmente em função da baixa articulação entre a avaliação institucional, a dos cursos e a dos estudantes. Nossa perspectiva é contrária: acreditamos serem as provas do ENADE um objeto de estudo de vital interesse para a academia, e que as informações coletadas pelo SINAES podem contribuir para a reflexão a respeito de formulação de práticas educativas e de políticas públicas, bem como para construir uma formação docente mais crítica e qualificada sobre o fazer científico e sobre o próprio processo de ensino-aprendizagem da ciência.

Com base nisso, acreditamos que os resultados deste trabalho possam contribuir para a ampliação do conhecimento sobre aspectos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química e, portanto, colaborar para a reflexão sobre as iniciativas relacionadas à construção de um ensino pautado pelo respeito à atividade científica e à compreensão da ciência como resultado da produção humana em determinados contextos históricos, filosóficos e sociais.

1.3 O objeto de estudo e o delineamento metodológico

Nosso objeto de estudo são as provas do ENADE de 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, as últimas que tiveram os seus dados e resultados já publicados. Em 2017, o INEP realizou pela quarta vez as provas junto aos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química. Estas provas envolveram 32.835 (trinta e dois mil, oitocentos e trinta e cinco) alunos de todos os estados do país, distribuídos da seguinte forma: a) Ciências Biológicas: 14.095 graduandos de 481 cursos de licenciatura; b) Física: 2.953 graduandos de 217 cursos de licenciatura; c) Matemática: 10.904 graduandos de 450 cursos de licenciatura; d) Química: 4.883 alunos graduandos de 263 cursos de licenciatura.

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

a) pesquisa bibliográfica: por meio da seleção e da leitura de artigos, teses e outros textos publicados, identificamos os temas e os conteúdos relativos às provas do ENADE que foram alvo de investigação por parte da comunidade acadêmica. Nossa análise envolveu três eixos de pesquisa: i) a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos da ciência no processo formativo dos futuros docentes de Matemática e

Ciências; ii) os exames de larga escala, em especial o ENADE; e iii) os trabalhos realizados sobre o desempenho dos alunos e sobre as competências e habilidades requeridas dos graduandos, a partir dos microdados do INEP sobre as provas do ENADE;

b) pesquisa documental: investigamos o conteúdo das portarias do INEP referentes às provas do ENADE (de 2005 a 2017) e das Diretrizes Curriculares para os cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química em relação à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos na formação docente. Também foram objeto de análise os itens das provas do ENADE dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química de 2017, com o propósito de identificar aqueles que continham conteúdos históricos e filosóficos das ciências (itens de formação geral e questões de conteúdos pedagógicos); em momento posterior, identificamos o grau de facilidade e o poder de discriminação dos itens selecionados, buscando refletir sobre o conhecimento e o desempenho dos alunos diante de conteúdos de HFC;

c) análise estatística: por meio da análise dos Relatórios Síntese fornecidos pelo INEP e do tratamento estatístico dos dados disponíveis no Banco de Microdados do INEP, bem como da literatura sobre o tema, selecionamos as variáveis a serem estudadas (categoria administrativa da IES, região de funcionamento da IES, etnia do aluno, escolaridade dos pais e renda familiar do aluno, e mecanismos de acesso ao Ensino Superior), conforme justificativas explicitadas no Capítulo 5. Inicialmente, analisamos as distribuições de frequência em termos das alternativas escolhidas pelos alunos em cada item; posteriormente, realizamos testes Qui-quadrado para medir a associação entre as variáveis selecionadas e o desempenho dos alunos. Finalmente, utilizamos uma técnica multivariada – *Two Steps Cluster* – para agrupar os alunos em função de uma nova variável indicativa de condição social. Esta variável foi elaborada a partir das variáveis Escolaridade do Pai, Escolaridade da Mãe e Renda Familiar; em momento posterior, analisamos se ela seria ou não discriminante do desempenho do aluno nos itens escolhidos.

1.4 Apresentação da estrutura da tese

Inicialmente, discutiremos os exames de larga escala realizados para avaliar o desempenho de alunos em diversas etapas do processo de educação, em especial

junto aos estudantes brasileiros de nível superior. Apresentaremos as críticas de educadores sobre as vantagens e as limitações deste tipo de avaliação, e discutiremos as características psicométricas das provas de larga escala, detalhando as especificidades do ENADE, exame realizado junto a graduandos de cursos de bacharelado, tecnológicos e de licenciatura no Brasil. Finalmente, revisitaremos os trabalhos de pesquisa realizados a partir dos dados do INEP.

Na sequência, refletiremos sobre o quadro institucional a respeito da inclusão de conteúdos de HFC no ensino de Ciências e Matemática e nos conteúdos disciplinares dos cursos de formação docente dos futuros professores de Ciências e Matemática. Ainda, analisaremos as diretrizes curriculares nacionais e os principais aspectos relacionados à HFC presentes nos documentos institucionais que norteiam a estrutura dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química e a elaboração das provas do ENADE. Também explicitaremos os critérios para a seleção dos itens de Formação Geral e Formação Específica (pedagógica e de área), verificaremos os conteúdos de História e Filosofia da Ciência presentes e analisaremos o conteúdo dos itens escolhidos. Ainda, apresentaremos as frequências de respostas dos alunos às alternativas apresentadas.

Mais à frente, descreveremos o conjunto dos alunos que participaram das provas do ENADE de 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química (as últimas realizadas) em termos de suas características demográficas e socioeconômicas. Também serão discutidos os resultados do questionário sobre percepção da qualidade do curso preenchido pelos alunos no momento da inscrição para a prova, e do questionário sobre a percepção do estudante com relação à dificuldade da prova. Finalmente, refletiremos sobre os índices de facilidade e de discriminação dos itens selecionados

Em seguida, identificaremos as variáveis que, por hipótese, podem ter colaborado para determinar os resultados do desempenho dos alunos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química nos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos das ciências, quais sejam, categoria da IES, região de funcionamento da IES, etnia do aluno, escolaridade dos pais e renda familiar do aluno, e mecanismos de acesso ao Ensino Superior. Ainda, mostraremos, por meio da técnica de *Two Step Cluster*, como os resultados indicaram que a condição social do aluno era discriminante do seu desempenho.

Finalmente, retomaremos o problema de pesquisa e as hipóteses de trabalho à luz dos dados encontrados e apresentados nos capítulos anteriores e da bibliografia, bem como analisaremos as limitações encontradas durante a pesquisa e os desenvolvimentos possíveis de serem realizados no futuro a partir dos nossos resultados.

2. OS EXAMES DE LARGA ESCALA E O ENADE

Neste capítulo, refletiremos sobre as avaliações de larga escala e, em particular, aquelas realizadas para monitorar a qualidade dos serviços de educação prestados pelas instituições de Nível Superior, o ENADE. Tal reflexão teve como ponto de partida a coleta e a seleção de artigos e trabalhos acadêmicos que buscaram considerar a questão das avaliações de larga escala, tanto do ponto de vista das técnicas de elaboração, aplicação e análise envolvidas quanto dos resultados (e dos efeitos sociais) que essas provas podem gerar.

Em relação às avaliações de larga escala, apontaremos os elementos alvos de críticas e reservas por parte da comunidade acadêmica; ainda, refletiremos a respeito das características psicométricas das várias modalidades de provas de larga escala. Nosso objetivo será o de melhor compreender os resultados obtidos nessas avaliações e os usos que deles são feitos. Finalmente, apresentaremos alguns estudos acadêmicos que tiveram o propósito de refletir sobre as provas do ENADE junto a diversos cursos e a diversas situações.

É importante mencionar que, nas nossas pesquisas bibliográficas, não encontramos quaisquer referências a estudos com base nos dados do INEP tendo como objeto de análise o conteúdo associado à HFC nas provas do ENADE dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, tampouco a respeito do desempenho dos alunos em relação a estes elementos. Tal lacuna sinaliza a importância da reflexão por nós proposta a partir dos dados referentes às provas realizadas junto aos estudantes de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram da avaliação do ENADE em 2017⁸.

2.1 As avaliações de larga escala

As avaliações escolares em larga escala são provas sistêmicas que abrangem um grande número de indivíduos (VIANNA, 2003); em geral, são promovidas por órgãos governamentais, constituindo uma visão “de fora” dos sistemas educacionais. A realização de exames desse tipo intensificou-se a partir da década de 1990 em

⁸ No cronograma do INEP, estava prevista a realização de novas provas em 2020 como parte do programa de avaliação trienal. A pandemia do coronavírus inviabilizou o cumprimento dessa programação e as provas foram realizadas em 2021.

função de dois aspectos fundamentais: a desejada capacitação da mão de obra no contexto do neoliberalismo e as exigências e expectativas dos organismos internacionais portadores dos recursos financeiros (Banco Mundial, Fundo Monetário Internacional, Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico e Banco Interamericano de Desenvolvimento, apenas para citar alguns por exemplos) (DIAS SOBRINHO, 2010)⁹.

A urgência da avaliação acompanhou o aumento do número de vagas no ensino superior oferecidas pelas IES do setor privado durante as décadas de 1980 e 1990. Por um lado, esse fenômeno fez diminuir o déficit existente até então e que excluía o acesso de uma parcela considerável da população à educação de nível superior pública e gratuita (aliás, a menos favorecida socialmente e que não conseguia ultrapassar a barreira dos exames vestibulares das instituições públicas). Por outro, conforme Dias Sobrinho (2010), criou uma diversidade de

instituições públicas e privadas, de diferentes tamanhos e modalidades de financiamento, mantidas pela União, pelos estados, por municípios, por grupos religiosos ou empresários privados, de elites ou de massas, vinculadas aos projetos nacionais, regionais ou transnacionais (DIAS SOBRINHO, 2010, p. 197).

Essas instituições ofereciam serviços educativos com ênfase na capacitação profissional e/ou na área de pesquisa científica. No novo modelo preconizado pelo Consenso de Washington, o *Welfare State* deu lugar ao Estado-mínimo, no qual a atuação do governo restringiu-se à regulação e avaliação. Em particular no caso da educação, e dada a insuficiência de vagas nas instituições públicas de ensino superior, tais funções deveriam ser executadas de forma a normatizar, controlar e estabelecer punições para as IES do sistema privado que, a partir daquele momento, ofereciam as vagas que o ensino público não conseguia ofertar, bem como a prestação de serviços de educação presencial ou à distância, de curta ou longa duração.

No modelo neoliberal, coube a um reduzido Estado as tarefas de regular, intermediar os conflitos entre os múltiplos interesses dos inúmeros agentes, e fazer a gestão do setor da educação. Tais atividades incluíram autorizar e credenciar as IES e, posteriormente, avaliar seu desempenho (FELDMANN; SOUZA, 2016). Dessa

⁹ Segundo Bauer, Alvarse e Oliveira (2015, p. 1371), “os organismos multilaterais tinham também o interesse de impor uma agenda educacional transnacional”.

forma, as avaliações de larga escala serviram de instrumento para orientar as ações do poder público a partir de uma ótica de racionalidade econômica e tecnocrática. “A avaliação foi se associando paulatinamente às ideias de *accountability*, produtividade e gestão racional em conformidade com uma perspectiva economicista” (SILVA; LOPES; CASTRO, 2016, p. 389). Mais: “sob a racionalidade do mundo econômico, [...] [evidenciou-se o] princípio da eficiência individual, prevalecendo uma avaliação orientada prioritariamente para a quantificação, mensuração, comparação, seleção e controle” (SILVA; LOPES; CASTRO, 2016, p. 394).

Ainda, supostamente, as provas de larga escala poderiam ser mais objetivas e tecnicamente superiores do que as avaliações internas realizadas pelas IES. Assim, estas provas seriam

mais neutras e objetivas e, normalmente, corrigidas com a utilização de programas computacionais, possibilitando manter o anonimato dos estudantes e minimizando a subjetividade inerente às correções realizadas pelos professores em sala de aula. Além disso, o processo de elaboração de itens e instrumentos, usualmente, envolve especialistas para a eliminação de imperfeições e vieses de resposta e para garantir sua validade – medir o que se deseja medir (BAUER; ALAVARSE; OLIVEIRA, 2015, p. 1371).

A proposta de realização de provas de larga escala foi – e tem sido – alvo de vigorosas críticas por parte do mundo acadêmico: para a comunidade científica, os exames de larga escala impedem a discussão profunda sobre o sentido de qualidade em educação (FERNANDES; NAZARETH, 2011), estimulando ações que objetivam dar visibilidade dos resultados dos exames na mídia fomentando práticas de visibilidade midiática dos resultados dos exames (BARREYRO, 2008) e alimentando a falsa concepção de que medir o desempenho dos alunos é suficiente para avaliar os serviços de educação ofertados pelas IES. Em outras palavras, a realização de provas baseadas em testes padronizados disseminou a ideia de que seria possível, para efeito de vigilância e normalização, mensurar o quão adequado era o desempenho dos alunos, permitindo a elaboração de *rankings* entre as IES (FERNANDES; NAZARETH, 2011; FELDMANN; SOUZA, 2016) e estabelecendo critérios para bonificação salarial para professores ou concessão de financiamentos e/ou outros benefícios para as instituições. Ainda, seria possível produzir dados objetivos que possibilitariam “a tomada de decisões no âmbito educacional das políticas públicas com maior consistência” (BAUER; ALAVARSE; OLIVEIRA, 2015, p.

1371) e, mais importante, seria factível montar um esquema de avaliação e gestão “à distância” das instituições de ensino, “garantindo qualidade e responsabilidade social através de processos de avaliação em lugar dos de intervenção e de controle direto” (VERHINE; DANTAS; SOARES, 2006, p. 293).

Rocha e Ferreira (2017) lembram que os órgãos governamentais não foram os únicos a disseminar os discursos de valorização do *ranking* destas IES; as próprias instituições escolares e a mídia legitimaram os exames de larga escala, atribuindo a eles a capacidade de produzir verdades, como se estas provas pudessem, realmente, mensurar a qualidade de ensino oferecida aos alunos. Segundo Rocha e Ferreira (2017), estes discursos não problematizaram os sistemas de avaliação, tampouco buscaram compreender os efeitos que os resultados das provas produziam em termos de reorganização dos sistemas de ensino. “Essa validação se traduz em indicadores que representam medidas de eficácia e qualidade dos sistemas de ensino e dos sujeitos ali inseridos, desconsiderando, por exemplo, questões econômicas e sociais que têm impacto nos processos educativos” (ROCHA; FERREIRA, 2017, p. 148) e transformando a educação em produto exposto na prateleira e colocado à venda.

Outras críticas da comunidade acadêmica aos exames de larga escala dizem respeito ao fato de que estes fortalecem a transferência da autonomia pedagógica das IES para o Estado, já que os conteúdos das provas norteiam os currículos programáticos, ficando aos professores a tarefa de ensinar o que é cobrado no exame nacional (DIAS SOBRINHO, 2010)¹⁰. Este fenômeno, inclusive, acabaria por provocar o aumento da desigualdade no tratamento dos estudantes, já que poderia parecer às IES mais promissor investir nos alunos com menos problemas de aprendizado ao invés de ajudar os alunos com mais dificuldades (BAUER; ALAVARSE; OLIVEIRA, 2015). Outras objeções dizem respeito à seleção de conteúdos e habilidades avaliadas nos exames, “bem como a definição de níveis ou padrões de rendimento, tanto em seu caráter técnico – o que medir, como medir e como avaliar os resultados –, quanto pedagógico – as interpretações em relação ao conteúdo de ensino e suas condições” (BAUER; ALAVARSE; OLIVEIRA, 2015, p. 1374).

Assim, acontece de os múltiplos saberes envolvidos na aprendizagem não serem todos eles objetos de investigação nos testes, o que pode provocar a não

¹⁰ Tal processo é conhecido como afunilamento curricular, fenômeno que caracteriza o “direcionamento das práticas de sala de aula para preparar os alunos para obter bons resultados” (BAUER; ALAVARSE; OLIVEIRA, 2015, p. 1378).

reflexão a respeito de aspectos tais como ética, responsabilidade social e cidadania, além de uma série de habilidades não cognitivas (FERNANDES; GREMAUD, 2009). Tais limitações são importantes quando nos deparamos com avaliações em larga escala cujas propostas estão associadas às políticas de *accountability*, e que envolvem não apenas alunos, mas todo o corpo gestor das instituições. Nesse sentido, Fernandes e Gremaud (2009) lembram que a *accountability* educacional tende a priorizar a análise de alguns elementos: ênfase no aprendizado dos alunos, corresponsabilização dos gestores e corpo docente pelos resultados obtidos por seus alunos, e presença de incentivos ou punições para as instituições às quais pertencem esses alunos. Este cenário confunde a responsabilidade (quer dizer, o prestar contas) com a culpa das instituições pelo desempenho dos alunos. Afinal, uma coisa é identificar procedimentos que possam, eventualmente, ser melhorados; outra bem diferente é punir as instituições cujos alunos não tenham aprendido o que se esperava que tivessem aprendido. Por isso, boa parte dos críticos aos exames de larga escala mencionam potenciais riscos para a realização de provas desse tipo: a distorção por meio do estreitamento do currículo (priorizando temas que são alvo de atenção nos exames) e *gaming* (exclusão dos alunos de baixa proficiência por meio da seleção dos estudantes que participarão das avaliações) (FERNANDES; GREMAUD, 2009). Aliás, até mesmo a OCDE, “partidária de avaliações em larga escala e com efeitos comparativos, alertava, em 1989, quanto aos riscos e insuficiências das avaliações somativas aplicadas em instrumentos únicos” (DIAS SOBRINHO, 2010, p. 218).

Levando em consideração as críticas até aqui apresentadas, para nossa pesquisa, interessam-nos os exames de larga escala utilizados para medir o desempenho e a qualidade de ensino dos cursos de nível superior, em particular dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, e a respeito deles falaremos a seguir.

2.2 Os exames de larga escala no Brasil para avaliação da qualidade dos cursos de nível superior e do desempenho dos alunos: o ENADE

De forma geral, as avaliações educacionais, e mais especificamente as de larga escala, estão preocupadas com resultados. Algumas orientam-se por insumos (por exemplo, infraestrutura) e processos (métodos de ensino, estrutura curricular etc.), embora diversos estudos apontem para uma baixa correlação entre o desempenho

dos estudantes e essas variáveis, fenômeno que pode ser explicado não apenas pelo fato de elas não permitirem a apreensão da qualidade da escola, mas em função de os testes não serem eficazes na mensuração desta qualidade (FERNANDES; GREMAUD, 2009). Segundo inúmeros críticos da realização de exames de larga escala, esta ocorrência, a da não eficácia dos testes na apreensão da qualidade das instituições escolares, pode advir da constatação de que as escolas têm a sua ação guiada para a consecução de inúmeros objetivos, nem todos eles passíveis de mensuração ou quantificação.

Duas iniciativas foram empreendidas na década de 1990 no sentido de realizar avaliações institucionais no campo da educação de nível superior: o Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB) e o Exame Nacional de Cursos (ENC-Provão) (SILVA; LOPES; CASTRO, 2016). O PAIUB, que consistia na criação de comissões internas nas IES para autoavaliação, não progrediu. Em substituição a ele, estabeleceu-se o “Provão”, um sistema de avaliação de larga escala que tornaria a prova obrigatória para a expedição do diploma. Além do “provão”, também seriam realizadas visitas de Avaliação das Condições de Oferta (as ACOs) que, procuravam avaliar aspectos tais como características do corpo docente, alcance dos projetos pedagógicos e qualidade da infraestrutura das instituições (BERTOLIN; MARCON, 2015).

Instituída por meio da medida provisória n. 1.159, de outubro de 1995, a avaliação foi realizada anualmente (entre 1996 a 2003) junto a mais de 600 cursos, sendo que os cursos, por áreas, foram objeto de aferição a cada três anos:

Assim, de uma perspectiva de avaliação institucional e processual, que estava sendo construído pelo PAIUB, chegou-se a uma avaliação com ênfase nos resultados de exames. Sem destacar o processo de aprendizagem e as condições institucionais, o ENC-Provão limitou-se à mensuração do resultado final através de uma prova (SILVA; LOPES; CASTRO, 2016, p. 394).

As IES levantaram algumas objeções ao “Provão”, em especial quanto ao fato de que esse sistema de auditoria ignorava a autoavaliação das próprias instituições; ainda, o sistema acabava sendo utilizado para a construção de *rankings* classificatórios, na sua maioria com a intenção de construir uma imagem de qualidade junto ao mercado para fins comerciais. No entanto, apesar das críticas, e segundo o que era preconizado pela OCDE, o Decreto 2.026/96 deixou claro que a avaliação tinha como objetivo identificar

taxas brutas e líquidas de matrícula, disponibilidade de vagas para novos alunos, taxa de evasão e de aprovação, tempo médio de conclusão do curso, níveis de qualificação docente, razão aluno/professor, tamanho médio das classes, custo por aluno, percentual dos custos da educação superior no total gasto com educação pública, percentual do PIB (produto interno bruto) gasto com Educação Superior (DIAS SOBRINHO, 2010, p. 204).

Os resultados do ENC eram expressos por meio de conceitos (A, B, C, D e E) associados a porcentagens fixas: fosse qual fosse a distribuição de escores, tínhamos a adequação dos resultados à curva gaussiana (iguais porcentagens de A e E, porcentagens próximas em B e D, e maior concentração de resultados no conceito C). Mesmo que a totalidade dos alunos obtivesse escores baixos (o que era quase uma regra nos testes), a “normalização” dos resultados transmitia a falsa ideia de excelência em alguns cursos ou IES. Posteriormente, o MEC alterou os critérios de avaliação, usando como parâmetros a média e o desvio-padrão, melhorando (embora não totalmente) o ranqueamento dos indivíduos e cursos (VIANNA, 2003).

Em 2003, já no governo de Luiz Inácio Lula da Silva, uma Comissão Especial de Avaliação foi criada para elaborar um diagnóstico e propor um sistema de avaliação que não se limitasse à auditoria do desempenho dos alunos. A proposta foi materializada no projeto do SINAES (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior), que buscou distanciar-se da racionalidade mercadológica e se aproximar das aspirações da comunidade acadêmica, desejosa de também participar do processo avaliativo e de avaliar atributos mais associados a práticas e metas pedagógicas (FERNANDES; NAZARETH, 2011). Assim, o ENADE, exame de larga escala realizado trienalmente junto a graduandos de todas as áreas de formação, tem sido, desde 2004, o principal instrumento para aferir o aprendizado de alunos de graduação e mensurar a qualidade dos cursos e das instituições de educação de nível superior.

Segundo Dias Sobrinho, o SINAES materializou “a aliança orgânica entre a regulação [...] e a avaliação, integrada por múltiplos instrumentos, e contando com a participação da comunidade acadêmico-científica, das autoridades das IES e de membros da comunidade civil” (DIAS SOBRINHO, 2010, p.209).

A implantação do SINAES, desde o princípio, pautou-se pela necessidade de avaliar a performance dos alunos a partir de dois eixos: o dos requisitos básicos exigidos pelas Diretrizes Curriculares Nacionais e o das escolhas e particularidades

de cada IES, reconhecidos os direitos à identidade e à diversidade dos projetos pedagógicos:

O SINAES propunha a avaliação institucional interna e externa como o eixo central do sistema avaliativo. Esse processo deveria ser contínuo e envolver os diferentes atores – professores, estudantes, funcionários – não só como avaliados, mas também como sujeitos da avaliação e corresponsáveis pela construção da qualidade da educação superior. A todos os atores, guardadas as respectivas especificidades, seriam dadas oportunidades de participação ativa nos processos, o que os tornaria corresponsáveis pela construção da qualidade da educação superior (DIAS SOBRINHO, 2010, p. 209/10).

O processo de avaliação do SINAES foi elaborado para reunir: a) a avaliação institucional (interna, por meio das CPAs, e externa, realizada pelo INEP); b) a avaliação do curso (por meio das respostas ao Questionário de Avaliação Discente, ao questionário dos coordenadores, professores e CPA, e ao questionário dos alunos quando da inscrição para a prova do ENADE); e c) a avaliação do desempenho dos estudantes ingressantes e concluintes por meio da prova do ENADE.

A prova do ENADE, por sua vez, deveria reunir itens de formação geral (referentes a interpretação de texto e raciocínio lógico-analítico e que respondiam por 25% da nota final) e de conhecimentos específicos (referentes a 75% da nota final). Em ambos os casos, seriam aplicadas questões objetivas e dissertativas. Em relação aos cursos de licenciatura, seriam adicionados itens específicos sobre conteúdos pedagógicos¹¹. Antes da avaliação, os alunos responderiam a questões sobre a percepção a respeito da qualidade do curso realizado. Finalmente, no dia da avaliação, os concluintes responderiam a questões relacionadas à percepção do grau de dificuldade da prova, da aderência dos itens ao conteúdo desenvolvido ao longo do curso e da aderência do formato dos itens em comparação às avaliações aplicadas pela IES durante a graduação (ÁLVARES; CAMPOS; GOMES, 2015).

Quanto ao ENADE, o exame também tinha como proposta avaliar as IES em função do diferencial que haviam sido capazes de produzir no desempenho dos alunos. Por isso, as primeiras provas foram aplicadas junto a alunos ingressantes e

¹¹ A opção por separar conhecimentos específicos de conhecimentos pedagógicos reproduz, de certa forma, o fato de os cursos de licenciatura organizarem-se a partir do modelo do “3+1, que separa os estudos envolvendo aspectos pedagógicos dos saberes relativos à especialidade” (FONSECA; SANTOS, 2015, p. 2).

alunos concluintes¹², o que permitia a estimativa de um indicador de diferença de desempenho (IDD), ou seja, media-se o quanto o curso havia proporcionado aos alunos em termos do desenvolvimento de competências e habilidades (BRITO, 2008c). Segundo Bittencourt, Viali, Casartelli e Rodrigues (2008), o cálculo do IDD objetivava tratar de maneira mais equitativa as instituições públicas e privadas, já que os alunos das primeiras, dada a dificuldade de ingresso e de aprovação nos vestibulares, poderiam apresentar um diferencial independentemente da qualidade do curso. Assim, para o cálculo do IDD, o desempenho dos alunos concluintes era relativizado pelo desempenho de alunos ingressantes de outras IES com o mesmo perfil.

Para Primi, Silva e Bartholomeu (2018), a proposta do IDD era a de permitir o cálculo do valor agregado, quer dizer, da taxa de mudança em função da exposição do aluno ao ambiente educacional. Como pressuposto, considerava-se que o curso havia sido capaz de desenvolver o aluno em termos de suas competências e habilidades, tendo como parâmetro de comparação a sua condição quando ingressante.

A iniciativa de incorporar o conceito de IDD na avaliação do ENADE gerou controvérsias quando das primeiras aplicações do exame: segundo Schwartzman (2005), em algumas avaliações descobriu-se que os graduandos apresentavam desempenho inferior aos ingressantes nos itens de Formação Geral, que versavam sobre biodiversidade, diversidade social, redes sociais, globalização e outros temas contemporâneos. Assim, durante o tempo em que a proposta do cálculo do IDD a partir das notas de ingressantes e concluintes foi mantida, uma série de estudos analisaram os resultados comparativos dos dois grupos, em especial com relação aos itens de formação geral (interpretação de texto e raciocínio lógico-analítico). Várias foram as explicações aventadas: a) a semelhança dos resultados obtidos por ingressantes e concluintes resultava do número reduzido de itens e do preparo recente dos ingressantes para os vestibulares (VERHINE; DANTAS; SOARES, 2006);

¹² A participação dos alunos no exame sempre foi obrigatória, embora até o momento não seja feita outra cobrança que não a presença do aluno. Em outras palavras, não há qualquer punição para o estudante que não acerte sequer uma questão; assim, os resultados da prova apenas penalizam as IES e os professores responsáveis pelas disciplinas cujos conteúdos foram objeto de exame (BAUER; ALAVARSE; OLIVEIRA, 2015, p. 1370). A respeito deste assunto, Rocha e Ferreira (2017) lembram que o MEC anunciou, em 2005, que a nota do ENADE poderia ser utilizada como critério para ingresso em cursos de pós-graduação, talvez como uma estratégia para minorar o boicote de alunos e instituições às provas. No entanto, esta proposta ainda não foi concretizada.

e b) a *expertise* do graduando estaria muito mais focada nas habilidades específicas, em detrimento de conhecimentos generalistas, tal como apresentavam os ingressantes¹³; e c) era necessário considerar que os resultados obtidos em itens de Formação Geral poderiam estar muito mais associados ao capital cultural dos alunos do que ao desenvolvimento intelectual promovido pela instituição (SCHWARTZMAN, 2005).

Nos termos da proposta original, a prova, “muito mais que a constatação de um estado, [era] uma interrogação sobre o processo de aprendizagem e de formação, com o objetivo de conhecer os avanços, superar as dificuldades e atribuir um sentido ao processo educativo” (DIAS SOBRINHO, 2010, p. 214). Em resultado, o exame não buscava apenas medir as capacidades de interpretar informações e estabelecer relações, mas também “averiguar as capacidades de o estudante fazer escolhas valorativas, posicionar-se na vida social, propor soluções para situações-problema e questionar consistentemente a realidade” (DIAS SOBRINHO, 2010, p. 214).

O SINAES também instituiu o Conceito Preliminar de Curso (CPC), resultado da combinação de várias medidas, tais como as notas dos alunos, o IDD, a nota dos ingressantes, e características do corpo docente (titulação e regime de trabalho para os cursos) e o Índice Geral de Cursos (IGC), média ponderada dos cursos de graduação e de pós-graduação, se existentes. Os resultados obtidos pelas instituições determinariam o acesso a recursos de convênios (FIES e PROUNI), bem como a disponibilização ou não de recursos do BNDES¹⁴.

As provas deram origem a uma nota, dentro de uma escala de cinco pontos: se a IES obtivesse notas entre 3 e 5, o curso era avaliado positivamente. Caso a avaliação resultasse em uma nota inferior a 3, a IES deveria firmar com o MEC um termo de compromisso para a solução das deficiências. Em outras palavras, os cursos e as IES sofriam as consequências das notas baixas alcançadas pelos seus alunos. Ainda, o conjunto de avaliações promovidas pelo SINAES permitiria o cálculo do Índice Geral de Cursos (IGC) e do Conceito Preliminar de Curso (CPC), mensurado a

¹³ Em 2011, a prova passou a ser aplicada apenas junto aos alunos concluintes, embora ainda segundo um cronograma trienal de realização das avaliações. As razões para essa mudança foram de ordem financeira. O INEP afirma ser o IDD, atualmente, calculado por meio da comparação entre os resultados do ENEM dos alunos concluintes e os resultados obtidos nas provas do ENADE. Tal análise comparativa não é possível de ser realizada a partir dos dados abertos publicados pelo INEP.

¹⁴ Tal como o previsto, por conta das punições no caso de desempenho insuficiente dos alunos, as IES passaram a priorizar os conteúdos abordados nas provas, bem como começaram a realizar cursos preparatórios para os exames (BERTOLIN; MARCON, 2009).

partir das informações dadas pelos discentes em questionários apropriados (DIAS SOBRINHO, 2010)¹⁵.

Claro está que o fato de ser atribuída uma nota ao desempenho dos alunos e, em consequência, uma nota que avalia a performance da IES, pressupõe ser possível medir habilidades, competências e aspectos cognitivos dos sujeitos que participam das avaliações. A pergunta que emerge desse contexto refere-se às possíveis estratégias para elaborar instrumentos capazes de medir essas habilidades de tal forma que, caso este aluno seja submetido a várias avaliações em relação a uma mesma habilidade, tenhamos resultados semelhantes e confiáveis. Em outras palavras, a ideia de mensuração pressupõe estabilidade nos instrumentos de medida para que, ao menos hipoteticamente, os resultados obtidos a partir do uso de dois instrumentos distintos para mensurar as habilidades e competências sejam próximos (FLETCHER, 2010). Tais questionamentos dizem respeito às qualidades psicométricas dos exames de larga escala, e sobre estas características falaremos em seguida.

2.3 As características psicométricas das avaliações de larga escala e a pesquisa acadêmica com foco no ENADE

Medidas envolvem um certo grau de erro, e o trabalho dos que formulam instrumentos de avaliação é o de procurar diminuir ao máximo esses erros, não apenas na formulação dos itens, mas também nas inferências estatísticas e projeções dos resultados para a população. Assim, as provas envolvem falhas que são passíveis de correção (FLETCHER, 2010). Medir, portanto, envolve o conhecimento do grau de erro tanto na elaboração do instrumento, quanto nos procedimentos de medida e análise dos resultados (FLETCHER, 2010). Ainda, é importante ressaltar que a validação de um instrumento de medida requer que sejam consideradas as consequências sociais provenientes da utilização dos seus dados para a formulação de políticas públicas, mudanças nos currículos escolares ou nas formas de gestão das unidades educacionais.

¹⁵ É necessário reconhecer a dificuldade na realização de análises comparativas dos resultados trienais. Para Verhine, Dantas e Soares (2006), um dos obstáculos é a constante revisão da matriz de referência dos cursos, o que altera o conteúdo cobrado trienalmente. “Nesse caso, é o próprio conceito de qualidade que é instável, o que dificulta a tomada de decisões das instituições e formuladores de políticas públicas no sentido de atingir um patamar, no mínimo, satisfatório” (VERHINE; DANTAS; SOARES, 2006, p. 304).

Apesar dos erros nos quais incorrem, os instrumentos de avaliação são fundamentais para estabelecer um referencial mais objetivo e menos sujeito aos vieses dos examinadores (SARTES; SOUZA-FORMIGONI, 2013). Para Meneses (2013), as medidas realizadas por meio de avaliações de grande escala pretendem ser objetivas, em substituição aos juízos pessoais, avaliando os sujeitos com base nas mesmas exigências (MENESES, 2013). Em consequência, as reflexões a respeito de um instrumento de avaliação costumam envolver a sua consistência interna (se há consistência entre as respostas dadas a diversos itens), as possibilidades de generalização dos resultados da prova e a estabilidade dos resultados ao longo de tempo (ou seja, se o instrumento é capaz de medir o conteúdo ou as habilidades dos indivíduos caso estejamos em situações diferentes, ou avaliando grupos distintos daqueles inicialmente avaliados) (FLETCHER, 2010).

As avaliações de larga escala podem ser realizadas de forma censitária ou amostral, e diferenciam-se quanto ao uso dos instrumentos, em geral referenciados a norma ou a critério¹⁶. Quando referenciados a critério, são fixados parâmetros mínimos de competência, de forma a estabelecer pré-requisitos. Assim, tradicionalmente, os instrumentos referenciados a critério avaliam a consecução de objetivos fixados pelo sistema educacional; em outras palavras, eles partem do pressuposto de que todos os sujeitos são capazes de aprender e atingir determinado nível de capacitação (VIANNA, 1998). No caso de instrumentos referenciados a critério, a condição do sujeito em relação ao grupo não é levada em consideração, embora possa gerar ações corretivas em relação a domínios específicos.

Quando referenciados a norma, os instrumentos medem o desempenho dos indivíduos em relação ao grupo. O grupo é a norma a partir da qual cada sujeito será avaliado, apesar de os resultados não indicarem o quão competente ele é em relação aos conteúdos avaliados. Assim, os instrumentos referenciados a norma coletam dados sobre as diferenças entre os sujeitos, concentrando-se em obter a maior variabilidade possível em relação ao desempenho. Quanto maior a variabilidade nos

¹⁶ Há um terceiro modelo, que combina os instrumentos referenciados a critério e a norma; neste terceiro modelo, é utilizado inicialmente um teste de critério e, depois, realizado um teste de norma. Assim, depois de avaliados em termos de critérios pré-definidos, os indivíduos são avaliados em relação ao grupo.

resultados dos indivíduos, melhor o instrumento, já que ele consegue discriminar e identificar a posição de cada sujeito em relação ao conjunto¹⁷.

O valor de um teste reside na sua capacidade de gerar comportamentos que resultem em um bom indicador do fenômeno que se pretende investigar. No campo da educação, em geral, estes testes são realizados para identificar atitudes, percepções ou valores em relação a determinados objetos, ou para verificar a capacidade cognitiva dos sujeitos no que respeita a conteúdos. Com esse objetivo, a psicometria desenvolveu duas grandes teorias a respeito dos testes quantitativos (ou sujeitos à quantificação): a TCT – Teoria Clássica do Teste – e a TRI – Teoria de Resposta ao Item.

Segundo Fletcher (2010), a teoria clássica tem sido defendida em função de ela funcionar a partir de um processo muito simples (a “soma de pontos”), procedimento esse que qualquer professor em sala de aula, de forma intuitiva, utiliza e consegue entender. Esta teoria, também, tem oferecido resultados razoavelmente precisos e discriminatórios, o que facilita sua disseminação e sobrevivência. No entanto, é importante acrescentar a possibilidade de ocorrência de alguns vieses no uso da TCT, a saber: a) a TCT lida com respostas certas ou erradas, quer dizer, mede aptidões identificadas a partir de comportamentos ou resultados visíveis e palpáveis; b) como a psicometria afastou-se da teoria psicológica, os testes com base na TCT perderam qualidade nos constructos que os orientam, embora tenham desenvolvido instrumentos para aumentar a precisão da medida. Desse modo, quando do uso da TCT, *pressupõe-se* que o instrumento esteja medindo o que realmente deseja medir (PASQUALI, 2013).

A teoria clássica, em geral, tem como base três fundamentos: a pontuação verdadeira, a pontuação empírica e o erro da medida (BAZÁN, 2018). A pontuação verdadeira resulta da soma da evidência empírica com o erro da medida, ou seja, a pontuação verificada empiricamente se faz acompanhar de um erro estimado, e esse

¹⁷ Caso um determinado item seja respondido por todos os indivíduos, sugere-se que ele seja retirado do teste referenciado a norma; de forma contrária, nos instrumentos referenciados a critério, caso o item envolva a concretização de um objetivo de extrema importância, ele será mantido no instrumento (VIANNA, 1998). Segundo Vianna (2003), no caso de instrumentos referenciados a norma, os indicadores de resultados são, em geral, a média, o desvio-padrão e o escore “z”, supondo-se que os resultados obedeçam a uma distribuição normal. Os escores costumam assumir valores em função do intervalo entre mais ou menos 3 desvios-padrões, sendo que a média corresponde à zero. Segundo Vianna (2003), embora satisfatória do ponto de vista dos técnicos, essa escala é de difícil entendimento “para a grande massa, sendo, então, transformada, acrescentando-se um fator multiplicativo pré-definido, o desvio-padrão requerido, e um outro fator aditivo, igualmente pré-definido, a média desejada”.

erro deve ser calculado para que se possa, ao menos em termos de probabilidade, mensurar o valor verdadeiro. Em outras palavras, a pontuação empírica não é a pontuação verdadeira, mas tão somente uma maior aproximação do valor verdadeiro por meio de medidas que podem ter vieses, presumivelmente por conta de erros aleatórios (MENESES, 2013).

A principal característica da TCT é a utilização dos resultados obtidos em testes por meio dos escores brutos; portanto, instrumentos que usam a TCT para a sua elaboração precisam levar em consideração as possibilidades de erro induzidas pelo próprio teste ou outros erros aleatórios. A comparação dos resultados de diferentes instrumentos elaborados a partir da TCT é dificultada em função da impossibilidade de comparar formas distintas de medir um determinado constructo; portanto, a comparação é feita por meio da variância dos erros de todos os indivíduos (SOARES; AMORIN; SILVA, 2018), ou seja, o paralelismo entre testes se dá por meio da comparação das variâncias dos erros de medida (MENESES, 2013).

A abordagem a partir da TRI é distinta da TCT. Segundo Meneses (2013), a proposta da TRI supõe a existência de relações entre as pontuações e uma variável latente, a partir das quais são construídas curvas probabilísticas dos itens do teste, e moduladas as respostas em termos da capacidade de o sujeito discriminar cada item, a dificuldade do item e a probabilidade de acerto devido ao acaso. Dessa forma, no caso da TRI, o item é a base do instrumento, e o que importa é a probabilidade de o item ser respondido pelo sujeito em função de uma variável latente, não observável (por exemplo, aptidão para cálculos matemáticos). Assim, um modelo matemático modula a habilidade do aluno (variável observável), a variável latente (não observável) e as características do item. Quanto maior for a proficiência do aluno em relação ao que é cobrado no item, maior a probabilidade de ele oferecer a resposta correta. Por isso, a TRI tem o seu foco na qualidade dos itens e trabalha a partir da construção de armazéns ou bancos de itens válidos (quer dizer, itens capazes de avaliar traços latentes), a partir dos quais são construídos os instrumentos de avaliação.

A base da TRI são os modelos matemáticos que mostram a probabilidade de o sujeito responder ao item em função das características do item e dos seus traços latentes (ANDRADE; LAROS; GOUVEIA, 2010). Os traços latentes são características dos indivíduos que só podem ser mensuradas de forma indireta, por meio de outras variáveis secundárias que com esses têm relações. Uma das vantagens no uso da TRI é que ela permite identificar as respostas dadas ao acaso, já que é possível

verificar a incoerência nas respostas aos itens (por exemplo, o acerto de itens difíceis e o erro nos itens fáceis, sobre o mesmo conteúdo). Este modelo torna possível, inclusive, que candidatos com maior número de acerto possam ter notas mais baixas do que candidatos com menos acertos (MOREIRA JÚNIOR, 2010). Este é um aspecto que explica os motivos de o uso da TRI ter se intensificado a partir da década de 1990, quando o avanço tecnológico permitiu o desenvolvimento de *softwares* capazes de lidar com algoritmos complexos (TAVARES, 2013). Como bases epistemológicas, a TRI fundamenta-se nos postulados da unidimensionalidade (ou seja, é exigido que o teste meça apenas uma habilidade, ou um único constructo, ou uma única variável latente, embora saibamos que o desempenho humano envolve inúmeras e simultâneas habilidades) e o da independência local (quer dizer, as respostas aos itens são estatisticamente independentes) (TAVARES, 2013).

Tanto instrumentos elaborados a partir da TRI quanto da TCT podem ser investigados por meio da análise fatorial, uma análise multivariada que objetiva reduzir um grande número de variáveis a algumas poucas identificadas como determinantes. No caso específico dos instrumentos com base na TRI, também é possível realizar estudos sobre o DIF (*Differential Item Functioning*). Esta investigação ocorre por meio da análise das relações existentes entre a variável latente e a outras variáveis, tais como as relacionadas à etnia, às características demográficas e ao gênero. O objetivo, nesse caso, é o de identificar (e, se possível, quantificar) qual a influência que variáveis exercem em determinados grupos em termos de uma maior probabilidade de acerto de itens (ANDRADE; LAROS; GOUVEIA, 2010)¹⁸. Explicando: caso determinado grupo de pessoas apresente uma mesma habilidade, todas devem apresentar a mesma probabilidade de acerto de um item, independentemente de fazerem ou não parte de algum grupo específico. Assim, segundo Primi, Carvalho, Miguel e Silva (2010), a análise do DIF presta-se justamente a garantir que os itens funcionem da mesma maneira para diferentes grupos de pessoas, portanto, medindo o constructo da mesma maneira. Se há maior ou menor probabilidade de acerto/erro quando considerados grupos diferentes, então está identificado o DIF e violado o

¹⁸ Primi, Carvalho, Miguel e Silva (2010, p. 384) dão um exemplo simples de ocorrência de DIF: se uma questão tiver sua compreensão facilitada para determinado grupo por conta do uso de uma gíria regional, haverá, para esse grupo, uma vantagem em relação aos outros. Dessa forma, uma dimensão importante, e que aparece de forma diferente em dois grupos, é a causa da DIF.

princípio de unidimensionalidade (em outras palavras, há outra dimensão além daquela desejada e que interfere no resultado).

Pode-se combinar as duas teorias, a TRI e a TCT, para avançar no conhecimento a respeito da qualidade do teste (ANDRADE; LAROS; GOUVEIA, 2010; SARTES; SOUZA-FORMIGONI, 2013). Por exemplo, resultados obtidos a partir de instrumentos com base na TCT podem ser reavaliados para que possamos identificar os traços latentes nos indivíduos, comparando os escores totais com a probabilidade de acerto na resposta ao item (SOARES; AMORIN; SILVA, 2018). Qualquer que seja a técnica, entretanto, deve-se atentar para o fato de que tanto o uso da TCT quanto da TRI envolvem um conhecimento bastante profundo da psicometria; não é à toa, portanto, que os professores e a sociedade como um todo tenham uma imensa dificuldade em interpretar corretamente os resultados das avaliações em grande escala, conformando-se a tão somente atentar para o caráter de ranqueamento das instituições. Essa é a base de outras críticas em relação às avaliações em grande escala, quais sejam, a publicidade dos seus resultados: em geral, os relatórios produzidos são extremamente técnicos, quase que inacessíveis aos professores, pais e alunos que não têm formação específica em estatística e técnicas psicométricas. Essa talvez seja a contestação maior, já que, incompreendidos pelas pessoas supostamente interessadas, os resultados podem gerar poucas ações concretas, ou melhor, um número reduzido de intervenções eficazes no processo educativo (VIANNA, 2003). Ainda, conforme também explica Vianna (1998),

os planejadores de currículo, com base nas capacidades e nos níveis de desempenho dos estudantes, podem julgar quais as sequências de experiências de aprendizagem mais adequadas aos diversos grupos de estudantes. Já os administradores, a partir das mesmas informações, podem avaliar a eficiência dos programas e determinar se a instituição está realmente realizando os seus objetivos (VIANNA, 1998, p. 146).

A prova do ENADE é elaborada com base na TCT, mas o tratamento dos seus resultados aproxima o teste à avaliação referenciada a norma. Não há critérios mínimos a serem atingidos, e a nota final, resultado do desempenho dos alunos nos itens de Formação Geral e Formação Específica, é recalculada em função da média e do desvio-padrão de todas as notas obtidas na área em todo o país. Este processo busca “normalizar” os resultados obtidos, já que as notas dos cursos se distribuem em torno da média zero e do desvio-padrão de 1; então, temos a posição relativa de cada

curso em relação a outros da área, de forma a não ser possível comparar a excelência de um curso com a excelência de outro (em outras palavras, a excelência de um curso de Nutrição não pode ser comparada à excelência de um outro de Química) (SCHWARTZMAN, 2005). Nesse mesmo sentido, Rudá e Silva (2020) levantam outra possibilidade, qual seja, a de um curso mediano ou de qualidade inferior ser alçado ao posto máximo não em função de suas qualidades, mas das deficiências dos outros cursos. Como resultado, este procedimento de “normalização” acabaria por mascarar os resultados, já que permitiria desconfiar da capacidade de a prova medir o que pretendia medir.¹⁹

Para Primi, Silva e Bartholomeu (2018), a concepção da prova do ENADE (e que participa de forma significativa na avaliação da IES) pressupõe a existência de uma relação entre o desempenho do estudante e a qualidade do curso, relação esta que a prova, presumivelmente, é capaz de mensurar. No entanto, o objetivo dos cursos de nível superior é o de formar profissionais de nível superior. Nesse sentido, para Verhine e Dantas (2009), a proposta de avaliar os cursos superiores por meio de exames de larga escala peca por não levar em consideração o fato de que as profissões de nível superior não exigem acumulação de conhecimento, tampouco memorização: o que caracteriza um bom profissional é o conjunto de competências e habilidades desenvolvidas ao longo do bacharelado ou da licenciatura, conjunto esse muito difícil de ser apreendido por meio de exames padronizados. Ainda, o fato de o comparecimento à prova ser obrigatório, sem qualquer outra exigência quanto à obtenção de nota mínima, dificulta a análise dos resultados relacionados ao desempenho.

Embora estudos já realizados mostrem que a qualidade dos cursos parece ser menos responsável pelo desempenho do que outras variáveis – por exemplo,

¹⁹ A expectativa de resultados distribuídos “normalmente” tem permeado a elaboração e a análise de dados provenientes de avaliações de larga escala. Assim, a crença de que a curva gaussiana representa o comportamento da maior parte dos fenômenos da natureza torna esta distribuição um padrão “desejado” dos resultados, assumindo como justificável o desempenho fraco de uma parcela dos sujeitos (FENDLER; MUZAFFAR, 2008). Em outras palavras, os pesquisadores acabam por ajustar comportamentos ao formato da curva gaussiana: sendo esperado que a maior parte dos indivíduos obtenha notas em torno de média, ficando alguns bem acima dela e outros bem abaixo dela, normaliza-se o fracasso daqueles que não conseguem atingir o valor mínimo (a “média”) com a justificativa que este é justamente o comportamento “esperado”. No caso de exames de larga escala na área educacional, ao assumir a desigualdade como “normal”, as instituições abdicam do seu papel transformador – ou seja, da sua função maior de abrir oportunidades iguais para todos – conformando-se em tão somente servir aos propósitos de ranquear desempenhos, identificar os mais bem-sucedidos e reproduzir modelos apoiados na meritocracia e no darwinismo social (FENDLER; MUZAFFAR, 2008).

conhecimento prévio, competências desenvolvidas anteriormente e motivação do estudante –, inúmeros pesquisadores vêm utilizando os dados divulgados pelo INEP para compreender aspectos mais específicos de determinados cursos ou áreas do conhecimento e para refletir sobre o desempenho dos alunos nessa avaliação. Em particular, os pesquisadores têm aproveitado os resultados das provas e do processo avaliativo do SINAES para analisar o cenário brasileiro da educação de nível superior, bem como para propor mudanças e ações para a melhoria do ensino e do desempenho dos alunos.

A tradição de pesquisa tendo como objeto de estudo o ENADE tem se constituído a partir de dois eixos: a) os estudos sobre as qualidades psicométricas das provas do ENADE; b) os estudos sobre os resultados obtidos a partir da aplicação das provas do ENADE; em particular, os dados obtidos por meio da aplicação do questionário socioeconômico e das perguntas sobre a percepção da prova têm constituído um valioso material para análise e reflexão a respeito dos cursos, das instituições e dos alunos que estão no nível superior.

A seguir, investigaremos a pesquisa acadêmica com foco no processo de avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes por meio do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Estas pesquisas foram selecionadas em função de terem utilizado dados e informações oferecidas pelo SINAES, tanto em relação aos processos internos e externos às IES, quanto no que diz respeito ao desempenho dos alunos e às suas características demográficas e socioeconômicas.

2.4 A pesquisa acadêmica com foco no ENADE

Inúmeras pesquisas têm sido realizadas a respeito do ENADE e dos seus resultados. Segundo pesquisa realizada por Canan e Eloy (2016) junto a 21 coordenadores da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (RS), o uso dos resultados do ENADE pelo setor público tem estimulado as IES na direção de estratégias de gestão para as universidades com base nos dados oferecidos pelo INEP, embora tal procedimento nem sempre esteja associado, necessariamente, ao debate sobre a qualidade dos cursos e do ensino proporcionado pelas instituições. De forma geral, estas acabam por adotar ações junto aos últimos semestres letivos dos cursos com o objetivo de preparar os alunos para as provas,

procedimentos esses que servem para mascarar os resultados e a avaliação como um todo. Afinal, um bom conceito no ENADE permite às IES a manutenção dos cursos ou a abertura de novos, bem como contribui para uma menor ou maior visibilidade das instituições no mercado. Assim, apesar de o processo avaliativo colocar os professores diante da necessidade de discutir práticas e resultados, organização didático-pedagógica e capacitação docente, ele acaba apenas se prestando para a criação de *rankings* de instituições.

O estímulo ao estabelecimento da CPA, Comissão Própria de Avaliação, instância que faz parte do processo avaliativo do SINAES, também é um aspecto positivo da proposta de avaliação dos cursos e das instituições. Para Lôrdele e Pontes (2009), o fato de a instituição ser instada a participar da aferição da qualidade do ensino sinaliza a disposição de o setor público estabelecer um diálogo maior com a comunidade acadêmica, envolvendo no processo membros da sociedade civil, funcionários, professores, alunos e egressos. Há que se considerar, porém, que a participação dos diversos agentes no processo de avaliação não se dá de forma fácil, tampouco eficaz. Em outras palavras, embora previsto em lei que cada IES constitua sua própria comissão, as regras dão às instituições toda autonomia para nomear os membros da CPA e plena liberdade para decidir sobre os instrumentos a serem utilizados na avaliação. Embora aparentemente democráticas, essas regras acabam por não estimular as instituições para o preparo (por meio de cursos de capacitação) da comissão, sequer tornando obrigatória alguma remuneração para seus participantes. Assim, corre-se o risco de não estarem asseguradas a qualidade e a validade das decisões levadas a cabo pela comissão, deixando aos próprios agentes a função de planejar e executar ações que defendam os interesses de toda a comunidade acadêmica, sem priorizar estes ou aqueles atores (LÔRDELO; PONTES, 2009). Ainda em relação ao trabalho da CPA, em pesquisa realizado junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Tenório e Argollo (2009) identificaram problemas no processo de implantação e condução da avaliação da CPA. Por meio de entrevistas com os membros da CPA, os autores buscaram compreender o processo de estabelecimento da comissão, as repercussões da avaliação institucional no ambiente da IES e as percepções dos agentes em relação

ao desempenho da CPA nos termos que estão previstos na legislação²⁰. Como conclusão, identificaram dificuldades na transposição para a prática do processo previsto pela lei, em geral, associadas à falta de conhecimento técnico e desinteresse por parte dos membros da comissão.

Por meio de entrevistas semiestruturadas com oito coordenadores dos cursos de Biologia, Física, Matemática e Química de cinco IES privadas do Distrito Federal, Sousa e Souza (2012) discutiram as ações das IES com base na performance dos alunos no ENADE 2008; com esse objetivo, os autores identificaram que “as IES não se organizam satisfatoriamente para discutir os resultados obtidos e analisar qual a melhor forma de utilizá-los, em uma perspectiva pedagógica” (SOUSA; SOUSA, 2012, p. 249). Ainda, os entrevistados demonstraram incompreensão quanto à importância da avaliação interna prevista pelo SINAES, supervalorizando a performance dos alunos na prova e implantando aulas preparatórias para incrementar o desempenho discente nesta etapa do processo avaliativo²¹.

A análise do conteúdo das provas tem estimulado pesquisadores na direção de estudos com os mais diferentes focos. Por exemplo, Costa e Martins (2014) buscaram reconstruir a Matriz de Referência das provas para os cursos de Licenciatura em Física dos ENADE dos anos de 2005, 2008 e 2011. Para isso, selecionaram 90 itens do componente específico das provas de Licenciatura de Física que, posteriormente, foram analisados de acordo com palavras-chave, comandos de construção, objetos do conhecimento e complexidade da questão. A análise realizada por Costa e Martins (2014) mostrou “a concentração de questões em algumas células da MR e, de outro lado, várias células vazias, indicando a prevalência de certos perfis/recursos, em detrimento de outros” (COSTA; MARTINS, 2014. p 3401-1). Ainda, os autores identificaram que “a maioria das questões foi percebida pelos alunos como ‘média’ ou ‘difícil’, sendo o ENADE 2011 a edição mais difícil, com 72% dos itens apreendidos como ‘difíceis’” (COSTA; MARTINS, 2014. p 3401-1).

Silva (2006) utilizou os dados do INEP para avaliar o desempenho das universidades do Estado do Rio de Janeiro entre os anos de 1996 e 2004 nas provas

²⁰ Segundo Tenório e Argollo (2009, p. 109), os processos internos de avaliação têm a intenção de produzir informações sobre a instituição, suas atividades e seus serviços, e “identificar fragilidades e as potencialidades nas dez dimensões previstas em lei; tornar mais efetiva a vinculação da instituição à comunidade; prestar contas à sociedade”.

²¹ Os coordenadores também discutiram o boicote dos alunos às provas: uma das formas de a comunidade discente protestar contra o ENADE tem sido a de comparecer ao exame, mas não realizar a prova, o que prejudica a avaliação da IES e introduz viés nos resultados dos exames.

do ENC (1996 a 2003) e do ENADE (2004). Por meio da técnica de Análise Fatorial das Correspondências, a autora investigou as associações existentes entre as universidades e a nota obtida nas avaliações, identificando que as instituições públicas apresentaram melhor desempenho em ambos os sistemas (ENC e ENADE).

Brito (2008b) analisou os resultados dos alunos de licenciatura e bacharelado em Matemática a partir da prova do ENADE de 2005, traçando não apenas um perfil socioeconômico, mas também identificando o desempenho dos concluintes em relação ao conteúdo específico cobrado na avaliação. Segundo Brito (2008b), os alunos apresentaram um fraco desempenho na prova, podendo-se aferir que "muitos deles não dominam a maioria dos temas essenciais previstos nas diretrizes curriculares" (BRITO, 2008b, p. 47). Em termos do perfil socioeconômico, a autora concluiu que os alunos "têm renda relativamente baixa, cursaram o ensino médio em escolas públicas, trabalham durante o dia e estudam no período noturno em IES privadas." (BRITO, 2008b, p. 47).

Bittencourt, Viali, Casartelli e Rodrigues (2008) examinaram os dados das provas do ENADE de 2004 a 2006 com o objetivo de verificar a associação entre o IDD e o conceito ENADE dos cursos participantes da prova. Para isso, utilizaram técnicas estatísticas bivariadas (tal como o cálculo do coeficiente de Kappa) e descritivas: de acordo com os autores, o coeficiente de concordância calculado para o cruzamento entre os conceitos ENADE e IDD foi de $k = 0,14$, um nível considerado pobre, de acordo com as referências usualmente utilizadas. Bittencourt, Viali, Casartelli e Rodrigues (2008) também investigaram o desempenho dos alunos por região (e os estudantes das regiões Sudeste e Sul apresentaram desempenho superior aos de outras regiões), e identificaram a existência de associação entre o IDD e conceito ENADE (se a UF apresenta média de conceito ENADE mais elevada, também apresenta um IDD mais alto).

Beltrão e Mandarinó (2014) trabalharam conjuntamente os dados do Censo da Educação Superior (entre 1995 e 2010), do ENADE (de 2004 a 2011) e do Censo Populacional (2010) para elaborar o perfil dos concluintes de Matemática (cursos de bacharelado e de licenciatura). Como resultado, Beltrão e Mandarinó (2014) identificaram, por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), três principais fatores: Fator 1, associado à afluência socioeconômica (escolaridade dos pais, escola cursada no Ensino Médio e renda familiar); Fator 2, associado à autonomia e independência financeira; e Fator 3, associado ao número de familiares corresidentes

e renda familiar. Comparativamente aos graduandos de outras áreas de conhecimento, os graduandos de Matemática foram os que apresentaram menor padrão socioeconômico; dentre os graduandos das áreas de formação de professores, os concluintes de Matemática são os que apresentaram maior padrão socioeconômico e, os licenciados em Matemática, o menor. Finalmente, os graduandos em Matemática têm menos autonomia financeira do que alunos dos cursos de tecnologia e Engenharia.

Bastos, Gondim, Souza e Souza (2011) estudaram os dados provenientes do ENADE de Psicologia de 2006. Dentre os resultados obtidos, os autores identificaram que o tipo e a natureza da instituição formadora (se privada ou pública e, no caso de instituições públicas, se da esfera municipal, estadual ou federal) e a existência ou não de cursos de pós-graduação na IES eram fatores associados a um melhor ou pior desempenho dos alunos. Assim, embora todos os alunos tivessem apresentado escores baixos, os alunos das IES públicas federais e estaduais mostraram desempenho superior aos alunos das IES privadas e públicas municipais (tanto nos itens de formação geral quanto nos de formação específica). No caso dos alunos ingressantes, uma possível explicação seria a concorrência nas instituições públicas federais e estaduais que, naturalmente, selecionaria candidatos mais bem preparados em termos de formação geral. Em relação à associação existente entre os resultados da formação geral comparativamente aos de formação específica, Bastos, Gondim, Souza e Souza (2011, p. 11) mostram uma correlação positiva (embora moderada) nos resultados das duas etapas de avaliação, sendo a correlação mais forte nas IES públicas federais ($r = 0,362$) do que nas IES particulares ($r = 0,33$), nas IES municipais ($r = 0,11$) e nas IES estaduais ($r = 0,06$). Os autores ainda investigaram diferenças no desempenho dos alunos no que respeita aos eixos estruturantes da formação do psicólogo e identificaram traços latentes por meio de análise fatorial; por meio dessa análise, identificaram resultados similares aos já encontrados, nos quais a natureza administrativa da instituição formadora está associada a níveis diferenciados de desempenho e probabilidades de erro/acerto. Finalmente, foram observadas diferenças no desempenho dos alunos em função de as IES terem ou não pós-graduação, sendo essas diferenças perceptíveis tanto nos escores de componentes de formação geral quanto nos de componentes específicos.

Também com base no ENADE de Psicologia de 2006, Primi, Hutz e Silva (2011) realizaram a análise fatorial dos itens da prova e construíram mapas de referência

para caracterizar as competências e as habilidades dos alunos. Em especial, Primi, Hutz e Silva (2011) buscaram entender se as provas do ENADE haviam atingido os objetivos propostos pelo INEP. Para a consecução desta proposta, os autores fizeram uso da Teoria de Resposta ao Item, intentando identificar os constructos latentes passíveis de serem inferidos por meio do desempenho. Como resultados, os autores demonstraram ser extremamente complexo mensurar, por meio de uma avaliação constituída por 40 perguntas, os constructos associados a competências. Como estas referem-se à mobilização de informações, procedimentos e habilidades em torno de situações problema, a operacionalização da avaliação (em particular, se for em larga escala) torna-se bastante difícil (PRIMI; HUTZ; SILVA, 2011). Ainda, segundo Primi, Hutz e Silva (2011), a análise das correlações entre os itens da prova mostrou a existência de uma baixa magnitude de correlação nos erros e acertos de vários itens. Para os autores, tal resultado sugere que cada item funciona como uma prova única, ou seja, que conhecimentos específicos são verificados em cada item, não havendo relação entre os conteúdos dos diversos itens. A análise fatorial realizada pelos autores identificou a existência de três principais fatores explicativos da estrutura dos dados: Fator 1, associado às habilidades básicas de leitura e interpretação na resposta a itens envolvendo fatores culturais e sociais; Fator 2, associado às respostas às questões dissertativas; Fator 3, associado às competências envolvidas em investigações científicas, incluindo a interpretação de dados estatísticos. Primi, Hutz e Souza (2011) também realizaram estatísticas da ANOVA (Análise de Variância) para teste das diferenças entre o desempenho dos alunos no ENADE e os conceitos dos cursos, e verificaram as relações entre o IDD e o conceito do ENADE (àquele momento, os ingressantes também realizavam a prova).

Com relação ao ENADE de Psicologia de 2006, Primi, Carvalho, Miguel e Silva (2010) analisaram os itens da prova, buscando identificar itens com tratamento diferencial (DIF) quando comparados dois grupos de alunos: concluintes e ingressantes, e alunos de instituições públicas e privadas. Como resultados, os autores apontaram que, aproximadamente, 30% dos itens apresentavam diferencial. O primeiro conjunto de itens com DIF envolvia itens com baixa discriminação, identificados como itens com problemas de formulação, o que teria favorecido ingressantes: estes alunos, provavelmente, haviam conseguido contornar a ambiguidade da pergunta por meio de aceções mais comuns; em contrapartida, os concluintes, com mais conhecimento, haviam sido conduzidos ao erro por conta da

má formulação do enunciado. O segundo conjunto de itens com DIF reunia itens de conteúdo específico, e que teriam favorecido alunos concluintes e da rede pública, sugerindo melhores e diferenciadas oportunidades de aprendizagem para esses estudantes.

Primi, Silva e Bartholomeu (2018) utilizaram os dados do ENADE de Administração de 2006 (de ingressantes e concluintes) e analisaram a parcela de variância da prova associada à qualidade dos cursos, em comparação à parcela de variância da prova associada a outras variáveis (perfil do ingressante, por exemplo). A questão colocada pelos autores é se a variância da prova associada à qualidade do curso é suficiente para distinguir grupos distintos de qualidade, tal como é realizado pelo INEP em relação às notas atribuídas aos cursos em função do desempenho dos alunos. Em outras palavras, a variância associada ao valor agregado durante o curso deve ser suficiente para que os cursos e as IES sejam avaliadas. Como variáveis independentes, os autores utilizaram o tipo de escola, a escolaridade dos pais, a renda familiar, a forma de sustento e trabalho do aluno, o desempenho nos itens de conteúdo específico e o desempenho nos itens de formação geral. Em resultado, identificaram que grande parte da variabilidade das médias é determinada pelo perfil socioeconômico e conhecimento prévio dos alunos, o que significa que a qualidade do curso influencia pouco no desempenho na prova. Resumindo, a prova não avalia o que se propõe a avaliar, e a composição de níveis de qualidade a partir do desempenho dos alunos é um procedimento cuja validade parece comprometida.

A partir das informações coletadas na prova aplicada junto aos concluintes dos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química, no ENADE 2011, Fonseca e Santos (2015) analisaram "conceitos dos cursos; sexo e renda familiar dos estudantes; número de concluintes que frequentaram escola pública; representações dos alunos sobre a integração dos currículos dos cursos, contribuição profissional destes, dentre outros itens" (FONSECA; SANTOS, 2015, p. 3). Dentre os resultados encontrados, os autores identificaram que "71,1% dos sujeitos afirmaram que os momentos de contextualização não estão presentes em todas as disciplinas [...]. Ao menos em parte, esses fatores tendem a promover um ensino descolado do macrocontexto social" (FONSECA; SANTOS, 2015, p. 7), o que impede que os egressos sejam inseridos na realidade profissional de forma eficaz.

Freitas, Barbosa, Vieira e Miranda (2015) investigaram as relações existentes entre a percepção dos coordenadores de cursos de Contábeis e Administração em

relação ao Relatório do Curso fornecido pelo INEP e o CPC obtido pelas IES no ENADE 2012. O Relatório consolida os dados sobre perfil e desempenho dos alunos, comparando erros e acertos dos alunos da IES em relação ao desempenho médio nacional. Ainda, traz os resultados da percepção dos alunos sobre a qualidade de ensino oferecido pela IES por meio da avaliação de aspectos associados à estrutura do curso e à infraestrutura da instituição. Por meio de Análise Fatorial Exploratória e Análise de Regressão Linear Múltipla, Freitas, Barbosa, Vieira e Miranda (2015) identificaram dois fatores explicativos: um, representando percepções positivas em relação ao uso do Relatório; outro, reunindo variáveis associadas a uma percepção mais crítica sobre a utilização dos dados do INEP. Para o estudo de regressão, Freitas, Barbosa, Vieira e Miranda (2015) utilizaram a nota obtida pelo curso no ENADE 2012 como variável dependente; as variáveis independentes foram os escores fatoriais obtidos por meio da AFE (Análise Fatorial Exploratória), a categoria administrativa da IES, a organização acadêmica da IES, o gênero dos gestores, o tempo de experiência dos gestores com o cargo, a titulação dos gestores, a titulação acadêmica dos gestores e a região da IES. A análise estatística mostrou que os cursos cujos gestores percebiam o Relatório de forma mais positiva apresentaram desempenho superior na prova, ou seja, quanto mais positiva a percepção do gestor sobre a qualidade e a utilidade do Relatório, maior o CPC; quanto mais crítica, menor o CPC. Ainda, apesar de gestores do sexo feminino serem apenas 33,7% da amostra, o modelo de regressão mostrou que estes estavam correlacionados a maiores notas²².

Os dados do INEP referentes às provas de 2006 (e que envolveram mais de quatrocentos mil alunos, de 15 diferentes cursos) permitiram que Vendramini e Lopes (2016) verificassem que alunos ingressantes com bolsas ProUni apresentavam escores mais elevados do que ingressantes com outras modalidades de bolsas de estudos e não bolsistas. Em relação aos concluintes, os que eram bolsistas da própria instituição apresentavam escores maiores em relação aos bolsistas ProUni e não bolsistas. Tendo em mente a relação entre os programas de financiamento estudantil e o provável desempenho no ENADE, e utilizando os dados das provas de Administração 2015, Bezerra e Tassigny (2018) mostraram que, comparativamente ao conjunto de alunos que realizaram a prova, aqueles que tinham vínculos com programas do tipo ProUni e FIES apresentavam probabilidade de desempenho

²² É importante considerar que a pesquisa foi realizada após a divulgação do Relatório e das notas do CGC das avaliações realizadas em 2012.

superior. Com base em outros estudos e no referencial teórico pesquisado, os autores mediram a influência de diversas variáveis no desempenho dos alunos na prova, variáveis tais como gênero, estado civil, escolaridade dos pais, escola onde cursou Ensino Médio, região da IES, categoria da IES, renda familiar, número de pessoas no domicílio, horas por dia dedicadas ao estudo, ocupação do aluno, etnia, intervalo de tempo entre a conclusão do Ensino Médio e o ingresso no Ensino Superior, vocação/motivação para o curso escolhido, qualidade do corpo docente da IES e vínculo com programas de financiamento estudantil. Como resultado, Bezerra e Tassigny (2018) mostraram que a probabilidade de um desempenho superior em relação aos demais estudantes ocorreu nos casos de: alunos que somente estudavam (não trabalhavam); tinham benefício do ProUni; eram do sexo masculino; tinham idade menos avançada; tinham pais com elevado grau de escolaridade; possuíam níveis superiores de renda; moravam com um menor número de pessoas no domicílio; haviam estudado em escolas privadas no Ensino Médio; mostravam-se motivados para a realização do curso; podiam dedicar mais horas ao estudo; estudavam em IES públicas; eram da região Sudeste; e tinham uma percepção positiva em relação à qualidade de ensino oferecido pela IES.

Rudá e Silva (2020) analisaram o desempenho dos alunos de Psicologia do estado da Bahia no ENADE 2015. As variáveis investigadas foram organização acadêmica da IES (se universidade, faculdade ou centro universitário), categoria administrativa da IES (pública ou privada) e indicadores do desempenho dos alunos. Os autores testaram quatro hipóteses, quais sejam: a) os alunos baianos apresentariam desempenho semelhante aos estudantes de Psicologia do restante do país; b) as IES da capital teriam desempenho semelhante às do interior do estado; c) as universidades teriam desempenho superior às demais organizações acadêmicas; e d) as instituições públicas apresentariam desempenho superior às privadas. Com exceção da última hipótese, as demais foram confirmadas pela análise dos dados.

Outros trabalhos procuraram estabelecer um diálogo entre os dados obtidos pelo ENADE e a metodologia da TRI. Camargo, Camargo, Andrade e Bornia (2016) aplicaram o modelo da TRI aos resultados dos alunos de Ciências Contábeis no ENADE de 2012, e concluíram que a prova foi capaz de mensurar a proficiência dos estudantes em diferentes níveis de domínios cognitivos, caracterizados da seguinte forma: a) o Nível 1, associado aos domínios relativos à leitura, à interpretação de textos e ao raciocínio quantitativo; b) o Nível 2, correspondente à adição dos domínios

de raciocínio lógico e visão sistêmica aos domínios anteriores; e c) o Nível 3, que somava conhecimento interdisciplinar, capacidade crítico-analítica e aplicação dos conteúdos aos domínios anteriores. Segundo os autores, os estudantes apresentaram proficiências muito baixas (75% dos alunos ficaram abaixo do nível 1; dos 47 mil alunos que prestaram o exame, apenas 85 alcançaram o nível 3). A análise dos dados permitiu identificar, também, que os alunos que cursaram ensino médio em instituições públicas, ou que tinham pai e mãe com escolaridade de nível superior, ou que dedicavam mais horas de estudo, ou que estudavam em IES públicas tinham médias de proficiência superiores.

Trabalho semelhante foi desenvolvido por Walter, Henning, Kornrath, Bornia e Sternadt (2019) que, com base nos dados do ENADE de 15 mil alunos de Engenharia de Produção de 2014, identificaram a probabilidade de acerto dos itens da avaliação em função do grau de dificuldade e da chance de acerto casual. Assim, aplicaram os modelos da TRI aos dados do INEP, submetendo-os a uma escala na qual: o nível 1 avaliava habilidades de leitura, interpretação e raciocínio quantitativo; o nível 2 adicionava às habilidades anteriores outras relacionadas a raciocínio lógico, conhecimento interdisciplinar, raciocínio crítico e analítico e capacidade de abstração; e o nível 3 agregava visão sistêmica aos domínios anteriores. Como resultado, os pesquisadores concluíram que quase dois terços da amostra se encontravam abaixo do nível 1 da escala, panorama muito similar ao encontrado por Camargo, Camargo, Andrade e Bornia (2016).

Mata (2016) utilizou os microdados do INEP referentes às provas de Engenharia Civil de 2005 e 2008 para analisar as habilidades e competências exigidas e o desempenho dos alunos nestas avaliações. Como resultado, a autora identificou que as análises psicométricas pela TCT e pela TRI não apresentaram características de complementariedade, tal como o ocorrido em outros estudos. Ainda, as informações obtidas a partir da aplicação das provas não apresentaram bons ajustes psicométricos, e a consistência interna (medida pelo Alpha de Cronbach) revelou baixa confiabilidade dos dados.

Cerqueira, Carvalho e Bizerra (2020) utilizaram os microdados do ENADE de 2015 para traçar o perfil demográfico e socioeconômico dos estudantes da Universidade Católica de Pernambuco, e para identificar as forças e fraquezas dos cursos que foram objeto de avaliação naquele ano (Administração, Direito, Ciências Econômicas, Psicologia, Ciências Contábeis, Teologia, Jornalismo e Publicidade e

Propaganda): dos graduandos, 89% eram solteiros, 65% eram brancos, 35,3% tinham pai com ensino superior; 36,2% tinham mãe com ensino superior; 30,8% tinham renda familiar de 10 a 30 salários mínimos; 45% não tinham renda e os gastos eram financiados pela família; 57% não trabalhavam; 88,7% não ingressaram por meio de políticas de ação afirmativa; 81% tinham escolas privadas como origem; 31,3% leram de três a cinco livros no ano, exceto os indicados na bibliografia; 43,4% estudavam de uma a três horas por semana; 36,2% escolheram o curso por vocação e 82,3% escolheram a IES por qualidade e reputação. Em relação aos itens avaliados no Questionário do Estudante, os estudantes identificaram como aspectos positivos a oportunidade para o aumento da capacidade de reflexão e para o desenvolvimento de pensamento crítico, o desenvolvimento de uma formação integral como cidadão e profissional, a qualidade do corpo docente, as experiências diversificadas na formação profissional e alguns aspectos da infraestrutura. Como aspectos negativos, os estudantes identificaram a ausência de inovação nas estratégias de aprendizagem, a ausência de monitores, a baixa associação entre conteúdo e prática, a deficiente relação entre professor e aluno, e a não realização de intercâmbios.

2.5 Algumas considerações sobre o contexto das pesquisas com base nos dados do INEP

De forma resumida, a pesquisa bibliográfica tendo como objeto os estudos com base nos dados do INEP mostrou a predominância de pesquisas nas áreas de Contabilidade e Administração de Empresas (ENADE 2006 e 2012), de Engenharia (ENADE 2005, ENADE 2008 e ENADE 2014) e de Psicologia (ENADE 2006 e ENADE 2015). Uma possível explicação para este fenômeno pode ser o fato de essas áreas estarem, sistematicamente, em contato com processos de *accountability*, e com o uso de técnicas psicométricas ou estatísticas para avaliação de resultados.

Também foram frequentes os estudos tendo como objeto os cursos de Licenciatura em Matemática e Física (ENADE 2005, ENADE 2008 e ENADE 2011), em Biologia (ENADE 2008) e em Química (ENADE 2008 e ENADE 2011), ou para análise do desempenho, ou para a compreensão das matrizes de referência. Investigações envolvendo o perfil dos alunos ingressantes e concluintes identificaram a renda relativamente baixa dos estudantes dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, em geral oriundos de escolas públicas, que trabalham

durante o dia e estudam no período noturno. Nessa direção convergiram também os resultados a respeito das associações entre perfil socioeconômico e desempenho, indicando que, quanto mais elevada a condição socioeconômica da família do aluno, melhor o desempenho do estudante.

A condição socioeconômica de origem do estudante (e que, muitas vezes, determina o ingresso em instituições de melhor ou pior qualidade) também se mostrou relevante no caso de outros cursos: no caso do ENADE 2006 de Psicologia, alunos das IES públicas federais e estaduais apresentaram melhor desempenho comparativamente aos alunos das IES privadas e públicas municipais (tanto nos itens de formação geral quanto nos de formação específica). Na mesma direção, no ENADE 2006 de Administração grande parte da variabilidade das médias era determinada pelo perfil socioeconômico e conhecimento prévio dos alunos.

Outro resultado relevante tem relação com a análise do desempenho dos alunos em função do ingresso e da permanência no curso por conta de bolsas de estudo: investigação junto aos estudantes que participaram do ENADE 2006 e do ENADE 2015 identificou que os ingressantes com bolsas ProUni apresentavam escores mais elevados do que ingressantes com outras modalidades de bolsas de estudos e não bolsistas. Em contrapartida, no que respeita aos concluintes, os bolsistas da própria instituição apresentavam escores maiores em relação aos bolsistas ProUni e não bolsistas.

Em relação aos estudos realizados a partir dos bancos de dados abertos do INEP, há inúmeros exemplos de investigações que buscaram ampliar o conhecimento sobre o ensino superior e o desempenho dos alunos. Lima, Ambrósio, Ferreira e Brancher (2019) realizaram extensa revisão sistemática da literatura, buscando identificar os tipos de análise realizada a partir dos dados do ENADE e do ENEM, e publicados sob a forma de artigos de periódicos ou de conferências, dissertações e teses publicados entre 2005 e 2016. Por meio da busca na base de dados *Google Scholar*, os autores retornaram 39 trabalhos relacionados ao ENADE (número significativamente maior do que os 17 trabalhos sobre o ENEM), sendo que aproximadamente 50% desses tinham como foco o desempenho e o rendimento dos alunos; outras temáticas estavam associadas à pesquisa sobre conhecimento/conteúdo, elementos administrativos, testagem/desenvolvimento de ferramentas, avaliação/estrutura do exame e formação/qualificação docente. Técnicas estatísticas e de mineração de dados foram as principais ferramentas de análise

utilizadas, em especial os testes e modelos de regressão linear e a análise fatorial com o uso dos pacotes estatísticos SPSS, Matlab e STATA.

No próximo capítulo, discutiremos a importância da inclusão de conteúdos de HFC no ensino de Ciências e Matemática. Comprovada a relevância da abordagem histórica e filosófica da ciência na educação científica, refletiremos sobre a necessária presença destes conteúdos nos cursos de formação docente. Buscaremos identificar, também, os obstáculos endógenos e exógenos à inclusão de HFC nos cursos de licenciatura.

3. A INCLUSÃO DE CONTEÚDOS DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NAS PROVAS DO ENADE 2017 PARA OS CURSOS DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA, FÍSICA, MATEMÁTICA E QUÍMICA

Neste capítulo, identificaremos o quadro institucional relacionado à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas do ENADE, e identificaremos os critérios para a seleção dos itens que foram objeto de análise nesta pesquisa. Na sequência, discutiremos os itens escolhidos, seus conteúdos e a frequência de respostas dos alunos diante das alternativas apresentadas. Finalmente, apresentaremos os índices de facilidade e de poder discriminatório dos itens selecionados, de acordo com os critérios do INEP.

3.1 O quadro institucional em relação à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências no Ensino de Ciências e Matemática

Para Höttecke e Silva (2010), o quadro institucional referente ao ensino de Ciências envolve as leis e as regulamentações referentes aos conteúdos e às práticas pedagógicas, bem como a infraestrutura existente para dar conta destas; assim, os currículos previstos e os documentos normativos podem dar importantes pistas a respeito de como se supõe que a inclusão da HFC deva ser feita. Para Höttecke e Silva (2010), no caso específico do Brasil, a reforma do Ensino Médio (2000) priorizou algumas questões em relação ao campo da educação com a adoção dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (1998). Essas diretrizes, no entanto, deixaram a desejar quanto à implementação da HFC como um importante objetivo da educação científica, em particular quanto à sua operacionalização e às competências que deveriam ser desenvolvidas.

Em estudo realizado a partir de documentos de diferentes níveis jurisdicionais e dos discursos dos professores, Kato e Kawasaki (2011) investigaram como era percebida a contextualização do ensino para a Educação Fundamental e o Ensino Médio nos documentos da esfera federal, estadual e municipal²³. Para os autores,

²³ Esses documentos reúnem as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/DCNEM, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/PCNEM, a Proposta Curricular para o Ensino de Biologia para o 2º grau/PCEB, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental/PCNEF, a Proposta Curricular para o Ensino de Ciências e Programas de Saúde para o 1º grau/PCEC e o Movimento de Reorientação Curricular de Ciências/MRCC (KATO; KAWASAKI, 2011).

uma das vertentes de significados atribuídos à ideia de contextualização foi a compreensão do processo de inserção do conhecimento a partir de sua perspectiva histórica, filosófica e sociológica, “partindo-se da premissa de que a ciência é uma atividade humana, sendo, por isso, histórica, coletiva e impregnada pelas características sociais de sua época” (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 49). Assim, a busca por relações do conhecimento com elementos da cultura estaria explicitada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (1998), nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (1998) e na Proposta Curricular para o Ensino de Ciências e Programas de Saúde para o 1º grau (1991); a busca por relações entre o conhecimento e a HFC, por sua vez, estaria explicitada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e na Proposta Curricular para o Ensino de Ciências e Programas de Saúde para o 1º grau; finalmente, a inclusão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) estaria apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e na Proposta Curricular para o Ensino de Ciências e Programas de Saúde para o 1º grau (KATO; KAWASAKI, 2011). Evidentemente, não basta que a inclusão da perspectiva histórica esteja prevista nos documentos e normativos: é necessário que esta abordagem seja realizada da maneira correta, sem que seja privilegiada uma perspectiva linear e factual dos desenvolvimentos históricos, passando ao largo das contradições que permeiam o processo de desenvolvimento da ciência e enfatizando os elementos tecnológicos nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. “Sendo assim, é importante adotar-se uma abordagem que procure analisar criticamente estas relações envolvidas, na perspectiva de uma história crítica ou de uma ciência histórica.” (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 49).

A análise das Diretrizes Curriculares Nacionais²⁴ mostra que é desejado que o licenciando em Ciências e Matemática seja:

- X. crítico e criativo na identificação e resolução de problemas tecnológicos, considerando aspectos éticos, humanísticos,

²⁴ Expressas, para as Ciências Biológicas, na Resolução CNE/CES nº 07, de 11 de março de 2002 e na Resolução CNE/CP nº 01 de 18 de fevereiro de 2002; para a Física, na Resolução CNE/CES nº 09, de 11 de março de 2002 e na Resolução CNE/CP nº 01 de 18 de fevereiro de 2002; para a Matemática, na Resolução CNE/CES nº 3, de 18 de fevereiro de 2003 e na Resolução CNE/CP nº 01 de 18 de fevereiro de 2002; para a Química, na Resolução CNE/CES nº 8, de 11 de março de 2002 e na Resolução CNE/CP nº 01, de 18 de fevereiro de 2002.

- científicos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e políticos, em atendimento às demandas da sociedade;
- II. atento ao surgimento e desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis, com capacidade de integrá-las em seu fazer profissional;
- III. organizado, resiliente, propositivo e proativo em sua atuação profissional individual e em equipe, sempre atento às boas práticas na concepção e no gerenciamento de projetos de produtos, processos e serviços, com visão multidisciplinar, inovadora e empreendedora;
- IV. comprometido com a sua permanente atualização profissional e ciente da responsabilidade técnica em suas atividades (BRASIL, 2018^a).

Com relação à formação geral e às competências desejadas²⁵, o licenciando deve ser capaz de:

- X. fazer escolhas éticas, responsabilizando-se por suas consequências;
- II. ler, interpretar e produzir textos com clareza e coerência;
- III. compreender as linguagens como veículos de comunicação e expressão, respeitando as diferentes manifestações étnico-culturais e a variação linguística;
- IV. interpretar diferentes representações simbólicas, gráficas e numéricas de um mesmo conceito;
- V. formular e articular argumentos consistentes em situações sociocomunicativas, expressando-se com clareza, coerência e precisão;
- VI. organizar, interpretar e sintetizar informações para tomada de decisões;
- VII. planejar e elaborar projetos de ação e intervenção a partir da análise de necessidades, de forma coerente, em diferentes contextos;
- VIII. buscar soluções viáveis e inovadoras na resolução de situações-problema;
- IX. trabalhar em equipe, promovendo a troca de informações e a participação coletiva, com autocontrole e flexibilidade;
- X. promover, em situações de conflito, diálogo e regras coletivas de convivência, integrando saberes e conhecimentos, compartilhando metas e objetivos coletivos (BRASIL, 2018^a).

Em relação aos conteúdos da área de Educação e de cada área específica, as resoluções referentes às Diretrizes Curriculares Nacionais mostram as expectativas do Conselho Nacional de Educação. Assim, é esperado que: a) o licenciado em Biologia tenha desenvolvido, entre outras competências e habilidades, o entendimento do processo histórico de produção do conhecimento; na estrutura do curso, era recomendado “levar em conta a evolução epistemológica dos modelos explicativos dos processos biológicos” (BRASIL, 2001^a); em relação aos conteúdos curriculares

²⁵ Segundo Brasil (2011, p. 3), o termo “competência” equivale à capacidade de organizar, selecionar e mobilizar “conhecimentos, saberes, processos cognitivos, afetos, habilidades, posturas” para a ação, quando de uma situação-problema. A competência, portanto, envolve as formas como os indivíduos fazem uso de recursos cognitivos, afetivos e sociais para agir, atuar. É importante considerar, ainda, que as competências resultam da articulação de inúmeros recursos, e não apenas “a soma desses e de outros recursos para o enfrentamento de uma situação, como a resolução de um problema ou a tomada de uma decisão”.

básicos, é desejável que os cursos incluam conhecimentos básicos de “História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos” (BRASIL, 2001^a); b) o licenciado em Física tenha desenvolvido “uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos” (BRASIL, 2001b). As DCN para o curso de Física preveem a formação de quatro diferentes perfis de Físico: o pesquisador, o tecnólogo, o educador e o interdisciplinar²⁶. Como habilidades gerais, todos os perfis devem ser capazes de reconhecer “as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas” (BRASIL, 2001b). Como parte do núcleo comum, todos os cursos devem oferecer disciplinas complementares que incluam “outras ciências naturais, tais como Química ou Biologia e também as ciências humanas, contemplando questões como Ética, Filosofia e História da Ciência, Gerenciamento e Política Científica (BRASIL, 2001b); c) o licenciado em Matemática seja capaz de apreender relações entre a Matemática e outras áreas do conhecimento [e o educador, em especial], de “perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente” (BRASIL, 2001c). Dentre os conteúdos previstos, sugerem-se os relativos à Ciência da Educação, e HFC (BRASIL, 2001c); d) o licenciado em Química tenha, como parte de sua formação geral, “uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção” (BRASIL, 2001d); em relação à sua compreensão sobre a Química, deve ser capaz de reconhecer este conhecimento “como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político” (BRASIL, 2001d).

Em relação aos conteúdos pedagógicos, é esperado que o perfil do licenciado inclua atitude crítica, investigativa e colaborativa, o compromisso com a construção de uma sociedade mais justa e, também, o compromisso com

²⁶ As DCN preveem que o Físico-Pesquisador receba a titulação de Bacharel em Física; o Físico-Educador, de Licenciado em Física; o Físico Interdisciplinar, de Bacharel ou Licenciado em Física e área associada; o Físico-Tecnólogo, de Bacharel em Física Aplicada (BRASIL, 2001b).

a fundamentação epistemológica implicada nos estudos teórico-práticos, na investigação e na reflexão crítica no campo da educação, tendo em vista os conhecimentos filosófico, histórico, antropológico, ambiental-ecológico, psicológico, linguístico, sociológico, político, econômico e cultural (BRASIL, 2017).

Como uma das competências a serem desenvolvidas e avaliadas, está a de

conhecer a realidade dos diferentes espaços de atuação do Pedagogo e suas relações com a sociedade, de modo a propor intervenções educativas fundamentadas em conhecimentos filosóficos, sociais, psicológicos, históricos, econômicos, políticos, artísticos e culturais (BRASIL, 2017).

No que respeita aos conteúdos exigidos pelo INEP, a cobrança em relação aos conteúdos de HFC é significativa. De acordo com os relatórios-síntese dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Física, Matemática e Química, e em relação ao que o INEP esperava quanto às competências relacionadas à reflexão sobre conteúdos históricos e filosóficos da ciência, as portarias²⁷ referentes à avaliação do ENADE de 2017 determinaram que: a) no caso do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, e em relação aos conteúdos específicos, dentre outros aspectos, a prova incluísse “identificar e problematizar questões inerentes às Ciências Biológicas, incluindo seus aspectos científicos, históricos e filosóficos” (BRASIL, 2018^a); b) no que respeita ao curso de Licenciatura em Física, embora não fossem mencionadas quaisquer competências específicas relacionadas à HFC, a prova incluísse, como um de seus tópicos, a História e evolução conceitual da Física (BRASIL, 2018^b); c) com relação ao curso de Licenciatura em Matemática, a prova de conteúdos específicos avaliasse, entre outras, as competências dos alunos em “relacionar diferentes aspectos da evolução do conhecimento matemático” (BRASIL, 2018^c); d) no caso do curso de Licenciatura em Química, os conteúdos específicos fossem capazes de avaliar, dentre outros aspectos da formação profissional, a consciência do aluno quanto ao fato de a Química, enquanto ciência, ser uma construção humana, “compreendendo aspectos históricos e epistemológicos de sua produção e suas relações com contextos culturais, socioeconômicos e políticos” (BRASIL, 2018^d); ainda, a prova deveria incluir, nos seus conteúdos, a “História da Química no contexto

²⁷ Para as Ciências Biológicas, as Portarias Inep nos 471 e 472, de 6 de junho de 2017; para a Física, as Portarias Inep nos 496 e 497, de 6 de junho de 2017; para a Matemática, as Portarias Inep nos 507 e 508, de 6 de junho de 2017; para a Química, as Portarias Inep nos 511 e 512, de 6 de junho de 2017.

do desenvolvimento científico e tecnológico e a sua relação com o ensino de Química” (BRASIL, 2018d).

Assim, de acordo com as diretrizes educacionais preconizadas pelas instituições brasileiras do campo da educação, é desejada que os licenciandos tenham incluída, na sua formação, a reflexão sobre conteúdos históricos e filosóficos da ciência como forma de compreender o conhecimento científico como produção humana sujeita a determinados contextos históricos e sociais. Seja nas competências a serem desenvolvidas, seja nos conteúdos programáticos específicos para os cursos, é esperada uma perspectiva crítica em relação ao desenvolvimento científico, em especial para as condições de produção do conhecimento e para a compreensão de aspectos metodológicos e epistemológicos das ciências.

3.2 Os critérios para a seleção dos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas do ENADE, em 2017, dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Em 2017, participaram da prova os alunos graduandos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, de todo o país, que se formariam no ano seguinte ou que já tivessem cumprido ao menos 80% da carga horária total prevista pelo curso.

Para que pudéssemos selecionar os itens objeto da nossa análise, fez-se necessário, inicialmente, que estabelecêssemos critérios para a seleção dos itens que envolvessem ou dissessem respeito a conteúdos históricos e filosóficos das ciências. Assim, coube-nos decidir quais aspectos inseridos no campo da HFC seriam objeto da nossa atenção no curso de formação docente.

As controvérsias a respeito do significado da ciência marcaram – e ainda marcam – as narrativas sobre o desenvolvimento científico. A história da ciência, este conjunto de narrativas, constitui-se como uma área do saber na qual o objeto de estudo são os discursos críticos e progressivos, construídos sobre a natureza ou que buscam dar conta de explicar a natureza; em outras palavras, a história da ciência produz meta-discursos (ALFONSO-GOLDFARB, 2008): se a ciência de objetos naturais é fruto de um discurso a respeito deles (CANGUILHEM, 2009; MARTINS, 2004), a história da ciência busca compreender a construção histórica desses discursos e do conjunto de explicações oriundas de formulações hipotéticas e

posteriores verificações. “A história da ciência é a história de um objeto que é uma história e que tem uma história; por sua vez, a ciência é ciência de um objeto que não é história, que não tem história.”²⁸ (CANGUILHEM, 2009, p. 205, tradução nossa). Ainda, segundo o autor,

a ciência constitui seu objeto a partir do momento em que inventa um método para construir, através de proposições capazes de se organizar integralmente, uma teoria marcada pelo medo de ser pega em erro. [...] O objeto da história da ciência não tem nada a ver com o objeto da ciência (CANGUILHEM, 2009, p. 205, tradução nossa)²⁹.

Os fenômenos da natureza só se transformam em objetos científicos quando é produzido algum discurso destinado a explicá-los ou apreendê-los; em outras palavras, a ciência de objetos naturais é fruto de um discurso a respeito deles. Os objetos científicos materializam um segundo nível do objeto natural, que acaba por exercer a função de um pré-texto, e é desses objetos que se ocupa a história da ciência. Esses diferentes níveis podem ser assim explicados:

As ciências naturais são um estudo sobre a natureza [primeiro nível] e, como tal, correspondem a um segundo nível. Podemos supor que a natureza, em si, existe independentemente dos cientistas (a menos que adotemos uma postura filosófica idealista). A ciência natural, por outro lado, é uma reflexão humana sobre a natureza e é o produto primário da atividade dos cientistas (no sentido amplo). Além desses dois níveis (natureza e ciência) podemos ressaltar um terceiro, o dos estudos meta-científicos, que inclui a filosofia da ciência, a metodologia científica e a história da ciência. Esses estudos não se interessam por desvendar os fenômenos da natureza e sim por esclarecer alguns aspectos da atividade dos cientistas. Os historiadores da ciência não refletem sobre os fenômenos naturais e sim sobre os seres humanos envolvidos no estudo dos fenômenos naturais (MARTINS, 2004, p. 116).

À esta história da ciência da qual falamos não cabe julgar o passado para legitimar a ciência que é feita atualmente; sua principal tarefa é investigar como atitudes, noções e métodos foram superados (MORO ABADIA, 2009). Para Rossi (2000), isso significa “embaralhar as fábulas”, quer dizer, “reescrever e reinterpretar, em procurar (e eventualmente encontrar) dentro das tradições significados novos e ocultos.” (ROSSI, 2000, p. 17). Assim, o objeto da história da ciência é a historicidade

²⁸ No original: “La historia de la ciencia es la historia de un objeto que es una historia, que tiene una historia; mientras que la ciencia es ciencia de un objeto que no es historia, que no tiene historia”.

²⁹ No original: “es la ciencia la que constituye su objeto a partir del momento en el que inventa un método para construir, a través de proposiciones susceptibles de ser compuesta integralmente, una teoría marcada por el miedo a ser sorprendida en un error. [...] El objeto de la historia de la ciencia no tiene nada que ver con el objeto de la ciencia”

do discurso científico. “Em outras palavras, a história da ciência só é possível se for aceito que a ciência é um objeto histórico.” (MORO ABADIA, 2009, p. 197, tradução nossa).³⁰ Disso resulta que à história da ciência não cabe apenas perscrutar o passado, já que nem todo o passado deve, ou pode, ser perscrutado; ele só devo sê-lo se for de interesse ou de importância para a compreensão do passado daquilo que é atual e do que, embora passado, ainda permanece atual; ou, de acordo com a metáfora de Rossi (2000), daquilo que afundou no mar e daquilo que se manteve à tona, como tábuas e vestígios sobreviventes do naufrágio.

Assumimos, tal como Canguilhem (2009), que a teoria do conhecimento sem referências epistemológicas é uma meditação a respeito do vazio; em contrapartida, se a epistemologia não busca referências com a história da ciência, ela se torna supérflua. Lakatos caminha na mesma direção. Para ele, “a filosofia da Ciência sem história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega” (LAKATOS, 1971, p. 91, tradução nossa)³¹. Ou, como assinala Canguilhem, “a história da ciência é uma das funções, e não a mais simples, da epistemologia filosófica” (CANGUILHEM, 2009, p. 210, tradução nossa)³². Por isso, a filosofia tem relações mais estreitas com a história da ciência do que tem com a história ou com a ciência, tomadas individualmente. Ainda, “isso só é possível na condição de aceitar um novo status em sua relação com a ciência.” (CANGUILHEM, 2009, p. 201, tradução nossa)³³ e, em particular, aceitar que a epistemologia permite discernir os conhecimentos superados daqueles ainda válidos.

Neste contexto, a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos da ciência no ensino de Ciências e Matemática cumpriria um papel fundamental de oferecer aos professores a oportunidade de, ao invés de fornecer respostas aos alunos, estimulá-los na formulação de perguntas (MATTHEWS, 1989); ainda, a inclusão da HFC oporia resistência à percepção da ciência como resultado de um progresso contínuo, cumulativo e linear, no qual não há lugar para dúvidas, erros, ideias irracionais ou ambíguas (MARTINS, 2006). Ao incorporar a história e a filosofia da Ciência, o ensino

³⁰ No original: “Dicho de otro modo, la historia de la ciencia sólo es posible si se acepta que la ciencia es un objeto histórico.”

³¹ No original: “philosophy of science without history of science is empty; history of science without philosophy of science is blind.”

³² No original: “a historia de la ciencia es una de las funciones, y no la más sencilla, de la epistemologia filosófica.”

³³ No original: “esto sólo es posible a condición de aceptar un nuevo status em su relación com la ciencia.”

de Ciências e Matemática poderia auxiliar no esforço de humanizar as ciências, desenvolvendo o espírito crítico, dando significado ao que se diz em sala de aula e possibilitando a compreensão da ciência como parte de um sistema intelectual socialmente construído (MATTHEWS, 1995). Assim, segundo Matthews (1995, p. 172), o desenvolvimento do espírito crítico e a compreensão da ciência como processo social e historicamente contextualizado seria alcançado em função de a inclusão de História e Filosofia da ciência permitir motivar e atrair os alunos, humanizar as disciplinas de ciências, promover uma compreensão melhor dos conceitos científicos, compreender episódios fundamentais da história do conhecimento, demonstrar o caráter instável e em constante transformação da ciência, permitir uma atitude crítica em relação à ideologia cientificista e colaborar para a compreensão do significado de método e metodologia científica. Finalmente, seria fundamental oferecer aos alunos a oportunidade de entender as condições de produção do conhecimento científico, bem como a importância de fontes fidedignas para a busca de informações (ALLCHIN, 2013). Na mesma direção, Moura e Silva (2014) afirmam que a HC permite que se compreenda o processo de construção da ciência, bem como as formas como os cientistas trabalham e reagem às influências ambientais e institucionais, promovendo “a visão crítico-transformadora do licenciando, uma vez que possibilita aproximar o professor da historicidade do conhecimento científico, colocando-o como parte dessa história, promovendo sua postura crítica e ativa em relação à ciência” (MOURA; SILVA, 2014, p. 337).

Na década de 1980, a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos na educação científica recebeu um impulso significativo, passando a ser realizada a partir de dois distintos modelos: o inclusivo, que defende a introdução de episódios específicos em unidades de ensino na educação científica convencional, no formato de estudos de caso, o que permite ao docente escolher as situações em que os componentes da História da Ciência serão abordados; e o integrado, na qual a História da Ciência é a linha condutora de todo o conteúdo a ser trabalhado ao longo do curso (PRESTES; CALDEIRA, 2009). Nesse sentido, Khishfe e Lederman (2006) realizaram uma série de pesquisas junto a professores e alunos, buscando respostas às seguintes perguntas: como incluir conteúdos históricos e filosóficos da ciência no ensino de ciências? Essa inclusão deveria ser realizada no decorrer do ensino de conteúdos científicos específicos ou de forma não integrada com o ensino de ciências? Para Khishfe e Lederman (2006), não é possível afirmar qual estratégia

permitiria maiores benefícios e ganhos aos alunos, sendo essa uma questão ainda a ser respondida. De qualquer forma, independentemente do modelo escolhido, o que se preconiza aqui é a substituição da “visão tradicional do conhecimento como algo estável e seguro por algo dotado de complexidade que tem de se adaptar constantemente a diferentes contextos e cuja natureza é incerta” (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, p. 364).

Segundo Matthews, “um professor de ciências com conhecimento de HFC pode auxiliar os estudantes a compreender exatamente como a ciência apreende, e não apreende, o mundo real, vivido e subjetivo.” (MATTHEWS, 1995, p. 185). Para o autor, o conhecimento histórico e filosófico do professor é de significativa importância, mesmo que esse conhecimento não seja utilizado de forma explícita em sala de aula. Afinal, “há mais em um professor do que apenas aquilo que se pode ver em sala de aula.” (MATTHEWS, 1995, p. 188). Cachapuz, Praia e Jorge (2004), em adição, alertam para a importância do diálogo entre a prática dos professores de Ciências e a complexa realidade do mundo que nos cerca; para os autores, esse diálogo deve não apenas incluir a utilização de novas tecnologias, mas também pressupor a cooperação entre professores das mais diferentes áreas de saber, incluídas, em especial, as de humanidades, tornando indispensáveis, por parte dos docentes, contínuos esforços de atualização e de reflexão sobre os conteúdos programáticos. Assim, considerando que o professor é responsável por boa parte do que o aluno constrói em termos do conhecimento sobre a natureza da ciência, as transições de uma visão tradicional para aquela que entende a ciência como prática socialmente construída devem levar em consideração mudanças no quadro perceptual dos docentes e nas formas a partir das quais eles ensinam ciência (SILVA; FIGUEIRÔA; NEWERLA *et al.*, 2008).

Há muito, a inclusão da HFC no ensino de Ciências e Matemática busca se contrapor à abordagem que se centra na transmissão de conteúdo, e não na construção do conhecimento. A visão tradicional passa ao largo das tentativas, dos erros e do trabalho como resultado do esforço de grupos de pessoas, tão somente enaltecendo um fictício papel heroico e genial dos cientistas. Também ignora o fato de os cientistas trabalharem, às vezes, de forma contraditória, e de as teorias, em muitas ocasiões, tornarem-se hegemônicas menos pelo seu valor intrínseco e mais em função de conveniências ou de variáveis de ordem política (MARTINS, 2006).

De acordo com a perspectiva tradicionalmente difundida, os cientistas são pessoas objetivas, livres de quaisquer pressões sociais e econômicas,

desinteressadas e aptas à conquista da verdade. Em consequência, a construção do conhecimento é reduzida a um processo linear e evolutivo de acumulação do saber, isento de rupturas ou descontinuidades, no qual não há lugar para controvérsias sobre as formas de construção de teorias e conceitos, tampouco para a investigação das possíveis relações entre ciência, filosofia e religião (MARTINS, 2006). Segundo esta abordagem, nossos sistemas de crenças e valores apenas “atrapalham” a construção desse suposto sólido corpo de saber, como se a ciência não fosse, também, a materialização daquilo que nossos mitos, nossos sonhos e a nossa imaginação construíram para dar conta de explicar o mundo, como se o conhecimento científico não emergisse justamente das nossas construções mentais, estando por elas, inclusive, delimitados (MORIN, 2000).

Esta abordagem deformadora ajuda a disseminar uma concepção de ciência desvinculada de qualquer contexto social, negando-lhe o caráter de construção e de prática sociocultural, cujos desenvolvimentos sempre estiveram subordinados aos contextos sociais que deles emanaram (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001). Reducionista e a-histórica, ela valoriza os sentidos como únicas fontes legítimas do conhecimento, ignorando que os processos de observação e de experimentação são frutos de um anterior trabalho de reflexão e de formulação hipotética, e que os objetos do mundo real são distintos dos objetos teóricos da ciência (na maior parte das vezes elaborados como idealizações, e não como representações do mundo real) (MATTHEWS, 1995). Individualista e elitista, ela reforça a crença numa suposta neutralidade da ciência e incorre no erro de defender um único e superior método científico, subestimando as possíveis contribuições do pluralismo metodológico. A prioridade dada ao contexto da “descoberta” científica – em geral, por meio da experimentação –, também reforça uma falsa ideia de conhecimento seguro, exato e infalível (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001), cuja construção prescinde do diálogo com outras formas de saber. Para Saito (2010), essa abordagem tradicional apresenta as várias áreas do conhecimento isoladas umas das outras, como se entre elas não houvesse qualquer correspondência ou relação. A partir desta perspectiva, “o conhecimento científico é apresentado aos alunos como uma sucessão de fatos, organizados de forma lógica e cronológica, omitindo debates e outras questões ‘extra científicas’ que, direta ou indiretamente, estiveram ligadas no momento de sua formulação.” (SAITO, 2010, p. 5). De forma contrária, porém, as investigações históricas e filosóficas das ciências revelam que as “verdades científicas resultam de

negociações e consensos dentro de uma comunidade científica – que implicam, quase sempre, relações de poder – e não reflexos diretos da natureza” (SILVA; FIGUEIRÔA; NEWERLA *et al.*, 2008, p. 499).

Para Allchin (2014), a HFC pode contribuir, e muito, para a formação cidadã do aluno. Segundo Forato, Pietrocola e Martins (2011, p. 29), os episódios históricos podem ser utilizados para a discussão de “modelos de natureza da ciência de cada contexto sócio-histórico-cultural, e podem conferir significado às noções epistemológicas abstratas desvendando os diferentes processos que levaram à construção de conceitos (ARDURIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH, 2009, p. 1179)”. Para Moura (2014), a HFC tem se mostrado útil para a reflexão a respeito da NDC, já que envolve a gênese do conhecimento científico e reverbera as condições internas e externas que a determinaram³⁴. Neste sentido,

a Ciência não está enclausurada em uma bolha, invulnerável aos acontecimentos ao redor. O conhecimento científico é obra humana, e como homens pertencentes a uma sociedade – com seus modelos culturais, políticos, históricos, econômicos etc. –, eles trazem à Ciência suas concepções, crenças e anseios. Portanto, falar da natureza da Ciência aparentemente deve envolver o esclarecimento de sua indissociabilidade do mundo e da humanidade, de sua mutabilidade – assim como a dos homens –, de seus limites de validade (MOURA, 2014, p. 37)

A controvérsia diz respeito aos conteúdos tidos como relevantes para o estudo da NDC e, de forma resumida, duas abordagens são propostas: a de Lederman, denominada NOS (*nature of Science*, ou NDC) e a de Mathews, que privilegia os atributos da ciência (FOS, *features of science*). De fato, são tantos os componentes possíveis (ou não) de serem incluídos nesse domínio que, por exemplo, Allchin (2014) chega a sugerir a substituição do termo HFC por Estudos da Ciência, o que permitiria adicionar outros elementos (da sociologia, da antropologia, da psicologia, da literatura, da economia, da cultura, do feminismo e do marxismo) àqueles associados à HFC (JUDENSNAIDER; SANTOS, 2019).

³⁴ Para Moura (2014), pode-se privilegiar elementos ou características comuns a todas as ciências, tais como a mutabilidade do conhecimento, a inexistência de um método universal, as relações entre observação/experimento/teoria, além de aspectos como contexto social, imaginação, crenças pessoais etc. Também é possível privilegiar o conceito de semelhança familiar (*family resemblance*). Para Moura (2014, p. 35), “embora não necessariamente sejam idênticas em relação aos pressupostos metodológicos que adotam, as áreas da Ciência possuem semelhanças que as caracterizam como pertencentes a uma mesma família de bases e fundamentos teóricos, procedimentais e metodológicos”.

Lederman (2013) propõe que NOS privilegie questões epistemológicas relacionadas ao conhecimento científico por meio da seleção de sete elementos: o caráter empírico da ciência, as diferenças entre teorias e leis, a natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico, o fato de o processo de construção do conhecimento ser determinado por referenciais teóricos prévios dos cientistas, a contextualização social e cultural do conhecimento científico, o mito do método científico e o conhecimento científico como algo sujeito a transformações e mudanças. Para Lederman (2013), a reflexão sobre esses elementos permitiria compreender a ciência e os processos tecnológicos presentes no nosso dia a dia; auxiliar na tomada de decisão em questões que envolvessem ciência; compreender a ciência como parte de nossa cultura; aprender as normas adotadas pela comunidade científica e que estão associadas aos compromissos assumidos pela sociedade; e facilitar o aprendizado de conteúdos científicos.

Segundo Matthews (2012), os sete “mandamentos” de Lederman e seu grupo estão longe de terem o consenso da comunidade científica. Em relação ao caráter empírico da ciência, Matthews (2012) considera discutível a primazia da indução na construção do conhecimento já que, em grande parte, a abstração antecede a observação que, por sua vez, é sucedida pela inferência. Ainda, há outras discussões em aberto, de ordem filosófica ou não, como aquelas envolvendo as possibilidades reais de se apreender os fenômenos da natureza, o caráter simbólico dos objetos científicos, os elementos psicológicos envolvidos no processo de construção do conhecimento, e as diferenças culturais que determinam formas de ver a realidade. Em adição: se, por um lado, a lista orienta os professores e pesquisadores, ao menos realizando um “recorte”, por outro assume como estabelecidas as demarcações entre ciência e não ciência, o que, efetivamente, não ocorre de forma consensual na comunidade científica.

Por conta disso, Matthews ampliou o escopo dos temas relacionados à natureza do conhecimento, trazendo para a discussão alguns elementos da sociologia do conhecimento no campo do estudo da natureza da ciência (por exemplo, interesses políticos e comerciais no desenvolvimento científico, impactos da ciência nas relações sociais etc.). Assim, segundo Matthews (2012), deveriam ser incluídos outros temas na lista de Lederman: a experimentação na ciência, a idealização do trabalho científico, a elaboração de modelos para a apreensão da realidade, os aspectos envolvendo a fronteira entre a Sociologia e as ciências, a apologia da matematização

como atributo próprio dos campos científicos do saber, a influência do misticismo nas concepções científicas, o feminismo e a questão da racionalidade. Em outras palavras, a mudança de foco – de NOS para FOS – permitiria maior eficácia no difícil trabalho de traçar as fronteiras e os limites entre os vários objetos e os métodos de investigação dos diversos campos do saber, inclusive identificando com mais facilidade os critérios a serem incluídos no campo da HFC.

Para Matthews, “FOS também diz respeito aos processos, instituições e contextos culturais e sociais nos quais o conhecimento é produzido” (MATTHEWS, 2012, p. 16, tradução livre). Mais: a abordagem NOS não inclui, necessariamente, HFC (MATTHEWS, 2012). Por sua vez, Allchin (2014) defende que uma série de outros elementos, e que passaram a fazer parte do escopo de NOS, não necessariamente remeteriam à HFC.

Um exemplo da extensão de aspectos que podem ser abrigados no campo da HFC é o sistema de classificação de Acevedo-Díaz e García-Carmona (2015), que dividiram os conteúdos de interesse para o ensino de NDC em quatro grandes grupos: a) conteúdos relacionados à natureza do conhecimento científico propriamente dito (importância da teoria e da empiria, criatividade, imaginação, paradigmas, matematização e incerteza, dentre outros); b) conteúdos relacionados à CTS (tais como tecnociência, investigação e desenvolvimento e inovação); c) conteúdos relacionados à sociologia interna da ciência, incluindo as reflexões referentes à construção social do conhecimento, às competências profissionais, às dimensões privadas e públicas das ciências, ao relacionamento com os pares, à moral e à ética, e às discussões sobre gênero e feminismo; e d) conteúdos relacionados à sociologia externa (incluindo os problemas sociais, a responsabilidade social, o bem estar econômico, as instituições educacionais, o conhecimento escolar, a cultura, a divulgação social da ciência e o empoderamento social).

Ainda a respeito da controvérsia entre Lederman e Matthews, Allchin (2014) sugere que, antes de transmitir conhecimentos específicos sobre HFC, e mais produtivo do que engessar a questão da natureza do conhecimento a partir da elaboração de uma lista de conteúdo a serem discutidos ou apreendidos, é fundamental fornecer aos docentes e alunos as ferramentas que permitam a reflexão sobre os sentidos e os significados da ciência e que a tornem compreensível (ALLCHIN, 2014). Perspectiva semelhante é partilhada por Forato, Bagdonas e Testoni: “para os autores, e considerando a historiografia da ciência uma atividade

dinâmica, contextualizada e datada, que fundamenta distintas interpretações, [...] cada narrativa histórica pode mostrar diferentes aspectos da NDC [natureza da ciência] em um mesmo recorte histórico” (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017, p. 3512). Disso resulta que não há como propor uma lista de atributos a serem estudados no contexto da NDC, já que o próprio significado de ciência está sujeito a mudanças ao longo do tempo (VASCONCELOS, FORATO, 2018).

Mais importante do que facilitar ao professor o acesso a determinados conteúdos para a discussão de NOS em sala de aula, o trabalho de formação docente deve priorizar três aspectos fundamentais: explicitar a pluralidade metodológica; identificar estereótipos e mitos associados às ciências e a determinados episódios históricos; e reconhecer que as diferentes narrativas históricas a respeito de um mesmo episódio são resultado de diferentes interpretações (FORATO, BAGDONAS e TESTONI, 2017). Para Forato, Bagdonas e Testoni, “as abordagens historiográficas atuais exemplificam fatores epistêmicos e não epistêmicos envolvidos na elaboração de conceitos e teorias das ciências, que podem se modificar de um contexto para outro, de uma ciência para outra.” (FORATO, BAGDONAS; TESTONI, 2017, p. 3512). Em consequência, para evitar que os alunos construam uma imagem da ciência deturpada e reducionista, Forato, Pietrocola e Martins (2011) sugerem a utilização de episódios históricos para oportunizar a discussão sobre alguns aspectos da natureza da ciência, dentre eles os seguintes:

a) a natureza não fornece dados suficientemente simples que permitam interpretações sem ambiguidades; b) uma observação significativa não é possível sem uma expectativa preexistente; c) a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época; d) teorias científicas não podem ser provadas e não são elaboradas unicamente a partir da experiência; e) o conhecimento científico baseia-se fortemente, mas não inteiramente, na observação, evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 33).

Para Gil Pérez, Fernandez Montoro, Carrascosa Alís, Cachapuz e Praia (2001), embora não haja consenso a respeito dos conteúdos essenciais para a investigação da NDC, há alguma concordância em relação à natureza e às características do trabalho científico; assim, a educação científica poderia priorizar esses elementos, considerando-se que

a essência da orientação científica - deixando de lado toda a ideia de “o método” - se encontra na mudança de um pensamento, atitude e ação, baseados nas “evidências” do senso comum, para um raciocínio em termos de hipótese, por sua vez mais criativo (é necessário ir mais além do que parece evidente e imaginar novas possibilidades) e mais rigoroso (é necessário fundamentar e depois submeter as hipóteses à prova cuidadosamente, isto é, confrontar com o mundo, duvidar dos resultados e procurar a coerência global) (PÉREZ; MONTORO; ALIS *et al.*, 2001, p. 138).

Gil Pérez, Fernandez Montoro, Carrascosa Alís, Cachapuz e Praia (2001) sugerem que o trabalho científico seja discutido, no âmbito do ensino de ciências, em função de algumas variáveis: a) o pluralismo metodológico; b) as relações entre a elaboração teórica e a observação e a empiria; c) a formulação de hipóteses de natureza conjectural como tentativa de responder a problemas formulados; d) a coerência e a unificação do conhecimento científico de diferentes áreas; e e) o caráter social do empreendimento científico.

Embora o *mainstream* preconize centrar a reflexão em torno de elementos próprios da construção do conhecimento científico, relegando aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos, optamos por selecionar itens que oferecessem a oportunidade de discutir “recortes” epistemológicos e metodológicos, com a utilização ou não de episódios históricos. Assim, deixamos de lado os itens que utilizavam a HFC apenas como pretexto para propor problemas que, por sua vez, prescindiam do conhecimento histórico e filosófico para sua resolução. A respeito da NDC e da natureza do trabalho científico (PÉREZ; MONTORO; ALÍS; CACHAPUZ; PRAIA, 2001) (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011) (ALLCHIN, 2011; 2014) (MOURA, 2014) (ACEVEDO-DIAZ; GARCIA-CARMONA, 2015) (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017) (VASCONCELOS; FORATO, 2018), selecionamos itens que oportunizassem a discussão a respeito dos seguintes “recortes” metodológicos e epistemológicos: a) a importância do contexto social, cultural e histórico na geração e disseminação do conhecimento científico; b) a mutabilidade e o dinamismo da ciência; c) a inexistência de um método científico universal e a importância do pluralismo metodológico para a construção do conhecimento científico; d) as relações entre abstração, racionalidade, observação e experimentação no processo de construção do conhecimento científico; e e) a participação da imaginação, das crenças pessoais e da intuição no trabalho científico.

Em adição, também selecionamos itens que fizessem referência à abordagem CTS, incluídas as reflexões sobre as formas de produzir o conhecimento, os métodos

aplicados, os valores envolvidos com o fazer científico, as relações com a tecnologia, as características da comunidade científica e as suas relações com a sociedade (ACEVEDO-DIAZ; GARCIA-CARMONA, 2015).

A seguir, apresentamos os itens selecionados dentre os propostos nas provas do ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química.

3.3 A inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências nas provas do ENADE, em 2017, dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Sabe-se que as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação, o Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia e outros documentos oficiais relevantes serviram de base para a elaboração dos itens das provas do ENADE BRASIL, 2018a, p. 727)³⁵. Ainda, segundo o INEP (2010), um item do tipo múltipla escolha deve conter um texto-base, um enunciado e as alternativas. Dessa forma,

o item deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e contemple uma única habilidade da Matriz de Referência. Para tanto, devem ser observadas a coerência e a coesão entre suas partes (texto-base, enunciado e alternativas), de modo que haja uma articulação entre elas e se explicita uma única situação-problema e uma abordagem homogênea de conteúdo (INEP, 2010, p. 9).

Para Judensnaider, Figueirôa e Villar (2021), a situação-problema é apresentada no texto-base, e pode incluir textos verbais e não-verbais. O enunciado é “uma instrução clara e objetiva da tarefa a ser realizada pelo participante do teste. Essa instrução poderá ser expressa como pergunta ou frase a ser completada pela alternativa correta” (INEP, 2010, p. 9). Por seu turno, as alternativas “(...) são possibilidades de respostas para a situação-problema apresentada, dividindo-se em gabarito e distratores” (INEP, 2010, p. 11). O gabarito é a alternativa correta; os distratores (respostas plausíveis) são as outras alternativas que devem incluir os possíveis raciocínios incorretos, concepções alternativas e dificuldades dos candidatos (INEP, 2010):

De acordo com Judensnaider, Figueirôa e Villar (2021), nas situações em que o item é elaborado corretamente, sem incluir armadilhas ou ambiguidades, a análise

³⁵ As mesmas justificativas e instruções acerca da elaboração dos itens constam dos Relatórios das áreas de Biologia, Física, Matemática e Química.

dos distratores pode trazer informações importantes. Em especial, devem ser analisadas as concepções alternativas que são apresentadas aos estudantes (NAKAMURA; VILLAR; KLEINKE, 2020), concepções essas que correspondem a ideias não científicas que as pessoas utilizam para explicar fenômenos que as cercam. Finalmente, é importante mencionar o formato dos itens elaborados para as provas do ENADE. Em diversas ocasiões, o formato adotado inclui a proposição de um texto-base, a apresentação de afirmativas referentes ao texto-base e um enunciado que solicita que sejam identificadas as afirmativas corretas e as incorretas dentre as propostas. Neste formato, a análise dos distratores envolve certa dificuldade, já que as alternativas combinam a avaliação de duas ou mais afirmativas. Assim, torna-se tarefa complexa identificar qual parte do conteúdo o aluno conhece ou desconhece (JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA; VILLAR, 2021).

Em relação às provas do ENADE de 2017, os dez itens de formação geral, comuns a todos os cursos de licenciatura, abordaram: a) a análise dos diferentes papéis de homens e mulheres na prevenção da sífilis congênita, e as políticas públicas de saúde e educação voltadas ao público masculino no sentido de reduzir a ocorrência da doença (discursiva); b) a importância do nome para os indivíduos transgêneros, e as políticas públicas que favorecem o acesso dessas pessoas à cidadania (discursiva); c) a utilização de raciocínio matemático para a interpretação de gráficos sobre a participação econômica dos países integrantes da União Europeia (múltipla escolha); d) a análise e a interpretação de um texto sobre agricultura familiar, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental (múltipla escolha); e) a utilização de raciocínio matemático para o cálculo do valor mensal da tarifa da energia elétrica (múltipla escolha); f) a análise e a interpretação de um texto com elementos verbais e não verbais sobre a televisão enquanto veículo de comunicação (múltipla escolha); g) a análise e a interpretação de textos verbais e não verbais sobre o uso de hidrogel para culturas agrícolas em regiões áridas (múltipla escolha); h) a análise e a interpretação de texto sobre xenofobia e a imigração haitiana para o Brasil (múltipla escolha); i) a análise e a interpretação de texto sobre artesanato, cultura local, demanda por bens culturais e mercado comercial (múltipla escolha); e j) a análise e a interpretação de texto verbal e não verbal sobre Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e ações que integrem economia, sociedade e biosfera (múltipla escolha). Desses itens, apenas o relacionado aos ODS faz menção a aspectos científicos e tecnológicos; o item sobre segurança alimentar, que poderia ter incluído

alguma discussão sobre a participação da Ciência e Tecnologia nas estratégias de sustentabilidade ambiental, envolveu, preferencialmente, aspectos econômicos e sociais relacionados à segurança alimentar.

Em relação aos conteúdos pedagógicos comuns, foram incluídos cinco itens relacionados a partir da portaria do ENADE para o curso de Pedagogia (BRASIL, 2017): três envolveram práticas pedagógicas; os demais itens do núcleo pedagógico abordaram práticas de ensino para alunos com necessidades especiais e práticas pedagógicas que promovessem igualdade de gênero.

No que respeita aos demais conteúdos específicos das provas dos cursos de licenciatura (outros cento e vinte itens, trinta de cada prova), identificamos dez itens que exigiram conhecimento histórico e filosófico para sua resolução: quatro deles na prova de Física; três, na prova de Biologia; duas, na prova de Química; e um na de Matemática. Quatro itens selecionados (três extraídos da prova de Física e outro da de Matemática) utilizaram episódios históricos da ciência para refletir sobre o desenvolvimento do conhecimento científico e sobre a natureza da ciência; dois itens (provas de Física e Biologia) fizeram referência ao papel da experimentação na construção do conhecimento; e três itens (dois extraídos da prova de Biologia, e um outro extraído da prova de Química) abordaram as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Caso resumamos a participação de itens envolvendo conteúdos de HFC nas provas do ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, teremos a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Presença de conteúdos históricos e filosóficos nos itens das provas ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Provas/Itens	Formação Geral		Formação Específica		Itens HFC	
	N	%	N	%	N	%
Biologia	1	10.0	3	10.0	4	10.0
Física	1	10.0	4	13.0	5	12.5
Matemática	1	10.0	1	0.3	2	5.0
Química	1	10.0	2	0.7	3	7.5
Total de itens	10 ¹		30 ²		40 ³	

Fonte: Elaborado pela autora.

¹ = os 10 itens de Formação Geral foram comuns a todas as provas.

² = em cada uma das quatro provas, foram propostos 5 itens sobre formação pedagógica (comuns a todos os cursos) e 25 itens específicos.

³ = em cada prova, foram propostos itens de Formação Geral (10), itens de Formação Pedagógica (05) e itens de Formação Específica (25).

Os itens foram escolhidos em função de oportunizarem a discussão dos aspectos identificados anteriormente, e o Quadro 1, a seguir, descreve, de forma sucinta, os temas e os “recortes” realizados em cada item.

Quadro 1 - "Recortes" envolvidos nos itens selecionados das provas ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Item	Tema	"Recortes" propostos
DES01 Física	Episódio histórico sobre a HFC envolvendo os experimentos de Luigi Galvani e Alexandre Volta sobre o fenômeno da eletricidade (segunda metade do século XVIII e primeira metade do século XIX)	A importância do contexto social, cultural e histórico na geração e disseminação do conhecimento científico. A mutabilidade e o dinamismo da ciência. A inexistência de um método científico universal e a importância do pluralismo metodológico para a construção do conhecimento científico. As relações entre abstração, racionalidade, observação e experimentação no processo de construção do conhecimento científico. A participação da imaginação, das crenças pessoais e da intuição no trabalho científico.
DES02 Física	Desenvolvimento histórico dos conceitos de calor: obstáculos criados pelas concepções espontâneas e ingênuas dos alunos, a HFC como instrumento para a reformulação conceitual.	
DES03 Física	Desenvolvimento histórico dos modelos atômicos e os estudos de John Dalton (1766-1844), Joseph John Thomson (1856-1940), Ernest Rutherford (1871-1937) e Niels Bohr (1885 - 1962)	
DES04 Química	Modelo atômico de Thomson e o uso de analogias no processo ensino-aprendizagem	
DES05 Matemática	Estratégias didáticas para a discussão sobre equações de segundo grau	
EXP01 Física	A importância da experimentação no ensino de Ciências	A inexistência de um método científico universal e a importância do pluralismo metodológico para a construção do conhecimento científico. As relações entre abstração, racionalidade, observação e experimentação no processo de construção do conhecimento científico.
EXP02 Biologia	Reflexão sobre a natureza do trabalho científico, com especial ênfase na questão da experimentação.	
CTS01 Todas as áreas a	Desenvolvimento sustentável	A importância do contexto social, cultural e histórico na geração e disseminação do conhecimento científico. A mutabilidade e o dinamismo da ciência. A importância e a relevância da abordagem CTS.
CTS02 Química	Justificativas para a adoção de propostas CTS no ensino	
CTS03 Biologia	Manutenção da biodiversidade. Responsabilidade social em relação à conservação da biodiversidade	
CTS04 Biologia	Bioética e responsabilidade social.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Nossa análise permitiu identificar que, dos itens de Formação Geral comuns a todos os cursos, 10% incluíram conteúdos de HFC. Em relação à prova específica, a avaliação da Física foi a que mais intensamente fez uso de conteúdos históricos e

filosóficos das ciências na formulação de seus itens (13% do total de 30 itens), seguida pela Biologia (10% do total de 30 itens). Somando os itens propostos por todos os núcleos da prova, é possível perceber que a Física se destaca do conjunto: dos 40 itens, 12.5% fizeram referência a conteúdos históricos e filosóficos das ciências; no caso da Biologia, 10% (de 40 itens) envolveram esses conteúdos; nos casos da prova de Química, 7.5% dos 40 itens propostos englobaram estes componentes; na de Matemática, 5%. Ainda, foi possível verificar uma correspondência entre o preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais e pelas portarias que regulamentaram a realização das provas do ENADE, e o conteúdo das provas (ao menos em relação à inclusão de aspectos históricos e filosóficos das ciências nos cursos de formação docente).

3.4. As questões selecionadas para a mensuração do desempenho: Índice de Facilidade e Correlação ponto-bisserial das questões envolvendo elementos de HFC

O INEP adotou dois instrumentos para medir a facilidade/dificuldade e o poder discriminatório das questões. O Índice de Facilidade é medido por meio do percentual de acerto de cada questão: “questões acertadas por 86% dos estudantes, ou mais, são consideradas muito fáceis. No extremo oposto, questões com percentual de acerto igual ou inferior a 15% são consideradas muito difíceis” (BRASIL, 2018b, p. 21). A Tabela 2 abaixo apresenta a classificação de questões segundo o Índice de Facilidade:

Tabela 2 - Classificação de questões segundo Índice de Facilidade (ENADE 2017)

Índice de Facilidade	Classificação
$\geq 0,86$	Muito fácil
0,61 a 0,85	Fácil
0,41 a 0,60	Médio
0,16 a 0,40	Difícil
$\leq 0,15$	Muito difícil

Fonte: reproduzida de BRASIL (2018b, p. 22).

Em complemento, o Índice de Discriminação mostra quão apta é uma questão em relação à avaliação dos alunos: “para ser considerada apta a avaliar os alunos dos

cursos, uma questão deve ser mais acertada por alunos que tiveram bom desempenho do que pelos que tiveram desempenho ruim” (BRASIL, 2018b, p. 22). O indicador utilizado pelo ENADE para medir o poder discriminatório da questão é a correlação ponto-bisserial (p_{br}), calculada para cada área de avaliação e para cada componente (formação geral e formação específica). Assim, por exemplo, para medir o poder discriminatório de uma questão objetiva do componente de formação geral, a correlação ponto-bisserial é calculada da seguinte forma:

$$r_{pb} = \frac{C_A - C_T}{S_T} \sqrt{\frac{p}{q}}, \quad (1)$$

Onde:

C_A = a média obtida na parte objetiva de Formação Geral da prova pelos alunos que acertaram a questão;

C_T = a média obtida na prova por todos os alunos da área;

S_T é o desvio-padrão das notas nesta parte da prova de todos os alunos da área;

p = proporção de estudantes que acertaram a questão (número de alunos que acertaram a questão dividido pelo número total de alunos que compareceram à prova);

$q = 1 - p$ = proporção de estudantes que erraram a questão.

A Tabela 3 abaixo apresenta a classificação das questões segundo o índice de Discriminação Ponto-bisserial.

Tabela 3. Classificação de questões segundo o Índice de Discriminação (Ponto-Bisserial) (ENADE 2017)

Índice de Discriminação	Classificação
$\geq 0,40$	Muito Bom
0,30 a 0,39	Bom
0,20 a 0,29	Médio
$\leq 0,19$	Fraco

Fonte: reproduzida de BRASIL (2018b, p. 23).

Os Relatórios Síntese do INEP (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018c; BRASIL, 2018d) publicaram os valores dos índices de dificuldade e de discriminação para todas as questões objetivas. O Quadro 2 abaixo reúne as informações divulgadas nos relatórios com relação às questões selecionadas.

Quadro 2 - Índice de Facilidade e de Discriminação das questões selecionadas das provas ENADE 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Questão	Tema	Índice de Facilidade	Índice de Discriminação
DES01 Física	Luigi Galvani e Alexandre Volta (segunda metade do século XVIII e primeira metade do século XIX)	0,33 Difícil	0,39 Bom
DES02 Física	Desenvolvimento histórico dos conceitos de calor	0,42 Médio	0,41 Muito bom
DES03 Física	Modelos atômicos de John Dalton, Joseph John Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr	0,38 Difícil	0,35 Bom
DES04 Química	Modelo atômico de Thomson e 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 importância da experimentação no ensino de Ciências	Sem informação ⁽¹⁾	Sem informação ⁽¹⁾
EXP02 Biologia	A natureza do trabalho científico e a experimentação.	0,26 Difícil	0,22 Médio
CTS01 Todas as áreas	Desenvolvimento sustentável	Física: 0,50 Médio Biologia: 0,47 Médio Matemática: 0,43 Médio Química: 0,48 Médio	Física: 0,48 Muito bom Biologia: 0,48 Muito bom Matemática: 0,46 Muito bom Química: 0,45 Muito bom
CTS02 Química	Justificativas para a adoção de propostas CTS no ensino	0,53 Médio	0,34 Bom
CTS03 Biologia	Responsabilidade social e biodiversidade	Sem informação ⁽¹⁾	Sem informação ⁽¹⁾
CTS04 Biologia	Bioética e responsabilidade social.	0,43 Médio	0,29 Médio

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

Fonte: BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018c; BRASIL, 2018d

Os resultados apresentados no Quadro 2 mostram que, em termos de facilidade, todas as questões objetivas foram classificadas como difíceis ou de média dificuldade. Embora tenham sido provas diferentes, respondidas por alunos diferentes, vale a pena observar que a questão identificada como mais difícil foi a da prova de Biologia, **EXP02**, que tratou da importância da experimentação no ensino de Ciências. A questão identificada como de menor dificuldade foi a da prova de Física, **DES02**, que tratou do desenvolvimento histórico dos conceitos de calor. Merece atenção especial a questão **CTS01**, que envolveu o problema do desenvolvimento sustentável e que foi proposta em todas as provas: ela apresentou menos dificuldade para os alunos de Física (embora fosse esperado que ela envolvesse poucos obstáculos para os alunos de Biologia) e mais dificuldade para os alunos de Matemática.

Em relação ao Índice de Discriminação, as questões resultaram em bons, médios e muito bons índices de discriminação. A questão **EXP02**, da prova de Biologia sobre a natureza do trabalho científico e a experimentação, foi a que apresentou o menor valor em termos discriminatórios, ou seja, ela apresentou tanta dificuldade que não foi capaz de discriminar o conjunto de alunos. Vale lembrar que quando todos os alunos acertam ou erram uma questão, ela não é capaz de discriminar, ou seja, ela não consegue separar os alunos que tiveram bom desempenho daqueles que tiveram desempenho ruim. A questão **DES02**, de Física e que envolveu o desenvolvimento histórico dos conceitos de calor, apresentou o melhor índice de discriminação, 0,41. Com relação à questão **CTS01**, que envolveu o problema do desenvolvimento sustentável e que foi proposta em todas as provas, ela foi classificada como tendo um poder discriminatório muito bom em todas as avaliações.

A análise a respeito dos índices de facilidade e discriminatório nos permite concluir que todas as questões objetivas são capazes de agregar à investigação sobre o desempenho dos alunos. Em outras palavras, as questões envolvendo elementos históricos e filosóficos das ciências têm condições de contribuir significativamente para a reflexão a respeito do desempenho dos alunos. Com o objetivo de identificarmos as formas a partir das quais os conteúdos históricos e filosóficos apresentados foram abordados nas provas do ENADE (não apenas nos enunciados dos itens, mas também nas alternativas propostas), passaremos à análise detalhada dos itens selecionados.

3.5 Os itens envolvendo conteúdos de HFC

- a) Itens dos núcleos específicos envolvendo episódios históricos da ciência no Ensino de Ciências e Matemática

O item extraído da prova de Física e que a partir de agora chamaremos de **DES01**, abordou um episódio da História da Ciência sobre os desenvolvimentos teóricos a respeito do fenômeno da eletricidade. Usando como base um experimento realizado por Luigi Galvani (1737 - 1798), o enunciado sugere alternativas associadas à compreensão da importância das rupturas, do consenso e dos equívocos conceituais no desenvolvimento científico.

Tendo, por acaso, observado contrações musculares de uma rã devido ao toque da ponta de um bisturi nos nervos do animal, Galvani elaborou o conceito de fluido elétrico animal por meio de experimentos com rãs. Alexandre Volta (1745-1827), em discordância com o colega, questionou a existência dessa eletricidade animal, afirmando que o experimento de Galvani tinha relação com um fenômeno já conhecido, qual seja, o da eletricidade provocada por atrito: a rã, nesse caso, funcionava apenas como detector de eletricidade. Volta estava correto em negar a existência da eletricidade animal; no entanto, seus experimentos o conduziram a outros achados teóricos (MARTINS, 1999). Para provar a identidade entre o fluido galvânico e a eletricidade obtida por atrito, Volta passou a realizar experimentos com pares metálicos e, desses, surgiu a pilha, cujo funcionamento, mesmo no início do século XIX, ainda não era possível de explicar.

Para Raicik (2019), a importância do episódio dos experimentos de Galvani com as rãs é maior do que a participação involuntária do médico italiano na história da invenção da pilha de Volta: nesses termos, os experimentos de Galvani seriam apenas erros que haviam levado outro cientista a encontrar a verdade. No entanto, este episódio histórico oferece oportunidades para inúmeras outras reflexões. Extremamente rigoroso no controle das múltiplas condições experimentais e no relato dos vários experimentos, Galvani estava preocupado com a investigação sobre o papel da empiria na construção do saber, bem como do esforço teórico na condução da experimentação: as variações experimentais que ele e seus assistentes organizaram para provar a eletricidade animal tinham, como pressupostos, constructos teóricos, alguns mais outros menos estruturados. Ao variar o contexto

experimental, Galvani elaborou uma série “de analogias ou correlações da natureza. Com efeito, variação, esquemas classificatórios, não prescindem de escolhas teóricas, ou por assim dizer, de hipóteses previamente estabelecidas” (RAICK, 2019, p. 115).

Certos resultados eram esperados, e outros não. O diálogo entre os experimentos e a expectativa dos resultados, inclusive, permitiram o reconhecimento da ocorrência do acaso: foi o acaso que motivou Galvani a realizar seus experimentos, independentemente ou não do conhecimento que se tinha àquele momento sobre eletricidade. A princípio, o que o orientava era o interesse “em estudar o mecanismo que envolvia o movimento muscular, independente da ‘ação da vontade humana’, uma concepção obscura em uma ciência experimental” (RAICK, 2019, p. 120). O acaso o conduziu em outra direção; no entanto, a ocorrência de um fenômeno ao acaso só constitui gênese de uma pesquisa quando “encontra o sujeito que a reconhece, e não sem razões lógicas, integra o processo científico e passa a ter um papel importantíssimo, em muitos casos, para a continuidade de uma investigação, como no caso analisado” (RAICK, 2019, p. 133).

O item **DES01** apresentou o embate entre Galvani e Volta, e exigiu que o aluno apontasse como corretas ou incorretas três afirmativas sobre este episódio histórico: a) quando utilizado em sala de aula, ele serviria para mostrar que a ciência é construída de forma não linear, na qual alguns modelos são abandonados em detrimento de outros; b) na sala de aula, o episódio contribuiria para ressaltar que, em alguns casos, a experiência oferece resultados que podem ser erroneamente interpretados; em outras palavras, a evidência empírica *não se prova por si mesma*; c) ele tornaria possível trazer, para a sala de aula, a discussão sobre a evolução de um conceito científico. O item **DES01** está apresentado a seguir, bem como representadas as frequências de respostas dos alunos às alternativas.

DES01

Na segunda metade do século XVIII, Luigi Galvani (1737 - 1798) desenvolveu a ideia de eletricidade animal, inspirado por seus feitos com rãs. Para o físico e químico Alessandro Volta (1745 - 1827), no entanto, a contração das pernas das rãs nos experimentos de Galvani eram apenas a manifestação da eletricidade comum. Segundo Volta, a eletricidade não era animal e, sim, metálica. Volta, em 1798, escreveu uma carta anônima a Aldini (sobrinho de Galvani), da qual extraiu-se o trecho a seguir. [...] Agora, portanto, que está [demonstrado], agora que tudo está não apenas provado mas exibido diante dos olhos por meio dos experimentos acima citados com placas metálicas e mesmo não metálicas, que se tornam fortemente eletrificados e que transmitem sinais claros ao eletrômetro através de mero contato mútuo - o que

você dirá, meu caro Aldini, e o que dirá o próprio Galvani? [...] Eu concluo, portanto, que está demonstrada sua eletricidade externa.

MARTINS, R. A. Alessandro Volta e a descoberta da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum**, vol. 21, n. 4, p. 823-35, 1999 (adaptado)

Com base nesse contexto, avalie as afirmações a seguir.

I. Os fatos demonstram que, no estabelecimento de certas ideias em ciência, há modelos que disputam a primazia e, após objeções, discussões, rupturas, consenso, alguns são totalmente (ou parcialmente) abandonados em favor de outros que se impõem como gerais.

II. A eletricidade animal de Galvani pode ser interpretada como um equívoco conceitual, visto que o fenômeno das contrações das pernas das rãs, em seus experimentos, foi explicado como efeito provocado por um fluido proveniente do próprio animal.

III. A carta de Volta constitui um possível recurso metodológico no ensino de Ciências, para demonstrar a evolução do conceito de eletricidade.

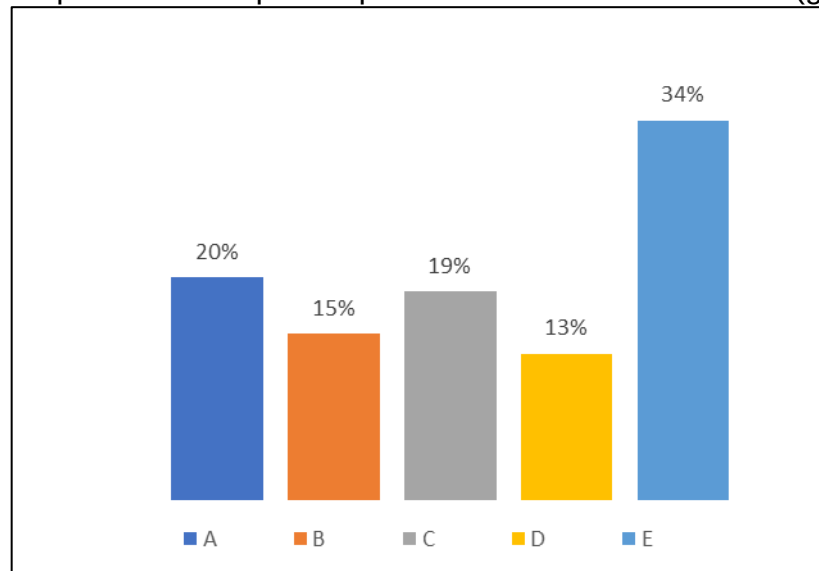
É correto o que se afirma em

- a) I, apenas.
- b) III, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

Alternativa correta: E.

(BRASIL, 2018b)

Figura 1 - Frequência de respostas por alternativa do item DES01 (gabarito = E)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (Brasil, 2018)

A primeira afirmativa está correta: o episódio ilustra como diferentes modelos e explicações competem entre si, como disputam a primazia em termos de consenso na comunidade e como a história da ciência não se desenvolve de forma linear e contínua. Estas noções se opõem ao senso comum, responsável por elaborar uma

imagem de ciência que evolui e que resulta da acumulação do conhecimento ao longo do tempo, já que é quase intuitivo acreditar “que o tempo possui uma direção e uma flecha. Escorre de alguma coisa para outra coisa. Na visão linear do tempo, é proibida qualquer repetição. Trata-se somente de eventos singulares, individuais, não repetíveis, cada um se posicionando num ponto determinado da flecha” (ROSSI, 2010, p. 130). A identificação entre a linha do tempo-tempo e a linha do tempo-história, portanto, é feita de forma quase automática, e é importante que esta distinção seja explícita e claramente discutida nos cursos de formação docente.

A primeira afirmativa também tangencia a questão da validade do conhecimento. Este debate, bastante frequente na HFC, está associado à substituição de velhas teorias por outras (supostamente mais capazes de explicar os fenômenos do mundo que nos cerca), remetendo-nos às ideias de ruptura e continuidade desenvolvidas pelo físico e filósofo Thomas Kuhn (1922 - 1996). De acordo com a concepção de Kuhn, revoluções teriam início com o surgimento de anomalias, ou seja, quando o corpo teórico existente (o paradigma) se mostrava incapaz de dar conta de responder às perguntas feitas; em seguida, com o acúmulo de anomalias, a crise se instalava; finalmente, acontecia a revolução com o abandono do antigo paradigma e a adoção de um novo (KUHN, 2001; BURKE, 2016)³⁶.

A segunda afirmativa atribui à concepção de Galvani sobre “eletricidade animal” o status de erro conceitual. De fato, as contrações das pernas das rãs não eram provocadas pela “eletricidade animal”. No entanto, além da questão do erro de interpretação de Galvani, a alternativa poderia ter explorado melhor esse aspecto: o episódio mostra que, “muitas vezes, na história da ciência, descobriu-se que efeitos semelhantes podiam ser produzidos por causas completamente diferentes; e que efeitos diferentes podiam ser produzidos por causas de mesma natureza” (MARTINS, 1999, p. 823). Em outras palavras, o episódio explica como os resultados de experimentos e observação não estão *dados*, sendo necessário que alguém os interprete a partir da identificação de semelhanças ou distinções entre as causas e os efeitos de experimentos. Ou, como afirma Raicik (2019, p. 116), o episódio contribui para mostrar não apenas a necessidade de se redimensionar a importância do

³⁶ A ideia de continuidade também foi alvo de crítica por parte do filósofo Gaston Bachelard (1884 - 1962), que rejeitara a concepção de uma evolução linear e cumulativa do conhecimento e propusera a ideia de ruptura para que obstáculos epistemológicos pudessem ser ultrapassados.

experimento, como também para defender a ideia de que o experimento só produz resultados quando em diálogo constante com o esforço teórico e hipotético.

A terceira afirmativa indica que o episódio pode ser utilizado para demonstrar o conceito de evolução do conceito de eletricidade. Há dois aspectos envolvidos nesta afirmativa: a) o episódio é extremamente adequado para que se investigue o desenvolvimento do conceito de eletricidade em sala de aula, colaborando, assim, para um ensino contextualizado no qual a ciência é concebida como produto da ação humana, histórica e socialmente determinada; em relação a isso, a afirmativa está correta; b) os conceitos de evolução e desenvolvimento são distintos, sendo que o primeiro é bastante discutível, haja vista a reflexão que já realizamos sobre as condições de linearidade, rupturas e continuidades da história da ciência.

O gabarito da pergunta, a alternativa E, assinala como corretas as três afirmativas. A distribuição de frequência nos mostra que não houve um distrator mais forte do que a alternativa correta; ainda, os alunos se distribuíram de maneira quase uniforme entre as alternativas incorretas. É interessante notar que os dois distratores que mais frequentemente foram apontados (as alternativas A e C foram escolhidas por 39% dos estudantes, porcentual acima dos 34% que acertaram o item) consideram que a carta de Volta **não** constitui um possível recurso metodológico para demonstrar a evolução do conceito de eletricidade, fenômeno que nos leva a perguntar: a) por qual razão, então, seria justificado o uso da carta de Volta; e b) como deveria ser abordada a evolução do conceito de eletricidade? Deve-se levar em conta, entretanto, que o formato do item (que oferece alternativas que combinam alternativas) compromete reflexões mais profundas a respeito dessas escolhas por parte dos alunos.

Ainda, devemos considerar que, para Kuhn (2001), os paradigmas constituiriam as bases por meio das quais os pesquisadores compartilhariam regras e padrões para a prática científica dentro de determinada tradição de pesquisa (o consenso, também mencionado na afirmativa). Capazes de responder às perguntas feitas a seu tempo, os paradigmas tornar-se-iam mais fortalecidos à medida que cumprissem a obrigação de prever e explicar fatos. A anomalia surgiria justamente em função de existir um pano de fundo (a ciência normal) do qual ela se diferenciava, e a ausência de resposta por parte do paradigma vigente instaurava a crise. De acordo com Kuhn, “o significado das crises consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos.” (KUHN, 2001, p. 105) de análise e apreensão da realidade.

A rejeição a um paradigma que não dá mais conta de explicar os fenômenos equivale dizer que outro paradigma tem condições de fazê-lo: “rejeitar um paradigma sem simultaneamente substituí-lo por outro é rejeitar a própria ciência.” (KUHN, 2001, p. 110). Ao processo de substituição de um paradigma por outro, Kuhn deu o nome de revolução. Kuhn defendeu que um paradigma não seria substituído por outro que o complementaria (ou seja, “melhor”, “mais evoluído”), por que um novo paradigma não teria qualquer relação de continuidade com o que lhe havia antecedido; nos termos de Kuhn, os paradigmas seriam incomensuráveis (KUHN, 2001).

Caso o aluno conhecesse bem as ideias de Kuhn, poderia ter assinalado outra alternativa (a que apontava como corretas apenas as duas primeiras afirmativas), escolha esta que estaria errada, segundo o gabarito do INEP. Aparentemente, os formuladores da prova não consideraram relevantes as diferenças entre os conceitos de evolução e desenvolvimento. Finalmente, é importante ressaltar que a prova passou ao largo da oportunidade oferecida pelo episódio de Galvani para a discussão sobre o papel da mulher no fazer científico: Lucia, esposa de Galvani por vinte anos, também trabalhou nos experimentos realizados pelo marido, atuando como assistente, tradutora e revisora (RAÍCIK, 2019). Embora invisível, ela teve um importante papel nos experimentos efetuados pelo físico e médico italiano, e este teria sido um bom momento para refletir sobre as relações entre gênero e Ciência.

O item **DES02**, extraído da prova de Física, envolve as narrativas históricas do desenvolvimento dos conceitos de calor ao longo dos últimos três séculos: esse processo incluiu as noções de flogisto e calórico (mencionado no enunciado do item), por meio das quais os pensadores buscaram explicar os fenômenos que, hoje, são as bases da termometria, da calorimetria e da termodinâmica. Ainda, as alternativas fazem referência às concepções espontâneas de calor e à importância da HFC no processo ensino-aprendizagem com a reformulação conceitual.

As exigências do processo de industrialização incentivaram o estudo sobre combustíveis e metalurgia a partir de meados do século XVII. Naquele momento, dois conceitos distintos eram utilizados para explicar o calor e os fenômenos de combustão: o flogisto e o calórico (SILVA; FORATO; GOMES, 2013). O flogisto era a substância que definia quão inflamável era um material: quanto mais flogisto, mais inflamável o material seria). O calórico, também uma substância (ou fluido) explicava a mudança de temperatura dos corpos: quanto mais quente um corpo fosse, mais calórico ele teria.

O flogisto tem sua origem no pensamento alquímico, cuja influência levou o médico George Ernst Stahl (1669-1734) a concluir sobre a existência de um princípio inflamável, capaz de explicar as reações químicas.

A combustão era então explicada como o resultado de o fato do flogisto abandonar a matéria que estava sendo queimada, indo para o ar; quando um metal é queimado, o flogisto abandona-o deixando as cinzas, que já não possuindo essa substância, deixa de arder (BRITO, 2008a, p. 52).

Os experimentos que foram conduzidas a partir daí buscaram obter evidências que comprovassem (ou não) a ação do flogisto, e esta perspectiva continuou a inspirar experimentos realizados, inclusive, com o uso de diversos tipos de termômetros e processos de medição (SILVA; FORATO; GOMES, 2013). Substância, fluido ou movimento da matéria sutil: o flogisto era o fator que explicava a natureza do fogo, e essa abordagem manteve-se ao longo de todo o século XVIII, embora alguns duvidassem da existência dele. Antoine Lavoisier (1743 - 1794), por exemplo, tinha reservas em relação ao flogisto,

uma substância que tende a levitar procura separar-se do corpo que a contém. Dessa forma, como essa substância poderia compor os corpos, associada a eles e imprimindo-lhe características? Além disso, uma substância que tende a levitar parece infringir o princípio gravitacional pelo qual um corpo atrai outro, pois busca apartar-se dos corpos. Assim sendo, como pode permanecer tal substância unida aos corpos? Ainda, se esta substância não obedece ao princípio de atração entre os corpos, então não pode ter afinidade por corpo algum. Portanto, nem os corpos ditos combustíveis poderiam conter e reter o flogístico (SILVA; FORATO; GOMES, 2013, p. 514).

Joseph Priestley (1733 - 1804), Carl Wilhelm Scheele (1742 - 1786) e Henry Cavendish (1731 - 1810) também realizavam experimentos para comprovar ou negar a existência do flogisto. Por conta desses terem sido realizados quase que paralelamente, ainda há, nos dias de hoje, controvérsias sobre a paternidade da descoberta do oxigênio: Scheele, Priestley e Lavoisier trabalharam na mesma época e conduziram experimentos que acabaram dando resultados muito próximos.

Lavoisier acabou por concluir que a combustão não ocorria por conta da presença do flogisto, mas por causa da atmosfera na qual o fenômeno acontecia. Havia um elemento no ar, o calórico, responsável pelas reações físicas e químicas, tais como a combustão, a dilatação dos corpos, as mudanças de temperatura dos materiais etc (SILVA; FORATO; GOMES, 2013).

Nos finais da década de 1760 e inícios da seguinte, Lavoisier havia realizado uma série de experiências, baseadas em meticulosas medições, com uso sistemático da balança, nas quais se provava que quando um metal arde ganha peso em vez de o perder. Isso seria o primeiro passo em direção à completa compreensão do fenômeno da combustão – processo que na realidade envolve a combinação do oxigênio do ar com a substância que está a sofrer a queima (BRITO, 2008a, p. 54).

Como é possível verificar, a discussão deste episódio histórico tem muito a contribuir para a educação científica, já que envolve aspectos epistemológicos e metodológicos, além de evidenciar o desenvolvimento e a disseminação de conceitos e modelos ao longo do tempo. A primeira afirmativa do item **DES02** menciona, corretamente, essas transformações: as concepções espontâneas acerca do calor atribuíam a essa grandeza física uma ideia de substância ou fluido aos corpos, o que justificava a crença de que tal substância ou fluido fosse a causa do aumento ou da diminuição da temperatura dos corpos. Esta perspectiva dominou o cenário da investigação sobre o calor do século XVII ao século XIX, resistindo bravamente às evidências empíricas em contrário; não apenas do ponto de vista histórico, mas também no que respeita às concepções ingênuas dos alunos, a associação do calor à substância é um obstáculo a ser ultrapassado pelos professores em sala de aula.

O item da prova propõe outra reflexão, qual seja, a possibilidade de a história e a epistemologia da ciência colaborarem para a compreensão, por parte dos alunos, dos desenvolvimentos teóricos a respeito de fenômenos sobre os quais foram sendo desconstruídas concepções ingênuas.

Outra afirmativa recomenda que o professor tome essas concepções ingênuas como ponto de partida para posterior reformulação conceitual. Para Mortimer, são discutíveis os resultados possíveis de serem obtidos por meio de práticas construtivistas (MORTIMER, 2016). Considerando que estas têm em comum a crença na possibilidade de o estudante participar ativamente da construção do conhecimento e a convicção a respeito da importância de ideias prévias no processo de aprendizagem, as práticas construtivistas sugerem a promoção de situações de conflitos para, a partir daí, revisar o conhecimento do aluno e construir novas ideias. Segundo Mortimer (2016), este não é um processo que ocorre de maneira tão natural como suposto. Em primeiro lugar, porque novas ideias podem conviver com ideias anteriores, cada qual sendo empregada em contextos específicos. Em segundo, porque mudanças conceituais tais como as preconizadas pelo construtivismo podem

não ocorrer, mesmo quando provocadas por experimentos geradores de conflitos cognitivos; grande parte do conhecimento científico resulta de representações simbólicas, impossíveis de serem apreendidas por meio de experiências ou das vias sensórias. Ainda, o resgate do contexto histórico e filosófico não necessariamente assegura a desconstrução de concepções ingênuas, já que elas “não são determinadas por escolas filosóficas de pensamento, mas pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos” (MORTIMER, 2016, p. 34).

Conflitos não geram, de forma automática, o abandono de ideias prévias por parte dos alunos e a aceitação do conhecimento científico trazido pelo professor. Aliás, caso as ideias prévias estejam ancoradas em concepções ingênuas, as dificuldades para a obtenção de mudanças conceituais são ainda maiores, sendo bastante razoável que o aluno apreenda um novo conceito, porém mantendo as ideias anteriores no seu cotidiano. Para Mortimer (2016), este é um fenômeno que não deveria causar qualquer espanto.

Suprimir essas 'concepções alternativas', no entanto, significaria suprimir o pensamento de senso comum e seu modo de expressão, a linguagem cotidiana. Uma expectativa irreal e inútil. A linguagem cotidiana é o modo mais abrangente de se compartilhar significados e permite a comunicação entre os vários grupos especializados dentro de uma mesma língua (MORTIMER, 2016, p. 26).

Segundo Mortimer (2016), as noções de perfil epistemológico de Gaston Bachelard (1884 - 1962) podem colaborar para uma melhor compreensão das dificuldades envolvidas na tarefa de provocar, junto aos alunos, as mudanças conceituais desejadas. São inúmeras as barreiras que os indivíduos devem ultrapassar para que construam, de forma estável, um novo conhecimento: o senso comum, as limitações dos métodos empíricos para a compreensão de modelos teóricos, a necessidade de estabelecer uma rede de relações entre vários conceitos, e a complexidade da ciência moderna, em grande parte baseada em abstrações e representações simbólicas. Assim, as ideias prévias podem se mostrar muito mais estáveis e resistentes a mudanças do que o imaginado (MORTIMER, 2016); ainda, não há qualquer relação de continuidade entre concepções ingênuas e conhecimento científico, já que se trata de saberes incomensuráveis. Essas são reflexões sobre as quais o item **DES02** passa ao largo. A seguir, apresentamos o item **DES02** e as frequências de respostas em relação às alternativas apresentadas.

DES02 (Física)

Alguns estudantes apresentam uma concepção de calor que remete a conceitos de cientistas que, por volta do século XIX, o denominavam calórico. Em sala de aula, detectam-se essas concepções a partir de frases associadas à sensação térmica, "estou com muito calor", o que expressa a ideia de que o corpo possui calor. Esse tipo de concepção, denominado concepção espontânea, constitui um obstáculo frequente para o ensino dessa grandeza física.

Considerando as estratégias para o ensino do conceito de calor em uma aula de Física, avalie as afirmações a seguir.

I. As concepções espontâneas acerca do calor atribuem a essa grandeza física uma ideia de substância ou fluido aos corpos, o que justifica a crença de que tal substância ou fluido seja a causa do aumento ou da diminuição da temperatura dos corpos.

II. A professora pode buscar na História e na epistemologia da ciência elementos que fundamentem a abordagem das concepções espontâneas acerca do calor.

III. Na elaboração dessas estratégias, é importante considerar as concepções espontâneas, e a partir delas, desencadear o processo de ensino-aprendizagem com a reformulação conceitual.

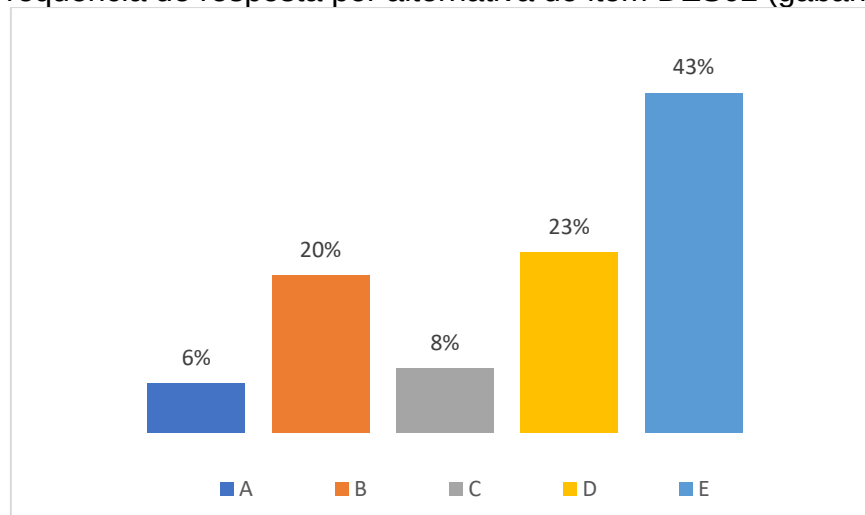
É correto o que se afirma em

- a) II, apenas.
- b) III, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) I e III, apenas.
- e) I, II e III.

Alternativa correta: E.

(BRASIL, 2018b)

Figura 2 - Frequência de resposta por alternativa do item DES02 (gabarito = E)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (Brasil, 2018)

O gabarito do item indica como correta a alternativa E, ou seja, estão corretas as três afirmativas. Não há um distrator mais forte do que a alternativa correta e, das alternativas incorretas, a B e a D foram as mais frequentemente assinaladas pelos alunos (43% deles, o mesmo percentual correspondente ao acerto do item). Tal como

ocorreu com o item anterior, é notável que essas duas alternativas pressupõem estar incorreto buscar na História e na epistemologia da ciência elementos que fundamentem a abordagem das concepções espontâneas acerca do calor. Assim perguntamo-nos: a) por qual razão, então, seria justificado o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino de Ciências e b) como deveria ser abordada a questão das concepções espontâneas acerca do calor? Finalmente, é importante lembrar que o formato do item (que oferece alternativas que combinam alternativas) compromete reflexões mais profundas a respeito dessas escolhas por parte dos alunos.

O item **DES03**, extraído da prova de Física, e o item **DES04**, extraído da prova de Química, abordaram o modelo atômico de Thomson. O item **DES03** teve como objeto o desenvolvimento dos modelos atômicos; o **DES04** discutiu a questão da representação simbólica na ciência e o uso de analogias como recurso didático.

Segundo Vasconcelos e Forato (2018), a estratégia de utilizar episódios históricos é de fundamental importância na medida em que, ao discutir a natureza contínua ou descontínua da matéria, é possível abordar a interpretação dos fenômenos da natureza de forma histórica e crítica. No entanto, as autoras alertam: uma das maneiras equivocadas de realizar esta abordagem histórica é pressupor uma história linear, na qual concepções ingênuas transformam-se, de forma natural e progressiva, nos modelos teóricos utilizados atualmente.

O resgate histórico dos modelos atômicos exige um salto de mais de 23 séculos, já que teria tido início com os atomistas gregos, a partir daí incluindo “as ideias sobre a constituição da matéria de John Dalton (1766-1844), e sobre o suposto pudim de Joseph John Thomson (1856-1940), refutado, posteriormente, pelo experimento de Ernest Rutherford (1871-1937)” (VASCONCELOS; FORATO, 2018, p. 853); dessa forma, a redução da complexidade e a perspectiva anacrônica podem reforçar uma história da ciência simplista e ingênua com relação aos percalços e dificuldades sempre presentes no processo de construção da ciência.

A ideia de a matéria ser constituída por átomos tem sua origem no período pré-socrático, com Leucipo de Mileto (460-370 a.C.) e Demócrito de Abdera (470-380 a.C.) (PEDUZZI, 2008). A busca por uma resposta a respeito da matéria primordial do mundo, se a água, o fogo, o ar ou qualquer outro elemento, teria sido o fator determinante da concepção de uma não continuidade da matéria, sendo ela formada por partículas duras, minúsculas e indestrutíveis: os átomos. O formato dos átomos, diferentes na forma, movimentos e arranjos, explicariam as qualidades e

características das coisas: objetos flexíveis continham mais espaços vazios do que um corpo rígido. Sabores, sons, a luz, a água, tudo era feito de átomos, redondos ou mais irregulares, mais velozes ou mais lentos. Havia vazio, inexistência de matéria, e este vazio era o que permitia que os seres sofressem alterações e se movessem (PEDUZZI, 2008).

No início do século XIX, Dalton publicou o seu trabalho sobre a constituição da matéria e das muitas combinações entre elementos. Talvez por conta da sua formação matemática, ele se ocupou, em especial, com as proporções numéricas que caracterizavam compostos, não havendo nessa reflexão qualquer relação causal ou temática com o átomo pré-socrático. Segundo Peduzzi (2008), não há continuidade entre a concepção grega do átomo e o átomo de Dalton. Os gregos estavam ocupados em entender as origens da matéria, os princípios primordiais para a existência do mundo. Em contrapartida, a preocupação de Dalton era outra: a mensuração dos pesos dos elementos da matéria, processo que permitiria o acesso da realidade concreta da matéria. “Nesse sentido, as teorias de Dalton não são consequências das teorias de Demócrito. Diferentemente, Dalton tinha por objetivo construir um modelo de átomo capaz de explicar as relações de massa nas transformações químicas.” (LOPES, 1996 apud PEDUZZI, 2008, p. 54). Assim, ele introduziu uma inovação importante na concepção do átomo, em especial por conta de ter possibilitado formas de experimentação para o conhecimento da matéria. Nos termos do século XIX, quando se confrontaram duas concepções distintas de matéria (uma que entendia ser a matéria contínua; a outra, descontínua), a possibilidade de representar e entender a constituição do átomo era de vital importância (VASCONCELOS; FORATO, 2018).

A trajetória da construção do modelo de Thomson pode ser assim resumida: em meados do século XIX e começo do século XX, Thomson realizou uma série de experimentos para entender a natureza dos raios catódicos (se ondulatória ou corpuscular), e que resultaram na descoberta do elétron. Concebendo a continuidade da matéria e o átomo como não estático, Thomson defendeu um modelo no qual “os elétrons negativos circulavam em anéis coplanares dentro de uma esfera preenchida uniformemente com uma carga positiva” (VASCONCELOS; FORATO, 2018, p. 860), de forma semelhante a um “pudim de passas”; os elétrons com a mesma carga estavam espalhados no átomo e, por conta da repulsão entre eles, distribuíam-se uniformemente na esfera. O modelo impunha a solução de um problema: para Thomson, a estabilidade do átomo era garantida pelas leis da física clássica. No

entanto, essas leis previam que o elétron, ao perder energia, provocaria o colapso do átomo: era esperado que os elétrons, ao orbitarem ao redor do núcleo, perdessem energia mecânica; assim, de acordo com a física clássica, sua trajetória seria uma espiral em direção ao núcleo, um “colapso do átomo”. Vasconcelos e Forato explicam: “como toda carga elétrica acelerada emite (perde) energia continuamente, irradiando-a na forma de luz, o elétron em movimento ao redor do núcleo perde energia e acaba por ‘cair’ no centro do átomo” (VASCONCELOS; FORATO, 2018, p. 861). Reconhecido pela importância de suas investigações, J. J. Thomson foi agraciado com o Prêmio Nobel de Física em 1906, mas o seu modelo, conhecido como “pudim de passas”, foi superado pelo trabalho de outros pesquisadores, posteriormente.

Em 1904, o físico japonês Hantaro Nagaoka (1865-1950) elaborou um modelo distinto do de Thomson. Na sua concepção, a matéria era descontínua e o átomo teria um núcleo central rodeado por elétrons, tal como Saturno era rodeado por anéis (VASCONCELOS; FORATO, 2018). Era um modelo que também apresentava problemas, já que, tal como o de Thomson, não dava conta de explicar a instabilidade do átomo (VASCONCELOS; FORATO, 2018). O modelo de Ernest Rutherford é muito parecido com o de Nagaoka, embora Rutherford tenha se recusado a admitir qualquer influência do colega, cujo trabalho ele conhecia muito bem. Ao invés da analogia com Saturno, Rutherford desenvolveu seu modelo com base em todo o sistema planetário, no qual os elétrons orbitariam em torno da carga central, tal como os planetas orbitavam o Sol. Como os modelos dos seus colegas, também não conseguia resolver o problema do colapso do átomo a partir das leis da física clássica.

Em 1922, foi a vez de Bohr receber o Prêmio Nobel, e o modelo atômico aceito atualmente é o seu, não o de Thomson. A grande preocupação de Niels Bohr (1885 - 1962) foi equacionar o dilema dos seus antecessores para poder construir um modelo da constituição da matéria. O seu ponto de partida, portanto, foi a necessidade de sustentar a hipótese de Rutherford, e os experimentos que realizou tiveram esse objetivo. O seu modelo, e que é utilizado atualmente, pressupõe que os elétrons emitem energia, o que os mantém afastados do núcleo do átomo; a energia dos elétrons aumenta à medida que se afastam do núcleo.

Segundo Vasconcelos e Forato (2018), os desenvolvimentos teóricos dos modelos atômicos envolvem inúmeros aspectos epistêmicos e não epistêmicos, acrescentando-se também as questões sobre o papel da experimentação, do esforço teórico, da interpretação de resultados empíricos e matemáticos, bem como da

“percepção de ser a ciência um conhecimento mutável, provisório e que possui limitações; e também, a compreensão da ciência como um conhecimento sócio-histórico” (VASCONCELOS; FORATO, 2018, p. 857). No entanto, o item proposto pelo INEP adotou uma estratégia reducionista e anacrônica: o conceito de átomo é resgatado em função de suas transformações ao longo do tempo, do período pré-socrático ao século XX, assumindo que as questões que levaram aos diferentes modelos teóricos foram as mesmas ao longo de 2.400 anos (VASCONCELOS; FORATO, 2018). A seguir, apresentamos o item **DES03** e as frequências de respostas dos alunos diante das alternativas apresentadas.

DES03 (Física)

O atomismo surgiu na Grécia antiga como uma tese metafísica, estabelecendo proposições sobre a natureza final da realidade material por meio de argumentos filosóficos. No século XVII, as versões do atomismo desenvolvidas pelos filósofos mecânicos compartilhavam a mesma característica. Em contraste, na ciência moderna, o modelo do átomo é subsidiado por modelos teóricos e resultados experimentais, não por argumentos filosóficos.

Considerando alguns modelos atômicos, avalie as afirmações a seguir.

I. A descoberta do elétron pelo físico J. J. Thomson contribuiu para se diminuir a crença na instabilidade do átomo e, conseqüentemente, para se construir um modelo atômico com a participação de elétrons.

II. O conceito de núcleo atômico, aceito atualmente, foi estabelecido pelo próprio físico J. J. Thomson, com seu modelo conhecido popularmente como "pudim de passas".

III. A interpretação dos resultados dos experimentos de E. Rutherford levou à proposição de um modelo atômico incompatível com as leis da Física clássica do final do século XIX.

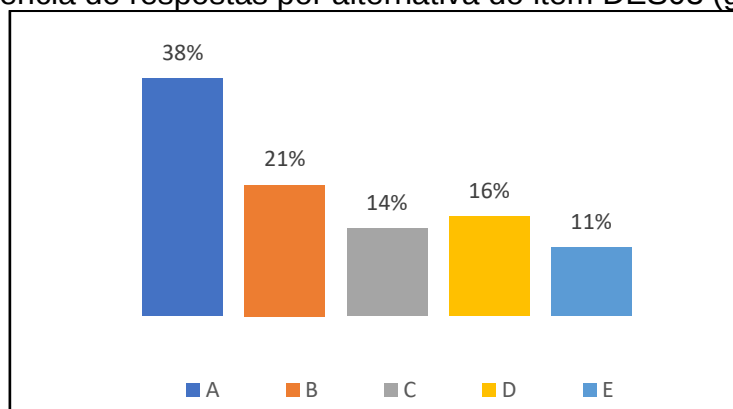
IV. Os estudos de N. Bohr sobre espectros de emissão embasaram a proposição de um modelo para o átomo no qual elétrons e prótons se encontram uniformemente distribuídos em simetria esférica.

É correto apenas o que se afirma em

- a) I e III.
- b) I e IV.
- c) II e III.
- d) I, II e IV.
- e) II, III e IV.

Alternativa correta: A.

(BRASIL, 2018b)

Figura 3 - Frequência de respostas por alternativa do item DES03 (gabarito =A)

Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (BRASIL, 2018)

A primeira afirmativa está correta e diz respeito à descoberta do elétron por J. J. Thomson, e sobre como seu trabalho contribuiu para diminuir a crença na instabilidade do átomo. A afirmativa é ambígua, já que uma das fragilidades do modelo de Thomson é justamente o fato de ele não dar conta de explicar a estabilidade do átomo. Thomson não pressupunha a instabilidade do átomo; ao contrário, ele imaginava o átomo estável. O problema é que seu modelo, caso explicado pelas leis da física clássica, resultaria justamente na instabilidade, ou no “colapso do átomo”, tal como afirmamos atualmente. A terceira afirmativa proposta pelo item também está correta: “a interpretação dos resultados dos experimentos de E. Rutherford levou à proposição de um modelo atômico incompatível com as leis da Física clássica do final do século XIX”. A quarta afirmativa proposta está incorreta; segunda ela, “os estudos de N. Bohr sobre espectros de emissão embasaram a proposição de um modelo para o átomo no qual elétrons e prótons se encontram uniformemente distribuídos em simetria esférica”. Isto não corresponde ao modelo de Bohr, para o qual os elétrons estão espalhados em torno de camadas ao redor do núcleo. A afirmativa incorreta do item (a segunda) considera que “o conceito de núcleo atômico, aceito atualmente, foi estabelecido pelo próprio físico J. J. Thomson, com seu modelo conhecido popularmente como “pudim de passas””. Efetivamente, o modelo de Thomson é conhecido como “pudim de passas”; no entanto, o modelo atômico preconizado atualmente é o de Bohr, não o de Thomson.

O gabarito do item indica como correta a alternativa A, ou seja, estão corretas a primeira e a terceira afirmativa. Não há um distrator mais forte do que a alternativa correta e, das alternativas incorretas, a B e a D foram as mais frequentemente

assinaladas pelos alunos (36% deles, porcentual um pouco abaixo dos 38% que acertaram o item). É importante mencionar que os dois distratores mais frequentes consideram que a interpretação dos resultados dos experimentos de E. Rutherford **não** levou à proposição de um modelo atômico incompatível com as leis da Física clássica do final do século XIX, o que nos leva a indagar o quanto os alunos entendem as leis da Física clássica. Dado o formato do item (que oferece alternativas que combinam alternativas), consideramos prudente não avançar em reflexões mais profundas a respeito da escolha dessas alternativas por parte dos alunos.

A analogia do modelo de Thomson com o “pudim de passas” foi o objeto do item **DES04**, da prova de Química.

DES04 (Química)

A pesquisa desenvolvida por J. J. Thomson é uma das mais ricas na história da Ciência. Ele pesquisou em diferentes áreas da Física e da Química, enfatizando que a chave para entender valência e propriedades periódicas era valorizar as estruturas subatômicas em detrimento de observações macroscópicas. Uma de suas principais contribuições para a Ciência foi a apresentação de ideias sobre a constituição atômica da matéria a partir das relações com a carga elétrica. No entanto, Thomson é reconhecido, nos livros didáticos, fundamentalmente pela construção do modelo atômico, em que é apresentada a analogia do pudim de passas, conforme ilustrado na figura a seguir.

LOPES, C. V. M.; MARTINS, R. J. J. Thomson e o uso de analogias para explicar os modelos atômicos: o pudim de passas nos livros texto. **Anais VII ENPEC**, Florianópolis, 2009 (adaptado).

Modelo atômico de Thomson



HARTWIG, D.R.; SOUZA, E. E.; MOTA, R.N. Química: Química Geral e Inorgânica. São Paulo: Sãojane, 1999 (adaptado).

Fonte: LOPES; MARTINS, 2009

As analogias são modelos de ensino utilizados por professores e autores de livros didáticos e, na utilização da linguagem analógica como instrumento para ensino-aprendizagem de conceitos científicos, deve-se priorizar o movimento que vai da apresentação do conceito, por meio da aproximação analógica, desconstruindo a analogia na sequência. Nesse contexto, utilize o exemplo da analogia apresentado para redigir uma justificativa de natureza pedagógica para o uso e outra para o não uso de analogias na abordagem de modelos atômicos (valor: 10,0 pontos).
(BRASIL, 2018d)

A analogia é um recurso didático que “envolve o estabelecimento de comparações ou relações, entre o conhecido e o pouco conhecido ou desconhecido” (DUARTE, 2016, p. 8). A ponte entre o que se conhece e o que não se conhece é útil, em particular, quando são apresentados conceitos novos para os alunos, ou quando pode servir de estímulo à identificação ou solução de um problema, bem como à inferência do resultado de testes de hipóteses. De forma simplificada, a analogia é proposta quando da apresentação de um conceito/fenômeno aos alunos; estes são convidados a identificar pontos semelhantes e diferentes entre o objeto investigado e a analogia; finalmente, o professor indica as falhas da analogia, desconstruindo-a.

Em geral, a analogia é apresentada pelo professor ou é produzida pelos próprios alunos, quando estimulados; ainda, ela pode ou não ser acompanhada por representações pictóricas e/ou modelos físicos. Assim, a analogia estrutura “a compreensão conceptual individual e social pela obtenção de novos significados, promovendo, simultaneamente, o desenvolvimento dessas mesmas competências” (DUARTE, 2016, p. 11), colaborando para construir (novas) camadas de sentido e facilitando tanto a comunicação científica quanto o desenvolvimento da ciência. Para Duarte (2016), o uso de analogias no ensino de Ciências resulta em estímulo ao raciocínio analógico, aprimorando capacidades cognitivas, facilitando mudanças conceituais e auxiliando a apreensão do que não pode ser observado. Ainda, as analogias podem ser utilizadas “para atingir objetivos educacionais adicionais, nomeadamente: a compreensão da natureza da ciência e tecnologia, a promoção da criatividade e do desenvolvimento de atitudes positivas face à ciência e o desencadear do pensamento metacognitivo” (DUARTE, 2016, p. 22).

Por outro lado, também há desvantagens na sua utilização, em particular quando a analogia não é reconhecida, ou quando não facilita a compreensão como previsto. Segundo Lopes e Martins (2009), estes problemas surgem com o uso da analogia do “pudim de passas” para o modelo atômico de Thomson. Em primeiro lugar, o “pudim de passas” não é um conteúdo familiar aos alunos. Segundo Lopes e Martins “a analogia original, em inglês, é com o *plum-pudding*, uma tradicional sobremesa britânica feita com frutas secas, muito consumida no Natal e pouco conhecida no Brasil.” (LOPES; MARTINS, 2009, p. 2). Em segundo, a analogia, tal como é feita, colabora para que o aluno entenda como propriedades do modelo as propriedades do objeto análogo, resultando em disfuncionalidade no uso deste recurso: para Thomson, o átomo tinha uma esfera positiva, na qual os elétrons estavam cravejados. No

entanto, a figura do “pudim” remete a algo estático, algo bem distante do modelo dinâmico proposto por J. J. Thomson (LOPES; MARTINS, 2009).

A seguir, apresentamos o padrão de resposta sugerido pelo INEP, no nosso entendimento em concordância com o visto na bibliografia discutida acima.

Gabarito do INEP

O estudante deve mencionar uma das duas justificativas a seguir para o uso de analogias:

a) a analogia promove um trânsito entre o conhecimento dos alunos (objeto análogo) e o conteúdo específico (objeto alvo) apresentado pelo professor, diminuindo a carga cognitiva para a abstração de um conceito.

b) a analogia é uma ligação que fundamenta a estrutura do real e desempenha o papel de guia na investigação, no raciocínio intuitivo e indutivo, podendo esse raciocínio analógico auxiliar na compreensão do conhecimento científico na medida em que aproxima os conteúdos e conceitos, muitas vezes abstratos e inacessíveis pelos alunos, a saberes já apreendidos por eles.

Quanto ao não uso de analogias, o estudante deve utilizar uma das seguintes justificativas:

a) Quando a analogia apresenta um objeto que não faz parte do universo cognitivo do estudante, como é o caso do pudim de passas (não faz parte da cultura gastronômica brasileira, assim o estudante teria que construir um análogo do análogo) para compreender a estrutura atômica (objeto análogo possui diversas características que não são transferíveis para o objeto alvo).

b) Uma analogia em que o objeto análogo e o objeto alvo apresentam características muito diferentes pode favorecer erros conceituais, como é o exemplo do pudim de passas, visto que o modelo de Thomson é dinâmico e a analogia é estática. Nesse caso, a analogia funciona como obstáculo epistemológico. A analogia do pudim de passas transcendeu a relação entre o objeto e o análogo, transformando-os praticamente em sinônimos, apesar de os elétrons serem equidistantes na proposta original de Thomson.

(BRASIL, 2018d, p. 722).

O item apresentado a seguir, extraído da prova de Matemática, **DES05**, propôs a leitura de um trecho dos PCNs e, posteriormente, pediu para que fosse indicada a estratégia a ser adotada para o trabalho com equações de segundo grau em sala de aula. Segundo Brandemberg (2017), recomenda-se a utilização de episódios históricos para o ensino de matemática desde que este recurso não tenha um caráter ilustrativo ou novelesco. Em outras palavras, a história não deve ser apenas um apêndice para tornar a disciplina interessante; por conta disso, é fundamental que os conteúdos associados ao conceito matemático sejam contextualizados para que seja possível compreender as estruturas e as representações envolvidas.

A história da fórmula de resolução da equação de segundo grau remonta a civilizações muito antigas, de há mais de cinco mil anos, e compreende três principais fases: a fase retórica, a fase sincopada e a fase simbólica. A fase retórica ocorreu, provavelmente, entre 1700 a.C e 250 d.C, e tem como característica o uso das

palavras para a resolução dos problemas apresentados, às vezes fazendo uso da geometria, mas dispensando quaisquer símbolos. Diofanto de Alexandria, no século III d.C., dá início à fase sincopada, quando “são introduzidas, paulatinamente, algumas abreviações de palavras comuns para simplificar a resolução de problemas, ou seja, passou-se a adotar uma combinação da linguagem corrente com algumas abreviaturas” (BRANDEMBERG, 2017, p. 175). A fase simbólica tem o seu marco ao final do século XVI, quando François Viète (1540-1603), introduz a notação algébrica e sistematiza a utilização de sinais para representar as operações. A álgebra dada nas escolas, nos dias de hoje, tem essa característica, qual seja, a de trabalhar com símbolos que representam números, grandezas e operações (BRANDEMBERG, 2017). Em geral, é utilizada a assim chamada fórmula de Bhaskara (século XII), embora Bhaskara não usasse “fórmulas” ou “símbolos”.

Sobre o tema, Roque (2014) traz à tona uma discussão pertinente: para a autora, na grande maioria das vezes, a história da matemática é usada para reconstituir as etapas pelas quais esse corpo de saber – que, hoje, chamamos de matemática – passou. Raras vezes ela é utilizada para “exibir o caminho de sua constituição como objeto, enfatizando o caráter contingente das escolhas que foram feitas para que a equação adquirisse o aspecto que conhecemos atualmente” (ROQUE, 2014, p. 167). Em outras palavras, não se questiona a respeito de ser essa matemática aquela que realmente deve ser ensinada.

Para Roque (2014), este não questionamento costuma surgir com frequência no caso particular do ensino da equação de segundo grau. “Não aprendemos equações, mas o modo de resolvê-las. No melhor dos casos, parte-se de exemplos concretos, problemas práticos ou fenômenos físicos [...] sem que a distância entre a equação e a situação que representa seja questionada.” (ROQUE, 2014, p. 169). Ensina-se como, historicamente, foram desenvolvidos métodos e fórmulas que nos permitiram chegar à equação de segundo grau tal qual a conhecemos, mas não se questiona a importância da equação como um objeto relevante, tampouco se é a melhor forma de resolver os problemas que lhes deram origem. Para Roque (2014), recomendar-se-ia que o historiador da matemática, portanto, lograsse se libertar da matemática conhecida e buscasse refletir sobre os obstáculos que fizeram parte do processo de constituição do conhecimento matemático enquanto ciência e que, também, participaram do processo de elaboração e institucionalização das regras e do discurso matemático. Nesse sentido,

as fontes históricas desempenham, assim, o papel de interlocutores, pois levam os estudantes a conhecer e compreender o trabalho de matemáticos de outras épocas, suas visões sobre matemática, ou o modo como argumentavam. Com isso, eles poderão contrastá-las com os padrões contemporâneos, engajando-se em processos de aprendizagem em que eles se tornam cientes de suas próprias metarregras (ROQUE, 2014, p. 183).

Em relação ao uso de TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), prática mencionada pelos PCNs e nas alternativas do item, é necessário dizer que conteúdos matemáticos podem ser trabalhados em sala de aula com vários *softwares* educacionais gratuitos, todos de fácil acesso, a maioria de fácil operação e com material de apoio e tutorial, dentre eles *GeoGebra*, *Régua e Compasso*, *Winplot*, *Winmat*, *MathType* e *BioStat*.

Segundo Scheffer e Pasin (2013), o uso de TICs no ensino de matemática colabora para a valorização da capacidade de argumentação dos alunos e professores, para a promoção de atividades investigativas e dinâmicas, para o incentivo à interação social em sala de aula. No entanto, a inserção dessas tecnologias requer que os docentes estejam capacitados a utilizar esses aparatos em classe; considerando as lacunas na formação docente, portanto, a utilização de softwares e outras tecnologias implica na existência de programas de formação continuada, bem como na disponibilização de equipamentos e infraestrutura adequada na escola. Para Tenório, Nascimento e Tenório (2016), há inúmeros benefícios para o uso de softwares no ensino de matemática, dentre eles o aumento do dinamismo das aulas, a possibilidade de relacionar teoria e prática, o crescimento da motivação dos alunos e o favorecimento do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, os autores mencionam as dificuldades já mencionadas: sem formação e capacitação adequada, não há como os docentes aproveitarem as oportunidades da inclusão de TICs no ensino de Matemática. A seguir, apresentamos **DES05**:

DES05 (Matemática)

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) indica-se a resolução de problemas como ponto de partida da atividade matemática e discutem-se caminhos para fazer matemática na sala de aula, destacando-se, entre outras, a importância da história da matemática e das tecnologias da comunicação. Desse mundo, buscam-se estudantes mais criativos e versáteis, capazes de entender o processo como um todo, dotados de autonomia e iniciativa para resolver problemas em equipe e para utilizar diferentes tecnologias e linguagens.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília, 1998 (adaptado).

Considerando o trabalho em sala de aula com equações do segundo grau, escolha, entre as situações descritas nas opções a seguir, aquela na qual o professor adotou uma metodologia adequada, de acordo com a perspectiva mencionada no fragmento de texto dos PCN.

a) o professor apresentou a definição, o gráfico e, em seguida, resolveu dois exemplos, aplicando a fórmula que resolve a equação do segundo grau, utilizando a calculadora.

b) O professor explorou aspectos gráficos e algébricos com o uso de um software e, em seguida, propôs a resolução de exercícios com esse instrumento.

c) O professor expôs situações cujos modelos matemáticos resultam em equações do segundo grau e, em seguida, propôs uma pesquisa sobre a sua resolução.

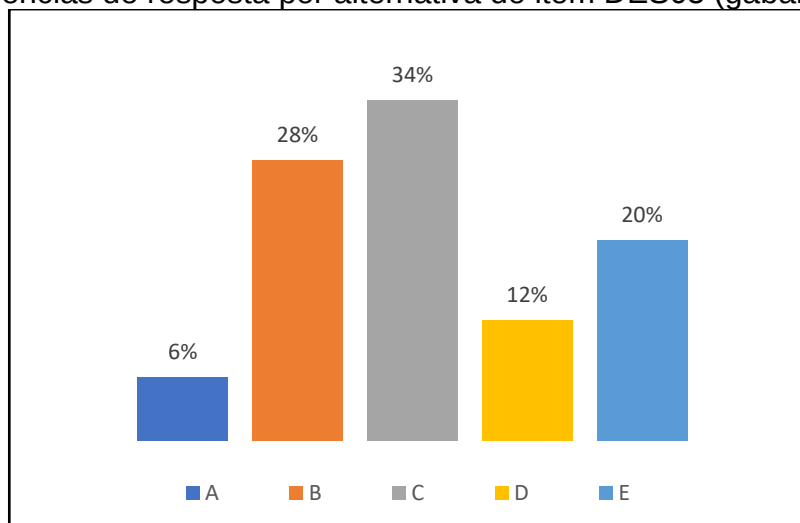
d) o professor apresentou a história da fórmula que resolve a equação do segundo grau e, em seguida, utilizou a calculadora na resolução de exercícios com essa fórmula.

e) O professor propôs uma pesquisa em grupo, na internet, sobre a história da fórmula que resolve a equação do segundo grau.

Alternativa correta: C.

(BRASIL, 2018c)

Figura 4 - Frequências de resposta por alternativa do item DES05 (gabarito = C)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (BRASIL, 2018)

Com relação ao estudo de equações de segundo grau no ensino de Matemática, as combinações de estratégias sugeridas pelas alternativas do item proposto pelo ENADE incluem diversas possibilidades: na primeira alternativa, combinam-se definição, demonstração gráfica, exemplos e aplicação da fórmula com uso de calculadora; na segunda alternativa, sugere-se que o professor faça uso de um *software* para explorar aspectos gráficos e algébricos e resolver o problema; na quarta, o professor deve propor uma pesquisa em grupo sobre a história da fórmula usada para resolver a equação de segundo grau; na quinta, a história da fórmula é apresentada, seguida pela resolução do exercício com uso de calculadora. A

alternativa correta envolve a exposição de situações passíveis de serem resolvidas por meio de equações de segunda grau, seguida por uma pesquisa a respeito de formas de resolução dos problemas; no entanto, as demais alternativas também atendem aos requisitos do item formulado.

Nenhuma das alternativas contraria o preconizado pelos PCNs; ao contrário, cada uma delas inclui algum conteúdo citado no trecho dos PCNs, o que pode gerar ambiguidade e dúvida no momento de oferecer uma resposta ao item. Assim, é plausível que elas possam induzir o aluno a erro, em especial por não serem excludentes. Finalmente, é curioso notar que o uso da história da matemática para fins didáticos – citado no trecho selecionado dos PCNs – é sugerido em duas alternativas incorretas, mas não na correta.

A alternativa correta afirma que a estratégia mais recomendada é a exposição de situações cujos modelos matemáticos resultam em equações do segundo grau e, em seguida, a realização de uma pesquisa sobre a sua resolução. É interessante notar que essa alternativa não apresenta aderência significativa ao trecho selecionado sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais, já que não envolve história da matemática, uso de tecnologia ou trabalho em grupo. Não há um distrator mais forte do que a alternativa correta e a alternativa incorreta mais assinalada (28% das respostas) diz respeito ao uso de *software* para explorar aspectos gráficos e algébricos da equação de segundo grau, posteriormente acompanhada de resolução de problemas.

b) Itens dos núcleos específicos envolvendo o papel da experimentação na construção do conhecimento

O contexto dos itens **EXP01** e **EXP02** diz respeito ao papel da experimentação na construção do conhecimento científico. Alguns dos elementos usados para a reflexão dos conteúdos dos itens foram: o caráter teórico e a base empírica do conhecimento científico, o papel das tentativas na construção do conhecimento, o papel das observações e inferências na construção do conhecimento, a importância do pluralismo metodológico, as noções relativas a hipóteses, teorias e leis, os pressupostos científicos, o papel da racionalidade, o uso de modelos científicos e esquemas de classificação, a precisão, a incerteza, o acaso e o erro no processo de

construção do conhecimento e a ciência escolar (ACEVEDO-DIAZ; GARCÍA-CARMONA, 2015).

Os itens selecionados têm como pano de fundo a reflexão sobre duas perspectivas distintas de ciência: de acordo com uma abordagem menos reducionista, a ciência emana de um contexto social e o processo de formulação hipotética antecede o esforço experimental; uma abordagem a-histórica e indutivista de ciência, propõe, de forma distinta, uma perspectiva na qual é dada prioridade ao contexto da “descoberta” científica – em geral, por meio da experimentação – reforçando-se a falsa ideia de conhecimento seguro, exato e infalível gerado por meio do esforço extraordinário de poucos indivíduos (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001).

Do ponto de vista do desenvolvimento da ciência, os métodos dedutivos e indutivos foram, cada um a seu tempo, defendidos como capazes de alcançar a verdade e a compreensão do mundo. Assim, o século XX e o século XXI estabeleceram algumas bases a respeito do fazer científico: a ciência é um empreendimento social e, como tal, está sujeita a transformações e a mudanças em função das perguntas feitas e das respostas necessárias, daí que a pluralidade metodológica seja não apenas compreensível, mas também esperada (WOODCOCK, 2014).

A constatação de que os processos de observação são precedidos por esforços teóricos, por ideias pré-estabelecidas, obrigou à revisão sobre a “perfeição” da indução e da evidência empírica como instrumentos para a construção do conhecimento. A própria história da ciência colaborou para que fosse revisto o papel da experiência no desenvolvimento científico: eram inúmeros os casos em que teorias haviam sido elaboradas sem as devidas comprovações empíricas. Finalmente, era necessário admitir a impossibilidade de uma observação isenta de subjetividade. "Em certo sentido, a apreensão da realidade se faz parcialmente, mediante ‘recortes’ próprios de cada observador, determinados por sua experiência prévia, as teorias que aceita, os objetivos que tem em vista." (CHIBENI, 2004, p. 5).

O indutivismo defendeu ser ciência o que pudesse ser alvo de comprovação empírica. O positivismo lógico, por sua vez, apoiou a atribuição de ciência para aquilo que fosse possível refutar. Para Imre Lakatos (1922 – 1974), merecia o atributo de cientificidade o conhecimento que fizesse parte de um programa de pesquisa progressivo. Essas perspectivas, cada uma a seu modo, reforçaram a importância da experimentação no ensino de ciências, o que fortaleceu a tradição de que os docentes

deveriam transmitir aos alunos conhecimentos “prontos”. Tal percepção sobre o papel dos docentes acabou por eximi-los do trabalho de mostrar os problemas que deram origem a estes conhecimentos, “as dificuldades encontradas etc., não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem” (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001, p. 131).

Esta abordagem acabou, também, por valorizar os sentidos como únicas fontes legítimas do conhecimento e na incompreensão da distinção existente entre os objetos do mundo real e os objetos teóricos da ciência (na maior parte das vezes elaborados como idealizações, e não como representações do mundo real) (MATTHEWS, 1995). Esqueceu-se que, afinal, não há observações neutras; as observações são frutos de esforços teóricos. Aliás, caso esperássemos que as teorias fossem sempre confirmadas ou refutadas pela experiência, teríamos que explicar como teorias aceitas consensualmente em determinado momento histórico teriam substituídas por outras, em outros momentos históricos (BARRA, 1993). Como afirmam Peduzzi e Raicik, o fato de uma teoria ser substituída por outra não significa que a primeira não fosse científica ou que tivesse deixado de ser científica; se este fosse o critério para balizar teorias, além de destituirmos a ciência de sua história, estaríamos atribuindo ao “presente a sentença de também não ser científico, de não ter valor, no futuro, com a emergência de novas teorias” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 28).

De fato, o conhecimento científico é fruto de grandes esforços intelectuais, e é disseminado por meio da cultura e da comunidade científica. Ainda, é importante que os alunos diferenciem observação e inferência (LEDERMAN, 2013): se essa diz respeito aos sentidos, esta vai além do que a nossa experiência nos mostra; também é fundamental diferenciar leis e teorias, bem como reconhecer a importância que a criatividade, a imaginação e a invenção têm na construção do conhecimento científico; espera-se que os alunos sejam capazes de compreender o caráter subjetivo do conhecimento científico, assim como devem entender a ciência como expressão da atividade humana que ocorre em determinado tempo histórico e em função das condições culturais de sua época.

Diferentemente da perspectiva empirista, que defende a experiência como base para a “reconstrução” do processo de elaboração de conceitos e consequente “descoberta”, a função do professor “é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à

maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas” (DRIVER; ASOKO; LEACH *et al.*, 1999, p. 32). Assim, a construção do conhecimento científico não se limita à investigação empírica. Na verdade, a experiência empírica deve ser superada pela abstração e pelo pensamento simbólico. Ensinar ciências “envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo” (DRIVER; ASOKO; LEACH *et al.*, 1999, p. 36), aproximando-as da linguagem da ciência, das normas, símbolos e regras do fazer científico e do discurso gerado por esse fazer. Esse processo requer a organização de signos e a construção de significados “apesar da experiência” (MARANDINO, 2003).

Segundo Marandino (2003), a ênfase na experimentação parte do princípio de que a evidência empírica contribui para a desconstrução das concepções ingênuas dos estudantes formuladas com base no cotidiano e no senso comum; no entanto, também reforça a ideia de que o fazer científico é um processo de (re)descoberta daquilo que foi construído no passado. A filosofia por trás da apologia da experimentação “é antiquada, permanecendo ainda o discurso de que para ensinar ciência é necessário reproduzir o método da ciência, acreditando que este é o parâmetro para explicar o seu sucesso, demarcar consensos e demonstrar progresso” (MARANDINO, 2003, p. 183). Duplo equívoco: a elevação do método empírico como *único e melhor* método é uma ideia que a HFC autoriza deixar de lado (WOODCOCK, 2014).

O item de natureza dissertativa que, a partir de agora, identificaremos como **EXP01**, solicitou que o aluno explanasse sobre importância da experimentação no ensino de Física e oferecesse uma proposta de experimentação em local distinto do laboratório de Física. O item **EXP01** está apresentado a seguir.

EXP01 (Física)

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, o manusear, o operar, o agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002 (adaptado).

Com relação ao que foi exposto, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Apresente duas vantagens proporcionadas pela experimentação ao ensino da Física, destacando as respectivas implicações no processo de ensino-aprendizagem (valor: 5,0 pontos)
 - b) Apresente uma proposta que possibilite a prática experimental em um contexto em que não há laboratório de Física na escola (valor: 5,0 pontos).
- (BRASIL, 2018b)

Fazendo uso, no enunciado, de um trecho referente aos Parâmetros Curriculares Nacionais, o item assume que a experimentação é indispensável para o processo de desenvolvimento das competências em Física, à medida que ela permite que sejam privilegiados o fazer e o agir. Da maneira como está formulada, o item pode gerar algum desconforto, já que tem a apologia do método experimental para a construção do conhecimento como ponto de partida. Embora a experimentação seja importante, em especial no ensino de ciências, a sua adoção não crítica fortalece, justamente, o contrário da concepção que deve ser defendida: ao invés de mostrar que a evidência empírica precisa ser interpretada, que ela não é válida por si só, e que o conhecimento é construído mesmo quando não há evidências empíricas, o item reforça a apologia exagerada da experimentação na educação científica, colocando-a como melhor método ou, talvez, como único método. Em outras palavras, não há nada no item que abra espaço para a reflexão sobre a abstração, o esforço hipotético anterior à observação e a importância do mundo simbólico para a compreensão dos fenômenos da natureza. O padrão de resposta sugerido pelo INEP menciona o uso de recursos alternativos ao laboratório (a utilização de materiais alternativos; a confecção de kits portáteis; e o uso de laboratórios virtuais), mas não coloca em discussão os limites do método de experimentação para a construção do conhecimento científico, em geral ou em sala de aula.

a) O estudante pode apresentar quaisquer duas das vantagens e respectivas implicações listadas a seguir.

- Implicam no papel ativo do estudante no seu processo de construção de conhecimento: motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; desenvolver a capacidade de iniciativa pessoal e tomada de decisão; estimular a criatividade.

- Implicam no desenvolvimento e crescimento intelectual dos estudantes: aprimorar a capacidade de observação e registro de informação; desenvolver a capacidade de análise de dados e de proposição de modelos para descrever os fenômenos; aprimorar as habilidades de manipulação e uso de equipamentos.

b) O estudante deve indicar que a atividade experimental em contextos em que não há laboratório de Física na escola é possível, pois o exercício dessas atividades necessita de materiais específicos que podem dispensar um laboratório equipado e instalado. Podem-se mencionar:

- a utilização de materiais alternativos;
- a confecção de kits portáteis;
- o uso de laboratórios virtuais.

(BRASIL, 2018b, p. 712)

A reflexão sobre a natureza do trabalho científico também foi o elemento principal do item extraído da prova de Biologia, a partir de agora denominado de **EXP02**, que envolveu a reflexão sobre práticas e avaliações, em sala de aula, que não promovessem uma ideia deformada do trabalho científico.

Segundo El-Hani (2006), para que se concretize o ensino *sobre* Ciências (e não *de* Ciências) é necessário que as atividades que simulam/reproduzem processos de investigação científica envolvam a crítica das dimensões históricas e filosóficas relacionadas àquela construção do conhecimento. Para que isso ocorra, é exigido que os professores tenham o conhecimento da ciência que pretendem ensinar, compreendam a HFC e escolham uma perspectiva educacional que oriente as atividades em classe. Ainda, é fundamental que os professores percebam a produção da ciência como uma atividade social, imersa em cultura, determinada, em grande parte, pelo contexto histórico e filosófico. Em adição, os professores devem evitar construir, junto aos alunos, uma visão de ciência empírico-indutivista, a-histórica e a-teórica, já que “não basta um tratamento experimental para refutar ou comprovar – nem sequer provisoriamente – uma hipótese; trata-se sobretudo da existência, ou não, de coerência global com o corpo de conhecimentos vigente” (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001, p. 137).

É importante também considerar que uma visão deformada da ciência envolve considerá-la um corpo dogmático e fechado de saberes, individualista e elitista, neutro e descontextualizado, cujo desenvolvimento histórico se dá de forma linear ou cumulativa (EL-HANI, 2006; PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001). Para os autores,

os docentes também precisam se conscientizar de que, embora seja necessária uma divisão do conhecimento em áreas de estudo, a unificação do saber à disposição é uma característica do desenvolvimento científico: “A desvalorização e mesmo o esquecimento dos processos de unificação como característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos constitui um verdadeiro obstáculo na educação científica habitual.” (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001, p. 132). Finalmente, os professores em Ciências devem discutir junto aos alunos a importância do pluralismo metodológico na busca *de* verdades (e não *da* verdade) e de maiores graus de certeza a respeito dos fenômenos da natureza. Claro está que isso não equivale a defender “um relativismo extremo, tanto metodológico (“tudo vale”, não há metodologias específicas no trabalho científico), como conceptual (não há uma realidade objetiva que permita assegurar a validade das construções científicas)” (PÉREZ; MONTORO; ALÍS *et al.*, 2001, p. 131). A seguir, apresentamos **EXP02** e as frequências de respostas dos alunos diante das alternativas apresentadas.

EXP02 (Biologia)

A literatura da área de ensino de Ciências frequentemente mostra a concepção deformada do trabalho científico, trazendo consequências negativas ao processo de ensino-aprendizagem dos conhecimentos biológicos. É comum, por exemplo, que docentes destaquem o papel “neutro” da observação e da experimentação, deixando de lado tanto o papel essencial das hipóteses como norte da investigação científica, quanto a relevância dos conhecimentos (teorias) que orientam todo o processo investigativo. Um dos resultados desse tipo de concepção da ciência é a execução de aulas transmissivas, nas quais os conhecimentos são apresentados como acabados, sem apresentar as dificuldades encontradas ao longo do processo. Apesar do discurso que coloca a experimentação em evidência, de uma forma geral, o ensino de Ciências ainda é essencialmente livresco.

PÉREZ, G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125 - 153, 2001 (adaptado).

Uma estratégia para o planejamento de uma atividade de ensino na sala de aula que promova uma imagem não deformada do trabalho científico deve envolver

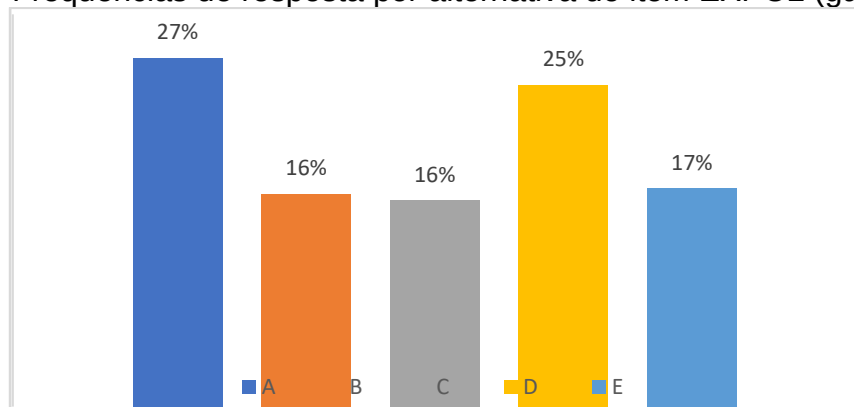
- a) apresentação de uma problematização; levantamento das hipóteses discentes; explicação de um conceito inserido em um episódio histórico; avaliação da argumentação.
- b) apresentação de um fenômeno; investigação das concepções da turma; explicação de um conceito; avaliação para a comparação dos conhecimentos anteriores e posteriores.
- c) apresentação de um experimento; discussão dos resultados; explicação dos conceitos relacionados com o fenômeno em questão; solicitação de um relato de atividades.
- d) apresentação de uma situação cotidiana; investigação das hipóteses discentes; explicação dos conceitos relacionados à situação; avaliação dos conceitos assimilados.

e) apresentação de um conceito; exposição do método científico; execução de um experimento; solicitação da explicação do fenômeno por meio de um relatório.

Alternativa correta: A.

(BRASIL, 2018a)

Figura 5 - Frequências de resposta por alternativa do item EXPO2 (gabarito = A)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (BRASIL, 2018)

A respeito da promoção de uma imagem não distorcida da ciência, o item sugeriu: a) a explicação de conceitos, seguida pela comparação entre estes e os anteriores; b) a experimentação, seguida de um relato de atividades; c) a discussão de um problema, seguida pela avaliação dos conteúdos apreendidos; d) a discussão com base nos resultados de experimentação, seguida pela avaliação dos conceitos assimilados; e e) a problematização e a contextualização histórica do problema, seguidas pela avaliação da argumentação dos alunos em relação ao conceito discutido. É importante ressaltar que o item não trata apenas das atividades em sala de aula, mas também dos processos de avaliação das atividades junto aos alunos.

Quatro alternativas do item **EXP02** envolvem a explicação e a experimentação como atividades em sala de aula que colaboram para a construção de uma imagem não deformada do trabalho científico. As duas estratégias contribuem para a deformação da imagem do trabalho científico: a explicação impede que o aluno entenda a ciência como resultado de um processo à medida que privilegia a transmissão do conhecimento “pronto”, sem percurso e sem contextualização; a experimentação reforça a importância da empiria e nega a relevância do esforço teórico.

A alternativa correta (alternativa A, escolha de 27% dos alunos) envolve a problematização de uma situação, o levantamento de hipóteses, a explicação do conceito a partir de um episódio histórico e a avaliação da argumentação. O distrator

mais forte (alternativa D, mencionada por 25% dos alunos) diz respeito à apresentação de uma situação cotidiana; à investigação das hipóteses discentes; à explicação dos conceitos relacionados à situação; e à avaliação dos conceitos assimilados. O fato de a questão envolver duas dimensões (prática de aula e avaliação) tende a prejudicar a análise dos resultados do ENADE: no caso de o aluno ter assinalado uma alternativa incorreta, não é possível identificar em qual dessas dimensões está o erro do aluno.

c) Item de formação geral e itens dos núcleos específicos envolvendo as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

Os itens a seguir, **CTS01**, **CTS02**, **CTS03** e **CTS04** envolvem a reflexão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. O item da prova de Química, a partir de agora denominado **CTS01**, diz respeito às propostas curriculares e aos propósitos de uma educação pautada pela abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Esta abordagem (termo que, para alguns, deveria ser substituído por “movimento” ou “enfoque”) vem ganhando espaço e importância na formulação de currículos, tal como o preconizado nos Parâmetros Curriculares Nacionais elaborados na década de 1990, em função de aspectos que se inter-relacionam: a) a necessidade de desconstruir uma imagem de ciência neutra, capaz de salvar a humanidade e construída com base em certezas e verdades; b) os desastres ambientais, cada vez mais frequentes e devastadores; e c) a miséria e a desigualdade social de parcelas significativas da população mundial.

A atitude crítica em relação a estes fenômenos não se desenvolve única e exclusivamente a partir do domínio de conceitos científicos; é necessário que a educação científica vá além. Assim, a abordagem CTS tem como eixo a promoção, junto ao aluno, da ação cidadã e da compreensão crítica dos discursos dos cientistas. Nesse sentido, Bispo Filho, Maciel, Sepini e Alonso (2013) entendem que a perspectiva CTS deve incluir a formação do aluno não apenas em relação ao desenvolvimento de habilidades técnico-científicas, mas também à formação de valores e à vida em sociedade de forma ética e segundo princípios democráticos. Buscando distância do ensino pautado no conhecimento enciclopédico e de memorização, a abordagem CTS deve ser realizada tendo em vista a necessidade de entender a ciência como uma atividade humana, desenvolvida em sociedade e que

resulta de problemas existentes para esta sociedade. Ainda, ela deve atribuir ao aluno o preparo para a realização de escolhas e tomadas de decisão, bem como perceber o professor como o agente compromissado com a discussão sobre as relações entre as dimensões científicas, tecnológicas e sociais.

O currículo CTS busca desenvolver a compreensão dos alunos em relação aos fenômenos da natureza não apenas em função dos conceitos científicos envolvidos, mas também consideradas “algumas habilidades e competências (pensamento crítico, raciocínio lógico, tomada de decisões, etc.) que preparem os estudantes para o exercício pleno da cidadania nos âmbitos local, nacional e mundial” (BISPO FILHO; MACIEL; SEPINI *et al.*, 2013, p. 317). Desta forma, é necessário alcançar três objetivos principais: o conhecimento individual e o desenvolvimento de competências para a aprendizagem; a tomada de decisões com base em informações de natureza científica ou tecnológica; e o desenvolvimento de valores sociais envolvidos em questões públicas e sociais:

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 5).

Segundo a abordagem CTS, o desenvolvimento destes valores e das competências associadas à aprendizagem e à tomada de decisão pode ser alcançado caso o ensino fomente a contextualização social do conhecimento científico, o pensamento crítico e a resolução de problemas de forma proativa e criativa. Para Santos e Mortimer (2000), esta estratégia requer que sejam identificados os aspectos técnicos, organizacionais e culturais da dimensão tecnológica, quais sejam:

1. aspecto técnico: conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos;
2. aspecto organizacional: atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos;
3. aspecto cultural: objetivos, sistema de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso, consciência e criatividade;
4. uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 9).

Como afirma Burke (2016), a legitimidade do conhecimento depende daquilo que as autoridades, os que detêm o poder, autorizam ou rejeitam: é o poder que determina verbas, acesso a informações privilegiadas, posição de comando nas instituições e visibilidade social. Em consequência, os grupos hegemônicos estabelecem monopólios de conhecimento que, por sua vez, materializam os projetos de poder das classes sociais dominantes. Por isso, o conhecimento é sempre ideológico, sempre cristalizando as crenças, os valores e os propósitos de setores que comandam e determinam as políticas e estratégias econômicas do Estado. São “as condições sociais, políticas e culturais que tornam alguns tipos de pesquisa possíveis e outros impossíveis.” (BURKE, 2016, p. 35). A ciência e a técnica não apenas derivam da legitimação dos grupos que estão no poder, mas também reforçam “uma dominação da natureza com uma eficácia cada vez maior, proporcionando os instrumentos para uma dominação cada vez mais eficiente do homem sobre o homem” (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 2). Assim, a prática tecnológica não está dada; ela é fruto de escolhas sociais, econômicas e políticas (SANTOS, 2008), e é essa condição que a abordagem CTS resgata. A seguir, o item **CTS01**.

CTS01 (Biologia, Física, Matemática e Química)

Os objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) compõem uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em setembro de 2015. Nessa agenda, representada na figura a seguir, são previstas ações em diversas áreas para o estabelecimento de parcerias, grupos e redes que favoreçam o cumprimento desses objetivos.

Ações para o estabelecimento de parcerias, grupos e redes que favoreçam o cumprimento dos ODS



Disponível em: <<http://www.stockholmresilience.org>>. Acesso em: 26 set. 2017 (adaptado).

Fonte: BRASIL 2018a; 2018b; 2018c; 2018d

Considerando que os ODS devem ser implantados por meio de ações que integrem a economia, a sociedade e a biosfera, avalie as afirmações a seguir:
 I- O capital humano deve ser capacitado para atender às demandas por pesquisa e inovação em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável;

II- A padronização cultural dinamiza a difusão do conhecimento científico e tecnológico entre as nações para a promoção do desenvolvimento sustentável;

III- Os países devem incentivar políticas de desenvolvimento do empreendedorismo e das atividades produtivas com geração de empregos que garantam a dignidade da pessoa humana.

É correto afirmar que

A) II, apenas

B) III, apenas

C) I e II, apenas

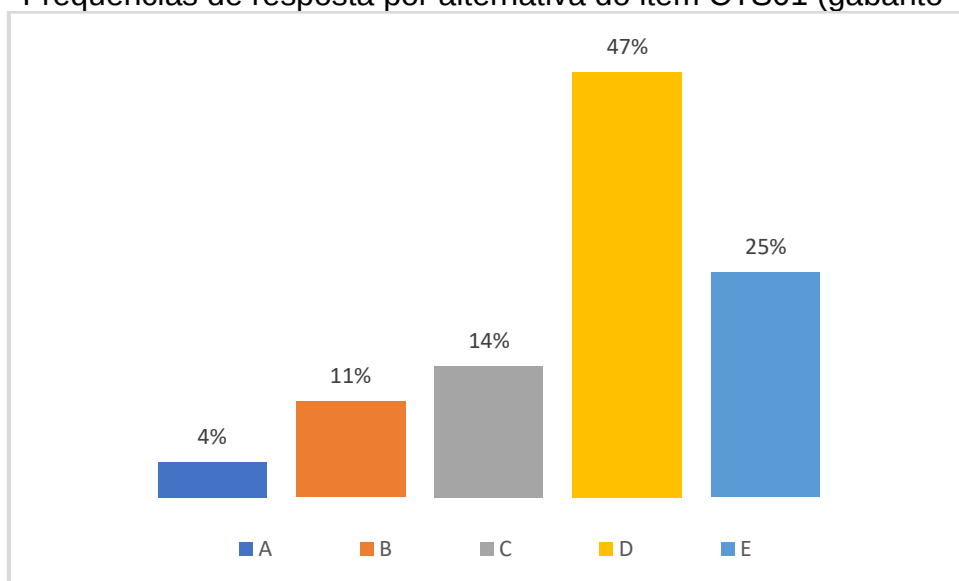
D) I e III, apenas

E) I, II e III.

Alternativa correta: D.

(BRASIL 2018a; 2018b; 2018c; 2018d)

Figura 6 - Frequências de resposta por alternativa do item CTS01 (gabarito = D)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (BRASIL, 2018)

O item **CTS01** foi proposto nas provas das quatro áreas como componente do núcleo de formação geral. Abordando o tema do desenvolvimento sustentável, o enunciado mencionou as relações entre economia, sociedade e biosfera e, sobre este tema, foram sugeridas a análise de três afirmativas: a primeira, relacionada à importância do capital humano para a adoção de estratégias destinadas ao fomento da pesquisa e inovação; a segunda, associada à padronização cultural como vetor para a difusão do conhecimento científico e tecnológico; a terceira, sobre as relações entre empreendedorismo, geração de empregos e dignidade humana.

O gabarito do INEP e 47% dos alunos consideraram incorreta apenas a segunda afirmativa: segundo os formuladores do item, a padronização cultural não fomenta a difusão do conhecimento científico e tecnológico. Esta é uma assertiva que, assim formulada, pode ter gerado dúvidas nos alunos: a padronização cultural, quando entendida como processo no qual as alteridades e especificidades culturais são desprezadas, pode gerar resultados que nem sempre são passíveis de serem classificados de forma simplista (como resultados benéficos ou maléficos, por exemplo). Embora seja discutível que centros de produção do conhecimento se sobreponham aos países periféricos, em especial no tocante à cultura, não necessariamente o resultado pode ser avaliado de maneira dicotômica (bom ou ruim). Em outras palavras: podemos fazer objeções à padronização cultural; independentemente disso, é possível que ela auxilie na difusão do conhecimento científico e tecnológico, sem quaisquer outros julgamentos de valor. Esta provável ambiguidade levou 25% dos alunos à alternativa que incluiu a padronização cultural como um elemento que auxilia a difusão do conhecimento científico.

O enunciado do **CTS02** pede para assinalar como corretas ou incorretas duas assertivas, e estabelecer a relação causa e efeito existente entre elas. A seguir, apresentamos o item **CTS02**.

CTS02 (Química)

O agravamento dos problemas ambientais pós-Segunda Guerra, a tomada de consciência de muitos intelectuais em relação às questões éticas, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade de participação popular nas decisões públicas e, sobretudo, o medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos propiciaram as condições para o surgimento de propostas de ensino CTS (Ciência - Tecnologia - Sociedade).

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos de abordagem CTS (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2000 (adaptado).

Assim, propostas curriculares para o Ensino de Ciências numa perspectiva que relacione Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) constroem-se a partir de um novo olhar para a Ciência. A linha de ensino CTS persegue uma lógica e uma orientação axiológica no sentido da dimensão formativa e cultural. Não confina o ensino de Ciências ao estatuto acadêmico da disciplina, aposta na Ciência para o cidadão. Valoriza a construção de saberes vinculados à solução prática de problemas do cidadão e à mobilização do cidadão para lidar com saberes indispensáveis a decisões, vigilâncias e denúncias oportunas.

SANTOS, M. E. N. V. M. A dimensão CTS do ensino das Ciências: fundamentos, conceitos e desafios. In: MACIEL, M. D.; AMARAL, C. L. C.; GUAZELLI, I. R. B.

Ciência, tecnologia e sociedade: pesquisa e ensino.
São Paulo: Terracota, 2010 (adaptado).

A partir dos textos apresentados, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

I. Nas propostas curriculares de CTS, os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

PORQUE

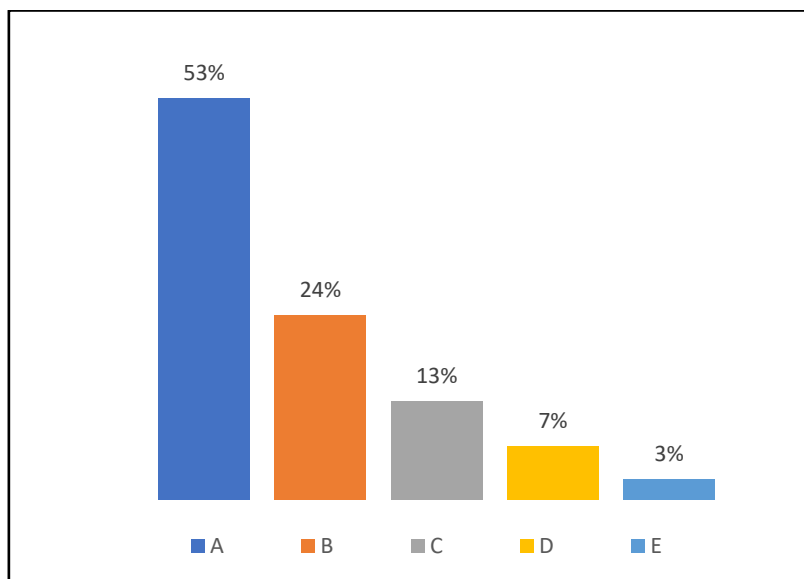
II. Essas propostas não se limitam a apresentar os avanços científicos e tecnológicos, disponibilizando, também, informações e fomentando discussões que permitam ao cidadão agir e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- a) As asserções I e II são verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- b) As asserções I e II são verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Alternativa correta: A.

Figura 7 - Frequências de resposta por alternativa do item CTS02 (gabarito = A)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (BRASIL, 2018)

Uma das assertivas está relacionada ao estudo da Ciência e da Tecnologia em conjunto aos contextos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos; a outra faz referência ao necessário desenvolvimento de competências relacionadas à ação e compreensão do discurso científico. De acordo com o gabarito oferecido pelo INEP, as duas assertivas estão corretas e a segunda é uma justificativa da primeira. Assim, dada a necessidade de desenvolver as competências associadas à ação e compreensão da Ciência e da Tecnologia, essas dimensões devem ser estudadas a

partir das relações existentes entre os contextos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos, sendo essa a alternativa escolhida por 53% dos alunos. Não há nenhum distrator que tenha recebido mais menções do que a alternativa correta; no entanto, a escolha de uma alternativa errada nesta questão gera dúvida em relação ao erro cometido, se em função de ser(em) correta(s) ou não a(s) assertiva(s) ou no que diz respeito à relação de causa e efeito existente entre elas.

O item dissertativo **CTS03** foi extraído da prova de Biologia e faz referência às questões de biodiversidade. Também aborda políticas públicas para a ciência, tecnologia e inovação, diversidade de saberes e possibilidades de engajamento para a conservação da biodiversidade. Inicialmente, o item apresenta dados sobre a participação de regiões do país na concretização da meta de conservação da biodiversidade. Em seguida, propõe duas reflexões: a primeira, sobre os efeitos, para a biodiversidade, da ampliação de unidades de conservação; a segunda, sobre ações que integrem os contextos da valorização do ambiente sociocultural com a conservação da biodiversidade.

A biodiversidade pode ser entendida como a variedade existente de organismos e “variedade de ecossistemas, que abrange tanto comunidades de organismos em um ou mais habitats quanto às condições físicas sob quais elas vivem” (WILSON, 1992 apud MARTINS; OLIVEIRA, 2015, p. 128). Ela compreende, portanto, a diversidade de espécies, a diversidade genética e a diversidade ecológica (MARTINS; OLIVEIRA, 2015).

A conservação da biodiversidade, os inúmeros contextos socioculturais e o desenvolvimento científico e tecnológico são temas frequentes na abordagem CTS(A). Segundo Martins e Oliveira (2015), o crescimento demográfico, a degradação ambiental e os efeitos do processo de industrialização são alguns dos responsáveis pelo desequilíbrio ambiental que estamos vivendo. Outros responsáveis seriam

a destruição de habitats naturais; introdução de espécies exóticas e invasoras; exploração excessiva de espécies animais e vegetais; caça e pesca sem critérios; tráfico de fauna e flora silvestre; poluição das águas e atmosfera; ampliação desordenada das fronteiras agropecuárias; crescimento da população humana; industrialização; urbanização e mudanças climáticas (MARTINS; OLIVEIRA, 2015, p. 129).

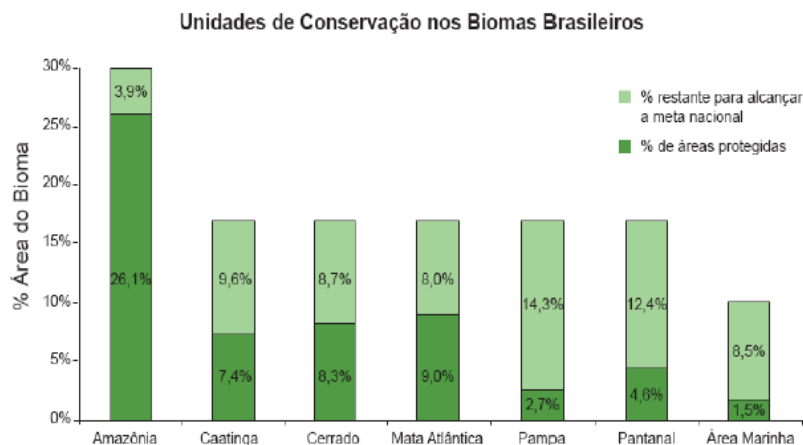
Historicamente, as relações entre a sociedade brasileira, o ambiente natural e os ambientes científicos e tecnológicos foram bastante conturbadas: temos um

passado colonial associado ao povoamento para exploração e à monocultura organizada em latifúndios. No século XVII, tivemos a mineração na região sudeste; a partir do final do século XIX, a exploração da borracha no Amazonas. O regime militar da segunda metade do século XX pautou-se em torno de, dentre outros, dois grandes objetivos: a ocupação territorial das regiões do centro-oeste e norte do Brasil, e a autonomia científica para o desenvolvimento de fontes energéticas alternativas (álcool e energia nuclear, por exemplo). Atualmente, a economia brasileira sofre com o processo de desindustrialização e com o retorno ao modelo agroexportador, modelo este que se apoia, basicamente, na ocupação desordenada do espaço e na displicência com a preservação ambiental. Assim, para Auler e Bazzo (2001), são fundamentais as iniciativas que buscam formar cidadãos aptos a tomar decisões em relação a políticas de tecnologia e saúde, em especial em relação ao ambiente. Para este movimento, um dos objetivos centrais “consiste em colocar a tomada de decisões em relação à C&T num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (maior número de atores sociais participando) e menos tecnocráticas” (AULER; BAZZO, 2001, p. 2). A seguir, apresentamos o item **CTS03**.

CTS03 (Biologia)

Em 2013, a Comissão Nacional de Biodiversidade (CONABIO), cumprindo com suas obrigações legais e com o compromisso internacional com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), aprovou as Metas Nacionais de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020. Do total de 20 metas, destacam-se as que preveem a conservação de 20% das áreas terrestres e águas continentais e 17% das áreas marinhas e costeiras, por meio de sistemas de unidades de conservação e outras categorias de áreas oficialmente protegidas. A figura a seguir representa a contribuição das áreas protegidas no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) para o alcance da meta nacional.

Contribuição das áreas protegidas no âmbito do SNUC



BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 5º relatório nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica. Brasília, 2016 (adaptado).

Fonte: BRASIL, 2018a

No que se refere à biodiversidade em políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação, dadas as características do Brasil, com elevada diversidade biológica e cultural, e elevado grau de ameaça em todos os biomas brasileiros, é recomendável que, nos editais e chamadas públicas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sejam incentivadas abordagens da biodiversidade integradas a um contexto sociocultural conservacionista, reconhecendo-se e valorizando-se a diversidade de saberes e de possibilidades de engajamento para a conservação da biodiversidade.

OLIVEIRA, D. Biodiversidade em políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação: caracterização e perspectivas na integração do fomento à divulgação e educação em ciências. 230f. Tese (doutorado) Universidade Federal do Rio Grande - UFURG, Faculdade de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, 2016 (adaptado).

Considerando a temática apresentada nos textos, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Descreva dois possíveis efeitos da ampliação das unidades de conservação sobre a biodiversidade (valor: 4,0 pontos).
 - b) Apresente três exemplos de ações que integrem o reconhecimento e a valorização do contexto sociocultural com a conservação da biodiversidade (valor: 6,0 pontos).
- (BRASIL, 2018a)

Como padrão de resposta, o INEP considerou que, na primeira etapa da pergunta, o estudante poderia ter mencionado, entre outros aspectos, a proteção dos recursos naturais utilizados para a subsistência de populações tradicionais, a manutenção da diversidade biológica, a proteção de espécies ameaçadas de extinção, a promoção do desenvolvimento sustentável e as práticas de conservação da natureza; a proteção e/ou recuperação de recursos hídricos e as ações destinadas a “proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental, [...além de] favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico” (BRASIL, 2018b, p. 718). Em relação à segunda parte do item – que versou sobre ações que possam integrar a valorização do contexto sociocultural e a conservação da biodiversidade, o INEP sugeriu os elementos a seguir:

Padrão de resposta

- a) participação popular em audiências públicas, na composição de conselhos consultivos, em consultas diretas, por meio de fóruns, sites, etc.;
- b) representatividade de diversos atores sociais de forma paritária; resgate, armazenamento e divulgação de conhecimentos e experiências tradicionais;
- c) incentivo à educação e à divulgação científica;
- d) incentivo à alfabetização científica;

- e) gestão de dados científicos em ambiente “open science”, ou seja, de livre acesso;
 - f) engajamento de cidadãos não especializados em atividades relacionadas à ciência, como o Sistema Urubu, Wikiaves.
- (BRASIL, 2018a, p. 718).

O item **CTS04**, extraído da prova de Biologia, versou sobre a bioética e suas relações com políticas ambientais e responsabilidade social. O questionamento é oportuno, já que vem crescendo o debate sobre as vantagens e as desvantagens das inovações tecnológicas, particularmente no que respeita às consequências políticas e sociais. O século XX e o século XXI foram pródigos na oferta de oportunidades para a discussão sobre os limites das aplicações tecnológicas: a bomba atômica, a engenharia genética, os desastres ambientais, os abomináveis experimentos em Auschwitz, todos esses acontecimentos ensejaram desconfiança em relação a alguns mitos fundadores sobre a natureza da ciência. Segundo Dominguez e Asenjo (2008), esses mitos teriam como base a convicção de que a tecnologia sempre geraria bem estar público, não sendo necessário desconfiar dos benefícios sociais produzidos por ela, tampouco da autoridade a ela atribuída. Aliás, o mito da suposta neutralidade da ciência defendia que a produção do conhecimento deveria ocorrer independentemente das consequências sociais produzidas na sociedade, a salvo de quaisquer julgamentos de ordem moral ou política.

A bioética colabora na desconstrução desses mitos, na medida em que serve de ponte entre a ciência e os valores emanados dos contextos morais, sociais e políticos. Assim, para Dominguez e Asenjo (2008), as questões referentes à bioética colocam, no centro da discussão, a participação pública na tomada de decisões sobre ciência e tecnologia, bem como sobre as questões de sustentabilidade dos atuais níveis de crescimento econômico. De acordo com Lenoir (1996), é consenso na sociedade a necessidade de promover controles democráticos sobre os processos de inovação tecnológica, em especial porque estes processos são frutos de escolhas políticas; desta forma, faz-se necessária a capacitação para o exercício das responsabilidades advindas do avanço das ciências, capacitação esta que pode ser promovida por meio da inclusão da bioética nos currículos escolares. A seguir, apresentamos o item **CTS04**.

CTS04 (Biologia)

A bioética pode ser entendida como a aplicação prática da ética, tratando de problemas persistentes e emergentes. Os problemas persistentes dizem respeito a situações tradicionalmente discutidas em diversas áreas, como o aborto e a eutanásia. Por outro lado, as situações emergentes tratam de questões referentes à reprodução assistida, à saúde pública e coletiva, à engenharia genética, ao ambiente, entre outras.

GARRAFA, V.; COSTA, S. I. F. **A Bioética no século XXI**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000 (adaptado).

Em relação à bioética, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

I. A preocupação da ética ambiental está centrada no pressuposto "cuidar", com base no qual o indivíduo atua com responsabilidade social na preservação e conservação socioambiental.

PORQUE

II. Atualmente, a bioética foca nas questões individuais, avaliadas sob a perspectiva da legalidade.

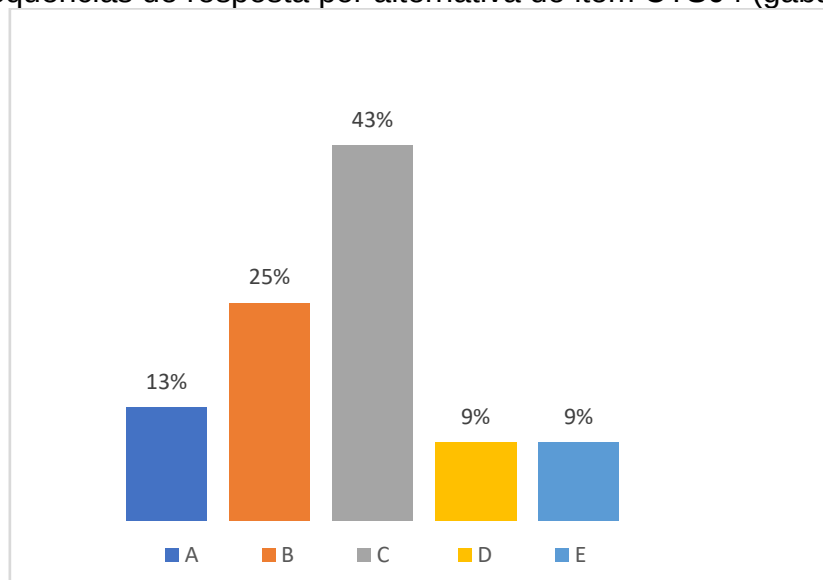
A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

- a) As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
- b) As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
- c) A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
- d) A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
- e) As asserções I e II são proposições falsas.

Alternativa correta: C.

(BRASIL, 2018a)

Figura 8 - Frequências de resposta por alternativa do item CTS04 (gabarito = C)



Fonte: a autora, a partir do Banco de Microdados do INEP (BRASIL, 2018)

O item propôs a reflexão sobre duas afirmativas, e a análise da relação de causa e efeito existente entre elas. A alternativa correta (assinalada por 43% dos

alunos) indica como correta a primeira afirmativa (que diz respeito aos fundamentos da bioética associados à atuação individual, mas com responsabilidade social na preservação e conservação socioambiental) e como incorreta a segunda afirmativa (que atribui à bioética a investigação da ação individual sob o ponto de vista da legalidade). Como uma das afirmativas é incorreta, não há qualquer relação de causa e efeito entre elas.

É possível identificar com mais facilidade o erro cometido na escolha do distrator mais frequente (alternativa B, com 25% das escolhas): ele envolveu considerar como correta a afirmativa de que a bioética trata da esfera individual do ponto de vista da legalidade, mas não como justificativa para o enfoque da bioética como associado à atuação individual, embora com responsabilidade social na preservação e conservação socioambiental. Como é possível observar, a redação confusa das afirmativas e o questionamento sobre uma suposta relação de causalidade entre elas tornam difícil compreendermos de que forma um ensino contextualizado poderia diminuir a frequência desse erro.

3.6 Uma reflexão a respeito dos principais conteúdos históricos e filosóficos das ciências nos itens selecionados das provas do ENADE de 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química

Nossa primeira hipótese era a de que **as formas como os conteúdos históricos e filosóficos das ciências são incluídos nas provas de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química do ENADE sinalizam a sua importância na formação docente, mas, ao mesmo tempo, evidenciam as dificuldades para o diálogo entre conteúdos filosóficos, históricos, científicos e pedagógicos.**

De acordo com a reflexão por nós realizada, podemos confirmar nossa primeira hipótese de trabalho: embora a inclusão de conteúdos de HFC não compareça de forma frequente, ela foi realizada de acordo com as tendências historiográficas atuais, e de forma a preconizar uma história contextualizada, não linear e não cumulativa. Nos termos que definimos como critérios para a escolha dos itens, todos eles oportunizaram possibilidades para a discussão sobre a importância do contexto social, cultural e histórico na geração e disseminação do conhecimento científico, a mutabilidade e o dinamismo da ciência, a inexistência de um método científico

universal e a importância do pluralismo metodológico para a construção do conhecimento científico, as relações entre abstração, racionalidade, observação e experimentação no processo de construção do conhecimento científico e participação da imaginação, das crenças pessoais e da intuição no trabalho científico. Ainda, algumas abordaram aspectos relacionados à importância e a relevância da abordagem CTS.

Segundo o que nossa análise identificou, não há articulação entre estes conteúdos e as práticas pedagógicas; estas deveriam associar escolhas pedagógicas e pressupostos epistemológicos sobre a natureza do conhecimento, e isto não acontece. Em outras palavras: sinaliza-se que a inclusão de episódios históricos da ciência é importante instrumento para a reformulação conceitual, porém não há qualquer menção às formas a partir das quais isso pode ser feito.

Segundo Damazio e Peduzzi, há uma forte conexão entre a abordagem didática de conteúdos históricos e filosóficos da ciência e a fundamentação educacional da pesquisa. Esta conexão é materializada, em parte, pelas teorias da aprendizagem, já que é necessário que a proposta de abordagem da HFC seja coerente com a teoria da aprendizagem que será utilizada para a seleção das estratégias de ensino (DAMAZIO; PEDUZZI, 2017). Na mesma direção, Höttecke e Silva (2010) afirmam ser problemático o fato de a inclusão da HFC, embora constante dos documentos e diretrizes para o ensino médio, não se fazer acompanhar de detalhes de esclarecimentos quanto às estratégias necessárias para sua concretização. Dessa forma, mesmo os professores que estão acostumados a se submeter, rigorosamente, aos conteúdos programáticos previstos, ficam sem quaisquer referências sobre os procedimentos a serem tomados no sentido de tornar essa inclusão uma realidade. Em consequência, segundo Höttecke e Silva (2010), ao invés de estimular a inclusão da HFC no ensino de Ciências e Matemáticas, essas diretrizes acabam por exercer uma força contrária, já que pode parecer implícito que tais orientações são meras formalidades.

Segundo Damazio e Peduzzi, “as pesquisas têm mostrado que a visão de professores e alunos sobre o conhecimento científico tem efeito sobre o seu ensino-aprendizagem.” (DAMAZIO; PEDUZZI, 2017, p. 11). Assim, a inclusão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de ciências não é condição suficiente para a contextualização da produção do conhecimento em sala de aula, tampouco para uma melhor compreensão da natureza da ciência por parte dos alunos: é também

fundamental que sejam levadas em consideração “as relações entre as concepções dos professores, a prática em sala de aula e as concepções dos estudantes” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 20). Afinal, as situações de ensino envolvem as concepções epistemológicas dos alunos e dos professores, bem como as subjacentes às teorias de aprendizagem que são consideradas, pelos docentes, como adequadas.

Para Mortimer (2016), a discussão sobre o alcance de práticas construtivistas ainda não está resolvida: para o construtivismo, os alunos devem participar ativamente da construção do conhecimento e, para que isto aconteça, situações de conflitos devem ser apresentadas e ideias prévias precisam ser contrapostas ao conhecimento científico. No entanto, para Mortimer (2016), esse processo não se dá de forma automática: ideias novas podem conviver de forma satisfatória com ideias antigas ou sequer podem ser assimiladas pelos alunos. Os conflitos cognitivos podem simplesmente não ocorrer conforme o desejado; ainda, a experiência – ou o conflito apresentado – pode não ser suficiente para a desconstrução de concepções ingênuas, tampouco para a construção de um novo conhecimento. A reformulação conceitual depende, acima de tudo, dos compromissos epistemológicos e ontológicos dos alunos, e experiências colocadas diante dos estudantes podem não dar conta de fazer com que os alunos apreendam o contexto simbólico no qual o conhecimento científico se organiza. Como o professor deve fazer um “recorte” histórico para a discussão de conteúdos de HFC em sala de aula? Como ele deve proceder na seleção de aspectos sobre a natureza do conhecimento tendo como base episódios históricos? De que forma estão associados pressupostos a respeito de práticas pedagógicas e pressupostos associados à natureza do conhecimento? De que maneira estão relacionadas as teorias da aprendizagem com as possibilidades de apreensão dos fenômenos naturais? Todos esses são aspectos fundamentais, e que os itens selecionados não abordam e que, algumas vezes, sequer tangenciam.

Finalmente, em relação à análise dos itens e ao desempenho dos alunos nos itens selecionadas, vale notar que:

- a) não foi identificado, em nenhum dos itens, algum distrator que tivesse mais força do que a alternativa correta. No caso de dois itens (**DES01** e **DES02**), as alternativas incorretas mais escolhidas estão associadas a um profundo desconhecimento sobre HFC e seus usos no ensino de Ciências e Matemática; no caso dos itens **DES05** e **CTS01**, a redação confusa e ambígua pode ter induzido os alunos à escolha de alternativas erradas. Devemos notar, também,

que nos casos dos itens **DES03**, **EXP02**, **CTS02** e **CTS04**, a elaboração dos itens impede que avancemos nas reflexões a respeito dos erros cometidos pelos alunos: esses itens foram formulados de forma a solicitar que fossem assinaladas como falsas ou verdadeiras várias afirmativas ou que, além de avaliadas como corretas ou incorretas, o aluno estabelecesse uma relação de causalidade entre elas;

- b) em **DES01**, sobre o experimento de Galvani, a alternativa apontada como correta não diferencia os conceitos de desenvolvimento e de evolução do conhecimento, o que pode induzir o aluno a erro;
- c) em **DES02**, a HFC é utilizada para discutir os desenvolvimentos teóricos sobre o calor. No entanto, não há qualquer reflexão sobre a transição de concepções ingênuas para conhecimento científico, tampouco sobre a participação do esforço teórico que antecede ou sucede a experimentação. Supõe-se que a exposição do aluno a conflitos cognitivos é capaz de, *per si*, provocar mudanças conceituais, o que não é verdadeiro;
- d) em **DES03**, sobre o desenvolvimento do modelo atômico de Thompson, o enunciado do item propõe uma abordagem histórica duvidosa, já que faz alusão a uma história linear que, supõe-se, explica as transições “naturais” de concepções ingênuas na direção do conhecimento científico; ainda, o item coloca o aluno diante uma situação anacrônica, qual seja, a de estabelecer um diálogo entre o conceito pré-socrático de átomo e os modelos atômicos do século XIX. Também deixa de lado a discussão sobre o caráter eurocêntrico da ciência, já que a participação do físico japonês Hantaro Nagaoka sequer é mencionada;
- e) o item **DES04**, sobre o uso de analogias, não remete a qualquer discussão sobre o realismo e o instrumentalismo, o materialismo e a idealização;
- f) o item **DES05** não dá qualquer pista a respeito das formas de utilizar a HFC para estudar equações de segundo grau; é curioso, inclusive, que a HFC apareça como associada a alguma prática didática, justamente, nas alternativas incorretas. Ainda, o item combina várias estratégias, confundindo o aluno e gerando ambiguidades;
- g) os dois itens envolvendo a discussão sobre o papel da experimentação na construção do conhecimento passam ao largo de teorias pedagógicas. O item dissertativo **EXP01** contém, no seu enunciado, uma apologia ao método

experimental; tal convicção é reforçada em função de as perguntas propostas não discutirem quaisquer restrições dos métodos experimentais para a construção do conhecimento científico. Por sua vez, o **EXP02** não deixa claro o objetivo de utilizar episódios históricos para desconstruir uma imagem não deformada da ciência: afinal, isto depende de como o episódio histórico está sendo utilizado, se apenas para a ilustrar a aula ou para contextualizar o desenvolvimento das ciências e as mudanças conceituais ocorridas ao longo do tempo;

- h) é notável a ausência de itens envolvendo os temas do gênero, feminismo e da participação da mulher na comunidade científica. O único item que poderia ter mencionado esse aspecto, sobre o experimento de Galvani, não aproveitou a oportunidade.

Finalmente, é importante discutir a maior proporção de itens envolvendo HFC na prova da Licenciatura em Física. Em primeiro lugar, o curso de Física teve um certo protagonismo na área de HFC na década de 1960, coincidentemente ao período da expansão do ensino universitário brasileiro. Talvez com o objetivo de enfrentamento do problema da massificação do ensino, e da diminuição da sua qualidade,

o Departamento de Física tomou uma série de medidas, inclusive o estabelecimento de uma disciplina de História das Ciências Físicas. [...] Esse foi o primeiro curso regular da disciplina a funcionar não só na USP, como também em todo Brasil. [...] É preciso que se diga também que a época era propícia para a reflexão sobre o papel da Ciência, pois vivia-se um clima agitado de instabilidade social e de insatisfação estudantil dos fins da década de 60 (MOTOYAMA; DANTES; FLORSHEIM, 1984, p. 247).

Ainda, há que se considerar as relações históricas entre o desenvolvimento da Física e da Filosofia. Até mesmo por conta de os físicos terem a realidade como centro da sua investigação, impõe-se a pertinência das questões filosóficas sobre o que vem a ser realidade e quais as possibilidades de conhecê-la (DAHMEN, 2006). Não à toa, a filosofia kantiana exerceu uma profunda influência nas reflexões dos físicos: ao questionar o papel da experiência na construção do conhecimento, Kant ressaltou a importância do conhecimento que independe do sensível, o conhecimento *a priori*. Nesses termos, “a Física e a Matemática são possíveis uma vez que têm em suas bases³⁷, duas formas *a priori* do conhecimento, o tempo e o espaço, garantindo assim

³⁷ Embora de forma não exclusiva, pois as Ciências da Terra também lidam com Tempo e Espaço em suas múltiplas interconexões.

não apenas sua universalidade como também sua necessidade.” (DAHMEN, 2006, p. 5). Assim, o diálogo entre a Filosofia e a Física permitiu que os físicos – Einstein, por exemplo – questionassem suas teorias em termos de suas bases epistemológicas. Finalmente, é importante lembrar que os efeitos do uso da tecnologia em situações de guerra (particularmente depois da II Guerra Mundial e, em especial, após o lançamento das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki) estimularam o debate sobre a ciência do ponto de vista epistemológico, filosófico, moral e ético (FIGUEIRÔA, 2016), o que pode ter resultado em uma maior aproximação entre Física e a HFC.

A título de encerramento, faz-se necessário considerar que vários foram os temas sobre a natureza da ciência e do trabalho científico tratados nos itens: o papel do acaso na construção do conhecimento, a importância da teoria e da formulação de hipóteses para a condução da observação e da experimentação, os erros conceituais, a relevância do conhecimento ingênuo dos alunos, a importância da experimentação, sobre o desenvolvimento científico (e suas rupturas, continuidades, erros e atalhos) e sobre como episódios históricos podem ser utilizados para a discussão sobre escolhas entre teorias rivais. Além do mais, os itens selecionados mostraram-se capazes de discriminar os alunos em termos do seu desempenho, o que nos leva a concluir, ao menos provisoriamente, que os temas relacionados à HFC são percebidos pelos alunos de formas distintas.

Em 2017, as provas do ENADE dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química foram realizadas por, aproximadamente, 33.000 alunos: 14.000 alunos de Biologia (de 17.000 inscritos), 3.000 de Física (de 3.700 inscritos), 11.000 de Matemática (de 13.400 inscritos) e 5.000 de Química (de 6.000 inscritos). No próximo capítulo, descreveremos o conjunto de alunos que se inscreveram para o exame a partir de suas características sociodemográficas, e investigaremos a percepção dos graduandos em relação à qualidade do curso realizado e à dificuldade da prova.

4. AS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS DOS LICENCIANDOS EM BIOLOGIA, FÍSICA, MATEMÁTICA E QUÍMICA QUE SE INSCREVERAM PARA A PROVA DO ENADE DE 2017 E AS VARIÁVEIS DE PESQUISA

Neste capítulo, buscamos descrever o conjunto de alunos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que se inscreveu para a prova do ENADE de 2017 e, para tanto, acessamos as fontes de informações por meio das quais o INEP divulgou os resultados das provas do ENADE e dos questionários aplicados junto aos alunos que participaram da avaliação, a saber:

- a) o Banco de Microdados, no qual estão os dados referentes: i) às respostas dos alunos nos itens de múltipla escolha e dissertativas de formação geral e formação específica; ii) às informações socioeconômicas sobre os alunos inscritos e participantes da prova; iii) à percepção dos alunos inscritos em relação à qualidade do curso; iv) à percepção dos alunos participantes quanto à dificuldade/facilidade/adequação da prova em termos dos conteúdos trabalhados durante o curso; e os Relatórios Síntese sobre os resultados obtidos em cada um dos cursos de licenciatura (BRASIL, 2018^a; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018c; BRASIL, 2018d), incluídas todas as informações sobre os métodos e critérios utilizados na análise estatística dos dados coletados³⁸.

Ainda, procuramos identificar as variáveis que, por hipótese, podem determinar ou contribuir para determinados níveis de desempenho dos alunos nos itens selecionados. Assim, nosso trabalho está organizado em duas etapas:

Etapa 1: inicialmente, descreveremos o conjunto de graduandos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química em termos de: a) suas características demográficas e socioeconômicas; b) avaliação do grau de dificuldade da prova; c) percepção da qualidade do curso;

Etapa 2: na sequência, apresentaremos as variáveis que serão utilizadas para a análise dos fatores associados ao desempenho dos alunos nos itens selecionados.

³⁸ O questionário respondido pelos alunos quanto às informações socioeconômicas e à percepção da qualidade do curso encontra-se disponível em: < <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enade/questionario-do-estudante> >; acesso em: 22 maio 2022.

4.1 Os graduandos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram do ENADE em 2017

Apresentaremos agora as principais características dos estudantes de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que realizaram a prova do ENADE de 2017 em termos de: a) suas características demográficas e socioeconômicas; b) percepção em relação à dificuldade da prova; c) percepção em relação à qualidade do curso realizado.

4.1.1 As principais características demográficas e socioeconômicas dos estudantes dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram do ENADE em 2017

Os dados disponíveis permitiram que caracterizássemos o conjunto de graduandos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que se inscreveram para a avaliação do ENADE em 2017 em termos das seguintes variáveis: idade, etnia, gênero, tipo de instituição (se pública ou privada), modalidade do curso (à distância ou presencial), acesso a programas de ação afirmativa e motivos para a escolha do magistério como profissão. Essas informações foram extraídas dos Relatórios Síntese dos cursos de Licenciatura em Biologia (BRASIL, 2018^a), Física (BRASIL, 2018^b), Matemática (BRASIL, 2018^c) e Química (BRASIL, 2018^d), e estão apresentadas a seguir.

a) Distribuição dos cursos por região administrativa e modalidade de ensino

No caso dos cursos de Licenciatura em Biologia, inscreveram-se para a prova 16.967 estudantes de 481 cursos de licenciatura, na maioria da região Sudeste (39,5% do total). A região Norte foi a de menor representação (10% do total), embora tenha sido a que apresentou a maior participação de instituições públicas (85,6% dos cursos da região). Em contrapartida, a Sudeste foi a que apresentou a maior proporção de instituições privadas (59,5% dos cursos da região) e o maior número de alunos participantes (35,7% do total nacional). Apenas 6,4% dos cursos foram oferecidos na modalidade de EaD. Dos cursos oferecidos nessa área, 57,4% foram ofertados por

IES públicas (BRASIL, 2018^a). Estas informações estão resumidas na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Biologia

REGIÃO	TOTAL	Categoria Administrativa		Modalidade	
		PÚBLICA	PRIVADA	EaD	Presencial
Brasil	481	276	205	31	450
	100%	57.4%	42.6%	6.4%	93.6%
Região Norte	48	31	17	3	45
	100%	64.6%	35.4%	6.3%	93.8%
Região Nordeste	111	95	16	7	104
	100%	85.6%	14.4%	6.3%	93.7%
Região Sudeste	190	77	113	14	176
	100%	40.5%	59.5%	7.4%	92.6%
Região Sul	81	37	44	5	76
	100%	45.7%	54.3%	6.2%	93.8%
Região Centro-Oeste	51	36	15	2	49
	100%	70.6%	29.4%	3.9%	96.1%

Fonte: reproduzida de BRASIL (2018^a, p. 25).

Dos 217 cursos de Licenciatura de Física que inscreveram alunos, 88% eram oferecidos por instituições públicas. As regiões Nordeste e Sudeste foram aquelas de maior representação no conjunto de cursos inscritos (61.8%), sendo que a Região Sul apresentou a maior proporção de cursos em instituições privadas (26,8%) e, a Nordeste, a maior proporção de instituições públicas (95,5%). Os cursos oferecidos na modalidade EaD correspondem a 8,8% do total (BRASIL, 2018b). A Tabela 5 a seguir resume essas informações.

Tabela 5 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Física

REGIÃO	TOTAL	Categoria Administrativa		Modalidade	
		PÚBLICA	PRIVADA	EaD	Presencial
Brasil	217	191	26	19	198
	100%	88.0%	12.0%	8.8%	91.2%
Região Norte	23	21	2	2	21
	100%	91.3%	8.7%	8.7%	91.3%
Região Nordeste	67	64	3	5	62
	100%	95.5%	4.5%	7.5%	92.5%
Região Sudeste	67	59	8	8	59
	100%	88.1%	11.9%	11.9%	88.1%
Região Sul	41	30	11	2	39
	100%	73.2%	26.8%	4.9%	95.1%
Região Centro-Oeste	19	17	2	2	17
	100%	89.5%	10.5%	10.5%	89.5%

Fonte: reproduzida de BRASIL (2018b, p. 25).

De acordo com o INEP (BRASIL, 2018c), inscreveram-se para o ENADE 13.340 estudantes de 450 cursos de Licenciatura em Matemática. Desses, 68,2% eram de IES públicas; aproximadamente 10% eram cursos oferecidos na modalidade EaD. Na Região Sudeste estavam 35,3% dos cursos inscritos; esta também foi a região que apresentou uma maior participação de cursos em IES privadas (50,3% das IES da região). Em contrapartida, a Região Norte foi a de menor representação no total de cursos e a que apresentou uma maior porcentagem de IES públicas (93,9% das IES da região), conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Matemática

REGIÃO	TOTAL	Categoria Administrativa		Modalidade	
		PÚBLICA	PRIVADA	EaD	Presencial
Brasil	450	307	143	49	401
	100%	68.2%	31.8%	10.9%	89.1%
Região Norte	38	33	5	3	35
	100%	86.8%	13.2%	7.9%	92.1%
Região Nordeste	115	108	7	12	103
	100%	93.9%	6.1%	10.4%	89.6%
Região Sudeste	159	79	80	22	137
	100%	49.7%	50.3%	13.8%	86.2%
Região Sul	85	47	38	9	76
	100%	55.3%	44.7%	10.6%	89.4%
Região Centro-Oeste	53	40	13	3	50
	100%	75.5%	24.5%	5.7%	94.3%

Fonte: reproduzida de BRASIL (2018c, p. 25).

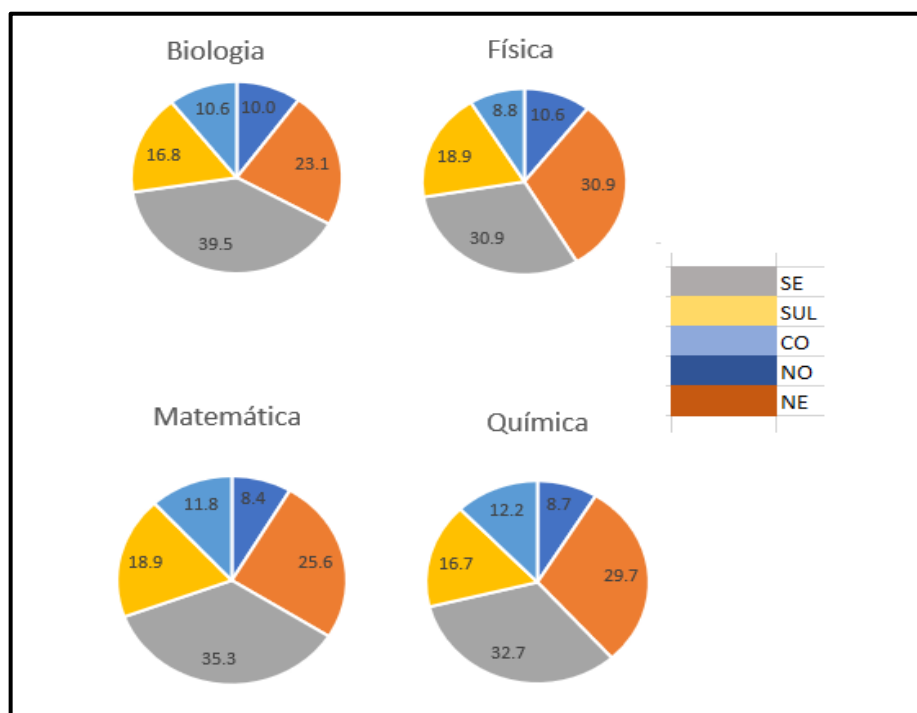
No Brasil, inscreveram-se 5.952 graduandos de Licenciatura em Química (89,8% eram alunos de cursos presenciais) de 263 cursos de licenciatura, sendo 92,8% dos cursos oferecidos por instituições de ensino presencial, 7,2% por cursos oferecidos na modalidade EaD e 81,4% por instituições públicas. Na região sudeste, estavam 32,7% das IES participantes, sendo essa também a região que apresentou a maior participação de cursos de instituições privadas (31,4%). De forma oposta, a região nordeste foi a que apresentou a maior participação de cursos de instituições públicas (94,9%) (BRASIL, 2018d), conforme apresentado na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Distribuição absoluta e percentual por Categoria Administrativa e por Modalidade de Ensino, segundo a Grande Região – Química

REGIÃO	TOTAL	Categoria Administrativa		Modalidade	
		PÚBLICA	PRIVADA	EaD	Presencial
Brasil	263	214	49	19	244
	100%	81.4%	18.6%	7.2%	92.8%
Região Norte	23	19	4	2	21
	100%	82.6%	17.4%	8.7%	91.3%
Região Nordeste	78	74	4	5	73
	100%	94.9%	5.1%	6.4%	93.6%
Região Sudeste	86	59	27	11	75
	100%	68.6%	31.4%	12.8%	87.2%
Região Sul	44	34	10	0	44
	100%	77.3%	22.7%	0.0%	100%
Região Centro-Oeste	32	28	4	1	31
	100%	87.5%	12.5%	3.1%	96.9%

Fonte: reproduzida de BRASIL (2018d, p. 25).

Os cursos oferecidos em modalidade EaD são minoria; os cursos à distância representam entre 6,4% (Biologia) e 10% (Matemática) do total de cursos participantes em cada área. A Região Sudeste é a que apresenta o maior número de cursos participantes. Também é a região em que se observa uma maior presença de cursos oferecidos por IES privadas, conforme Figura 9.

Figura 9 – Participação percentual dos cursos de licenciatura por região

Fonte: BRASIL (2018^a, 2018b, 2018c, 2018d).

Ainda, os dados da Tabela 7 mostram que:

- i) as regiões Norte e Nordeste são as que apresentam a maior porcentagem de IES públicas dentre as que oferecem cursos de licenciatura: neste caso estão os cursos de Biologia e Matemática da Região Norte, e os cursos de Física e Química da Região Nordeste;
- ii) os alunos matriculados em IES públicas foram maioria no total de alunos inscritos em todas as áreas (63,1% dos alunos de Biologia, 82,9% dos alunos de Física, 62,8% dos alunos de Matemática e 79,4% dos alunos de Química);
- iii) os alunos dos cursos presenciais foram maioria no total de alunos inscritos em todas as áreas (79,7% no caso da Biologia, 87% na Física, 70,4% na Matemática e 89,8% no caso do curso de Química).

b) Absenteísmo

Segundo o INEP (BRASIL, 2018^a), 79,7% dos inscritos nos cursos de Licenciatura em Biologia eram de cursos presenciais e 63,1% declararam estar matriculados em IES públicas. Ausentaram-se 16,9% dos alunos inscritos: o

absenteísmo foi maior entre os alunos de EaD (28,9%), entre os alunos de IES privadas (23,4%) e entre os alunos da região Norte (20,9%); em contrapartida, o absenteísmo foi menor na região Nordeste (11,8%).

Em relação aos alunos de Física, 19% ausentaram-se no dia da avaliação. Dos alunos presentes, 87% eram do curso presencial. O absenteísmo foi maior entre os alunos de EaD (31,5%), entre os alunos da Região Norte (23,8%) e entre os alunos de instituições privadas (26%) (BRASIL, 2018b).

No caso dos alunos de Licenciatura em Matemática, 18,3% ausentaram-se: 29,6% eram de alunos de cursos na modalidade EaD e 70,4% de cursos de Educação Presencial. A Região Centro-Oeste foi a que apresentou a menor taxa de absenteísmo (12% dos alunos inscritos na região) e, a maior, a Região Nordeste (23,5% dos alunos inscritos na região). Em relação à categoria administrativa das instituições, o absenteísmo entre os alunos de IES privadas foi de 22%; entre os alunos de IES públicas, 16% não compareceram ao exame. Em termos de modalidade de ensino, 26,8% dos alunos inscritos na modalidade EaD ausentaram-se; dos alunos do ensino presencial, 14,7% não compareceram (BRASIL, 2018c).

Em se tratando do curso de Licenciatura em Química, os dados mostram que, aproximadamente, 18,0% de todos os alunos inscritos não compareceram ao exame. A Região Sul foi a que apresentou a menor taxa de absenteísmo (10,7%) e, a Nordeste, a maior (19,2%). O absenteísmo foi maior entre os estudantes de IES privadas (22,0%) e entre os alunos de EaD (31,6%).

c) Sexo e Idade dos alunos inscritos

Os alunos de Biologia eram, em grande parte, do sexo feminino, nas duas modalidades de ensino: 71,9% dos alunos inscritos no EaD e 69,9% dos alunos inscritos no ensino presencial. No ensino presencial, a faixa etária mais frequente – e para ambos os sexos – foi a de até 24 anos; no EaD, a faixa mais frequente entre os alunos do sexo masculino foi a de 30 a 34 anos (6,0%), e a de 25 a 29 anos entre os estudantes do sexo Feminino (17,5%) (BRASIL, 2018^a). A Tabela 8 a seguir apresenta os dados agregados e disponibilizados pelo INEP.

Tabela 8 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Biologia)

MODALIDADE DE ENSINO						
Educação Presencial				Educação a Distância		
	Total	Sexo		Total	Sexo	
		Masc.	Fem.		Masc.	Fem.
Até 24 anos	48 .8	13 .7	35 .1	14 .3	3 .2	11 .0
entre 25 e 29 anos	29 .4	9 .2	20 .2	22 .1	4 .6	17 .5
entre 30 e 34 anos	11 .2	3 .5	7 .7	20 .2	6 .0	14 .3
entre 35 e 39 anos	5 .4	2 .0	3 .5	18 .2	5 .3	12 .9
entre 40 e 44 anos	2 .7	0 .9	1 .9	11 .5	3 .9	7 .6
acima de 45 anos	2 .5	0 .9	1 .6	13 .7	5 .1	8 .6
Total	100 .0	30 .1	69 .9	100 .0	28 .1	71 .9
Média	26 .7	27 .1	26 .5	34 .1	35 .9	33 .4
Desvio-padrão	6 .2	6 .4	6 .0	9 .0	9 .5	8 .7

Fonte: adaptada de BRASIL (2018^a, p. 50).

Em relação aos licenciandos em Física, dos que responderam ao questionário, e no caso dos cursos presenciais, 69,1% eram do sexo masculino e 30,9% sexo feminino; no caso de EaD, 67,2% eram sexo masculino e 32,8% sexo feminino. Na educação presencial, a faixa etária mais frequente foi a de até 24 anos (40,4%); no EaD, 22,3% tinham entre 35 e 39 anos (BRASIL, 2018b A Tabela 9 abaixo resume os dados sobre idade e sexo dos licenciandos em Física, por modalidade de ensino.

Tabela 9 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Física)

MODALIDADE DE ENSINO						
	Educação Presencial			Educação a Distância		
	Total	Sexo		Total	Sexo	
		Masc.	Fem.		Masc.	Fem.
Até 24 anos	40 .4	24 .6	15 .8	9 .6	4 .5	5 .1
entre 25 e 29 anos	32 .5	23 .0	9 .5	16 .6	11 .1	5 .4
entre 30 e 34 anos	13 .6	10 .9	2 .8	21 .7	14 .0	7 .6
entre 35 e 39 anos	7 .5	5 .8	1 .7	22 .3	15 .9	6 .4
entre 40 e 44 anos	3 .0	2 .5	0 .5	15 .3	9 .9	5 .4
acima de 45 anos	3 .0	2 .4	0 .6	14 .6	11 .8	2 .9
Total	100 .0	69 .1	30 .9	100 .0	67 .2	32 .8
Média	27 .6	28 .3	26 .1	36 .0	37 .0	34 .0
Desvio-padrão	6 .6	6 .8	5 .7	9 .0	9 .1	8 .3

Fonte: adaptada de BRASIL (2018b, p. 51).

Quanto aos licenciandos em Matemática, 52,4% dos alunos da modalidade presencial eram homens; no EaD, 53,1% dos alunos matriculados eram do sexo masculino. No ensino presencial, os alunos de até 24 anos representaram a faixa etária mais frequente (40,8%); em contrapartida, a faixa mais frequente entre os alunos da modalidade EaD foi a correspondente ao intervalo entre 30 e 34 anos (19,4%), conforme Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Matemática)

MODALIDADE DE ENSINO						
	Educação Presencial			Educação a Distância		
	Total	Sexo		Total	Sexo	
		Masc.	Fem.		Masc.	Fem.
Até 24 anos	40.8	18.9	21.9	13.0	4.4	8.6
entre 25 e 29 anos	26.8	14.2	12.6	18.9	9.5	9.4
entre 30 e 34 anos	13.7	8.2	5.5	19.4	10.7	8.7
entre 35 e 39 anos	9.2	5.3	3.8	18.9	10.5	8.4
entre 40 e 44 anos	4.6	2.6	1.9	13.0	7.4	5.6
acima de 45 anos	5.1	3.3	1.8	16.7	10.6	6.2
Total	100.0	52.4	47.6	100.0	53.1	46.9
Média	28.4	29.2	27.6	35.2	36.5	33.7
Desvio-padrão	7.6	7.9	7.1	9.5	9.5	9.2

Fonte: adaptada de BRASIL (2018c, p. 51).

Quanto aos alunos de Química, a maioria era do sexo feminino (54,6% dos alunos de EaD e 60,6% do ensino presencial); no ensino presencial, 42% tinham idade até 24 anos e, no EaD, 31,2% tinham entre 25 e 29 anos (BRASIL, 2018d).

A Tabela 11 a seguir resume os dados referentes à idade dos licenciandos em Química que se inscreveram para a prova do ENADE, em cada curso.

Tabela 11 – Distribuição porcentual dos alunos de Licenciatura por faixa de idade, sexo e modalidade de ensino (Química)

MODALIDADE DE ENSINO						
	Ensino Presencial			Ensino a distância		
	Total	Sexo		Total	Sexo	
		Masc.	Fem.		Masc.	Fem.
Até 24 anos	42 .0	13 .7	28 .3	8 .5	3 .4	5 .1
entre 25 e 29 anos	33 .0	13 .2	19 .8	31 .2	11 .2	20 .0
entre 30 e 34 anos	13 .8	6 .3	7 .5	18 .0	8 .0	10 .0
entre 35 e 39 anos	5 .7	3 .1	2 .6	18 .5	9 .3	9 .3
entre 40 e 44 anos	2 .8	1 .6	1 .2	11 .5	6 .3	5 .1
acima de 45 anos	2 .7	1 .4	1 .3	12 .2	7 .1	5 .1
Total	100 .0	39 .4	60 .6	100 .0	45 .4	54 .6
Média	27 .3	27 .2	28 .3	26 .5	33 .9	35 .6
Desvio-padrão	6 .3	6 .2	6 .8	5 .8	8 .7	9 .1

Fonte: adaptada de BRASIL (2018d, p. 50).

d) Etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa

Dos alunos de Biologia inscritos no EaD, 45,1% se declararam brancos, 9.7% pretos e 40.1% pardos. Dos alunos da modalidade presencial, 41,9% se declararam brancos, 11,2% pretos e 40,7% pardos, conforme Tabela 12 a seguir

Tabela 12 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Biologia por sexo e etnia

Cor ou raça	Total		
	Sexo		
	Total	Masculino	Feminino
Branca	41 .9	12 .4	29 .5
Preta	11 .2	3 .7	7 .5
Amarela	2 .3	0 .5	1 .8
Parda	40 .7	12 .0	28 .7
Indígena	0 .4	0 .1	0 .3
Não quero declarar	3 .5	1 .3	2 .2
Total	100 .0	30 .0	70 .0

Fonte: adaptada de BRASIL (2018^a, p. 52).

Uma parcela significativa dos licenciandos em Biologia (71%) afirmou não ter ingressado na universidade por conta de políticas de ação afirmativa. Do total de alunos, 12,2% ingressaram por meio de políticas de ação afirmativa em função de terem estudado em escola pública ou particular com bolsa. Dos que ingressaram no ensino presencial por meio de políticas de ação afirmativa, 32% se declararam brancos e 45,6% pardos. No EaD, dos que ingressaram por meio de políticas de ação afirmativa, 36,9% se declararam brancos e 46% pardos (BRASIL, 2018^a). Os dados sobre etnia e ingresso por meio de políticas de ação afirmativa estão apresentados na Tabela 13, a seguir.

Tabela 13 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Biologia por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa

Cor ou raça	Ingresso por políticas de ação afirmativa					
	Sim			Não		
	Sexo			Sexo		
	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino
Branca	32.0	8.9	23.1	46.2	13.9	32.3
Preta	16.7	5.2	11.5	8.8	3.0	5.8
Amarela	2.1	0.5	1.6	2.4	0.5	1.9
Parda	45.6	14.2	31.4	38.5	11.1	27.5
Indígena	0.4	0.2	0.2	0.4	0.1	0.3
Não quero declarar	3.3	1.2	2.1	3.6	1.4	2.2
Total	100	30.1	69.9	100	30.0	70.0

Fonte: adaptada de BRASIL (2018^a, p. 52).

Com relação aos licenciandos em Física, no ensino presencial, e em relação à etnia, 40,3% dos estudantes que responderam ao questionário se declararam de cor ou raça branca, 41,7% declararam ser da cor parda e 10,3% de cor preta, conforme Tabela 14 abaixo.

Tabela 14 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Física por sexo e etnia

Cor ou raça	Total		
	Sexo		
	Total	Masculino	Feminino
Branca	40.3	27.6	12.7
Preta	10.3	7.0	3.2
Amarela	2.6	1.6	1.0
Parda	41.7	28.6	13.1
Indígena	0.2	0.2	0.0
Não quero declarar	4.9	3.6	1.2
Total	100.0	68.6	31.4

Fonte: adaptada de BRASIL (2018b, p. 53).

Aproximadamente 66,2% dos licenciandos em Física não usaram quaisquer políticas de ação afirmativa para ingressar na instituição e 15,6% fizeram uso de cotas para alunos provenientes de escola pública (ou escola particular, com bolsa integral). Dos alunos que ingressaram por meio de políticas de ação afirmativa, 61,8% eram do sexo masculino, 32,8% brancos, 46,6% pardos e 12,9% pretos. No EaD, do total de alunos, 55,5% eram brancos, 33,1% pardos e 8,0% pretos. Dos alunos que ingressaram por meio de políticas de ações afirmativas, 59,4% eram do sexo masculino, 50%, brancos, 43,8%, pardos e 6,3% pretos (BRASIL, 2018b), conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Física por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa

Cor ou raça	Ingresso por políticas de ação afirmativa					
	Sim			Não		
	Sexo			Sexo		
	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino
Branca	32.8	19.2	13.6	43.4	31.1	12.4
Preta	12.9	7.9	5.0	9.2	6.7	2.5
Amarela	2.3	1.6	0.7	2.7	1.6	1.1
Parda	46.6	29.5	17.1	39.7	28.2	11.5
Indígena	0.4	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1
Não quero declarar	5.0	3.1	1.9	4.8	3.9	1.0
Total	100	61.8	38.2	100	71.5	28.5

Fonte: adaptada de BRASIL (2018b, p. 53).

Segundo o INEP (BRASIL, 2018c), e a respeito dos alunos de Licenciatura em Matemática, na modalidade presencial, 44,3% dos alunos declararam-se pardos e 38,9% brancos. A Tabela 16 abaixo resume esses dados.

Tabela 16 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Matemática por sexo e etnia

Cor ou raça	Total		
	Sexo		
	Total	Masculino	Feminino
Branca	38.9	18.5	20.3
Preta	11.4	6.4	5.0
Amarela	2.6	1.2	1.4
Parda	44.3	24.7	19.5
Indígena	0.5	0.2	0.2
Não quero declarar	2.4	1.4	1.0
Total	100.0	52.5	47.5

Fonte: adaptada de BRASIL (2018c, p. 53).

A maior parte dos licenciandos em Matemática, 73,2%, não utilizou qualquer política de ação afirmativa para ingressar na IES e 11,6% fizeram uso dessas políticas por conta de terem a escola pública (ou particular com bolsa de estudo) como origem.

No ensino presencial, 49,3% dos alunos que ingressaram por meio de ações afirmativas declararam-se pardos, 31,7% afirmaram ser brancos e 14,7% declararam-se pretos. Na modalidade EaD, 48,9% dos alunos declararam-se brancos e 38,4% afirmaram ser pardos; dos alunos que entraram por meio de ações afirmativas, 47,4% declararam-se pardos e 34,4% afirmaram ser brancos, conforme Tabela 17 abaixo.

Tabela 17 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Matemática por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa

Cor ou raça	Ingresso por políticas de ação afirmativa					
	Sim			Não		
	Sexo			Sexo		
	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino
Branca	31.7	14.0	17.7	41.8	20.4	21.4
Preta	14.7	7.6	7.1	10.0	5.9	4.1
Amarela	1.6	0.7	0.9	3.0	1.4	1.6
Parda	49.3	25.8	23.6	42.2	24.3	17.9
Indígena	0.4	0.1	0.4	0.5	0.3	0.2
Não quero declarar	2.2	1.1	1.1	2.5	1.6	0.9
Total	100.0	49.3	50.7	100.0	53.9	46.1

Fonte: adaptada de BRASIL (2018c, p. 53).

No ensino presencial, 41,9% dos alunos de Química declararam ser da raça branca, 11,5% preta e 41% parda, conforme Tabela 18 abaixo.

Tabela 18 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Química por sexo e etnia

Cor ou raça	Total		
	Sexo		
	Total	Masculino	Feminino
Branca	41.9	15.6	26.3
Preta	11.5	4.9	6.6
Amarela	2.9	1.1	1.8
Parda	41.0	16.3	24.6
Indígena	0.3	0.2	0.2
Não quero declarar	2.3	0.9	1.4
Total	100.0	39.0	61.0

Fonte: adaptada de BRASIL (2018d, p. 52).

Dos que ingressaram em cursos presenciais por meio de políticas de ações afirmativas, 36,9% eram do sexo masculino, 34,1% da cor branca, 16,2% da cor negra e 44,9% pardos. No EaD, 46,7% dos alunos declararam ser da raça branca, 9,8% preta e 37,7% parda. Dos que ingressaram no ensino à distância por meio de políticas de ações afirmativas, 58,6% eram do sexo masculino, 25,9% da cor branca, 15,5% da cor preta e 55,2% pardos (BRASIL, 2018d), conforme Tabela 19 a seguir.

Tabela 19 – Distribuição porcentual dos licenciandos em Química por sexo, etnia e ingresso por políticas de ação afirmativa

Cor ou raça	Ingresso por políticas de ação afirmativa					
	Sim			Não		
	Sexo			Sexo		
	Total	Masculino	Feminino	Total	Masculino	Feminino
Branca	34.1	11.9	22.1	45.3	17.2	28.2
Preta	16.2	6.6	9.6	9.5	4.2	5.3
Amarela	2.8	1.4	1.4	3.0	0.9	2.0
Parda	44.9	16.3	28.6	39.3	16.3	22.9
Indígena	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2
Não quero declarar	1.9	0.5	1.4	2.5	1.1	1.4
Total	100	36.9	63.1	100	39.9	60.1

Fonte: adaptada de BRASIL (2018d, p. 52).

e) Condições de moradia e renda familiar dos alunos inscritos

Segundo as informações do INEP (BRASIL, 2018^a), quase 60% dos alunos de Biologia declararam morar em casa ou apartamento, com pais e/ou parentes, e 47,2% afirmaram morar com 2 ou 3 pessoas. Do total de alunos, 52,3% declararam não trabalhar. As faixas de renda mais frequentes são até 1.5 salários mínimos (36.1% dos alunos da modalidade presencial e 27.8% do Ead), de 1,5 a 3 salários mínimos (32% dos alunos da modalidade presencial e 34.9% do EaD) e de 3 a 4,5 salários mínimos (16,5 % dos alunos dos cursos presenciais e 20.6% dos alunos da modalidade a distância). Dentre os alunos do curso presencial, 36,1% declararam que, por não terem renda, seus gastos são financiados pela minha família ou por outras pessoas; no EaD, a condição mais frequente é de alunos que têm renda e contribuem com o sustento da família (31,7%).

Quase 61% dos estudantes de Licenciatura em Física mora em casa ou apartamento, com pais e/ou parentes, sendo que 43,9% moram com 2 ou 3 pessoas. Dos estudantes de Física, 50,9% não trabalham. Na educação presencial, 61,8% dos alunos afirmaram ter renda familiar até 3 salários-mínimos. Dos inscritos, 61,8% dos alunos de Física têm faixa de renda mensal familiar até 3 salários-mínimos; no EaD, 40,3% tem faixa de renda até esse valor e, o restante, renda familiar mensal superior. Na educação presencial, 51,5% afirmaram não ter renda, sendo seus gastos financiados pela família, ou disseram ter renda e receber ajuda da família. No EaD, 58,6% tinham renda e contribuía para o sustento da família ou eram o principal responsável pelo sustento da família (BRASIL, 2018b).

No caso dos alunos de Matemática, quase metade dos alunos (49%) mora em casa ou apartamento, com pais e/ou parentes; 47,5% declararam morar com 2 ou 3 pessoas, 37,5% afirmaram não trabalhar e 27,5% afirmaram trabalhar 40 horas semanais ou mais. Na modalidade presencial, 34,1% afirmaram ter renda de até 1,5 salários-mínimos; 33,1% têm entre 1,5 a 3 salários mínimos. Na modalidade EaD, 32% afirmaram ter entre 1,5 a 3 salários mínimos; 23,2%, até 1,5. No ensino presencial, 24,5% afirmaram ter renda, mas receber ajuda da família ou de outras pessoas para financiar seus gastos; no EaD, a categoria mais frequente foi a de alunos que têm renda e contribuem para o sustento da família (32,2%) (BRASIL, 2018c).

Com relação aos alunos de Química, moram em casa ou apartamento, com pais e/ou parentes, 57,4% dos alunos; 43,7% dos estudantes moram com 2 ou 3 pessoas em casa. Um pouco mais da metade dos alunos (53,6%) declarou não estar trabalhando. Na educação presencial, a maioria dos estudantes, 64,9%, afirmou ter renda familiar até três salários-mínimos; no EaD, 74,1% declararam que a renda familiar era de até 4,5 salários mínimos. Do total dos alunos do ensino presencial, 29,3% declararam não ter renda e ter seus gastos financiados pela família ou por outras pessoas; no EaD, 29,8% dos alunos declararam ter renda e contribuir com o sustento da família (BRASIL, 2018d).

f) Escolaridade da mãe e do pai dos alunos inscritos

Dentre os alunos do ensino presencial de Biologia, 33,7% declararam que a escolaridade do pai é o Ensino Fundamental (1ª a 4ª série); dentre os alunos do EaD, essa proporção é maior (43,5%). Dentre os alunos do ensino presencial, 31,7%

declararam que a escolaridade da mãe é o Ensino Médio; em oposição, 39.9% dos alunos da modalidade EaD afirmaram que a escolaridade da mãe é o Ensino Fundamental (1ª a 4ª série) (BRASIL, 2018ª). Perto de 66% dos estudantes de Biologia declarou que os pais foram os principais incentivadores à realização do curso, assim como foram o principal ponto de apoio quando do surgimento de quaisquer dificuldades (44,5%). Dos alunos de Biologia, 61,4% declararam ter alguém na família que concluiu o ensino superior.

De acordo com o INEP (BRASIL, 2018b), e quanto aos alunos de Física no ensino presencial, 31,2% dos alunos declararam que o pai tinha o Ensino Fundamental (da 1ª. Até 4ª. Série); no EaD, 39,5%; dos alunos inscritos no ensino presencial, 34,8% declararam que a mãe tinha o Ensino Médio concluído; no EaD, 33,5% afirmaram que a mãe fez Ensino Fundamental (1ª. Até 4ª. Série). Os pais foram os grandes incentivadores para 65,6% dos alunos; na ocorrência de alguma dificuldade ao longo do curso (87% dos alunos), 42,2% receberam ajuda dos pais e 15,1% de colegas. Quase 60% dos alunos declararam já ter alguém na família com curso superior.

Dos alunos de Licenciatura em Matemática inscritos, 38,8% dos cursos presenciais e 46,6% do EaD declararam que a escolaridade do pai é o Ensino Fundamental (1º ao 5º ano, ou seja, da 1ª a 4ª série). Ainda, 32,4% dos alunos de cursos presenciais e 40,4% do EaD declararam que a escolaridade da mãe é o Ensino Fundamental (1º ao 5º ano, ou seja, da 1ª a 4ª série) (BRASIL, 2018c). Mais da metade dos alunos (56,5%) afirmou ter pessoas na família com curso superior. Os pais foram os principais apoiadores no esforço de realizar a licenciatura (60,1% dos alunos) e também foram as pessoas que socorreram os alunos quando da ocorrência de quaisquer dificuldades (39,4% do total de alunos). Quase 20% dos alunos afirmou não ter tido qualquer dificuldade para a realização do curso de licenciatura (BRASIL, 2018c).

De acordo com os dados do INEP (BRASIL, 2018d), e quanto aos alunos de Licenciatura em Química, no ensino presencial, 32,0% dos alunos do ensino presencial e 38,3% dos alunos do EaD declararam que o pai tinha o Ensino Fundamental (1ª. A 4ª. Série). Dos alunos dos cursos presenciais, 34,4% declararam que a mãe tinha o Ensino Médio completo; dos alunos de EaD, 38,3% declararam que a mãe tinha o Ensino Fundamental (1ª. a 4ª. série). Os pais foram os principais apoiadores e colaboradores durante a realização do curso de licenciatura (para 68,7%

e 46,2%, respectivamente); para 16% dos alunos, não ocorreram quaisquer dificuldades durante a realização do curso. Do total de alunos, 62% declararam ter alguém da família com curso superior.

g) Escola cursada no Ensino Médio

Em termos da instituição de origem, 85,3% dos alunos do curso presencial de Biologia vieram do ensino médio tradicional; no EaD, essa proporção é de 67,9%. A escola pública é a instituição de origem da maior parte dos alunos: no ensino presencial, 75,3% dos alunos matriculados em IES públicas vieram de escolas públicas de ensino médio, e 76,1% dos alunos matriculados em IES privadas também declararam a mesma origem. No EaD, vieram da escola pública 79,5% dos alunos matriculados em IES públicas e 79,6% dos alunos matriculados em IES privadas (BRASIL, 2018^a).

Dos alunos de Física matriculados em IES públicas, 74,1% dos alunos cursaram o Ensino Médio em escola pública. O Ensino Médio em escolas públicas também foi a categoria mais frequente dentre os alunos de IES privadas (76,2% dos alunos) (BRASIL, 2018^b).

Em relação aos alunos de Licenciatura em Matemática, dos que cursam o ensino presencial, 81,5% vieram do Ensino Médio tradicional; no EaD, essa proporção é menor: 70,9%. No ensino presencial, 81,8% dos alunos que estudam em IES públicas e 82,2% dos que estudam em IES privadas fizeram todo o Ensino Médio em escolas públicas). No ensino EaD, 81,9% dos alunos de IES públicas e 79% dos alunos das IES privadas fizeram todo o Ensino Médio na escola pública.

No que respeita aos licenciandos em Química, no ensino presencial, 86,0% dos alunos concluíram o ensino médio tradicional; no EaD, 71,2%. Dos alunos que ingressaram em IES públicas, 74,3% fizeram o ensino médio em escola pública; 70,4% dos que ingressaram em IES privadas também vieram da escola pública. No EaD, o cenário é bem similar: 72,3% dos alunos das IES públicas fizeram o ensino médio em escolas públicas, assim como 74,1% dos alunos das IES privadas (BRASIL, 2018^d).

h) Hábitos de leitura e estudo dos alunos inscritos

De acordo com o INEP (BRASIL, 2018^a), perto de 40% dos alunos inscritos nos cursos de Licenciatura em Física declarou ter lido, anualmente, de 1 a 2 livros, e 31,1% afirmaram ter lido de 3 a 5 livros (exceto os obrigatórios); 41,8% e 32,9% dos estudantes declararam estudar, semanalmente, de 1 a 3 horas, e de 4 a 7 horas de estudo, respectivamente, excetuando aquelas utilizadas em sala de aula.

Dos alunos de Física, 36,6% declararam ler, anualmente, 1 ou 2 livros e, 33%, de 3 a 5 livros, exceto os obrigatórios; do total de alunos, 30% e 31% dos estudantes afirmaram estudar, além daquelas exigidas em sala de aula, de 1 a 3 horas semanais, e de 4 a 7 horas semanais, respectivamente (2018b).

Dos licenciandos em Matemática, 37,5% afirmaram ter lido 1 ou 2 livros anualmente, além dos obrigatórios, e 30,4% declararam ter lido de 3 a 5 livros, nas mesmas condições. Quase 40% dos alunos afirmou ter estudado de 1 a 3 horas semanas (além daquelas em sala de aula) e 32% declararam ter estudado de 4 a 7 horas semanais, nas mesmas condições (BRASIL, 2018c).

Grande parte dos alunos de Química (39,6%) declarou ter lido 1 ou 2 livros anualmente, além dos obrigatórios; 29,5% declararam ter lido de 3 a 5 livros, nas mesmas condições. Um pouco mais de 33% dos estudantes declarou ter estudado de 1 a 3 horas semanais, além das obrigatórias; 34,1% declararam ter estudado de 4 a 7 horas semanais, nas mesmas condições.

i) Realização de estágios para a formação docente

Estão também disponíveis informações a respeito da realização de estágios por parte dos alunos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química. Dos alunos de Biologia, 90,5% realizaram o estágio em escola pública, 24,4% realizaram entre 301 e 400 horas de estágio obrigatório, 48,8% afirmaram terem tido, em grande parte, fundamentação teórica para o exercício da docência e 48,3% disseram que, em grande parte, os cursos ofereceram experiências pedagógicas que eles gostariam de oferecer aos futuros alunos.

A grande maioria dos alunos de Física (91,5%) fez estágio obrigatório em escola pública, sendo que 26,2% realizaram de 301 a 400 horas de estágio e, 24,9%,

mais de 400. Aproximadamente 53% dos alunos declararam que, na maior parte das vezes, a fundamentação teórica recebida no curso foi suficiente para o exercício da docência e 50,7% afirmaram ter tido, em grande parte, experiências que gostariam de repetir com seus futuros alunos (BRASIL, 2018b).

A grande maioria dos alunos de Licenciatura em Matemática (91,9%) realizou estágio em escola pública: 24,9% fizeram de 301 a 400 horas de estágio e, 21,2%, de 101 a 200 horas de estágio. Quase a metade dos alunos (48,8%) declarou que, em grande parte, a fundamentação teórica recebida foi suficiente para o exercício da docência e 47,2% afirmaram terem tido experiências pedagógicas que gostariam de realizar com seus futuros alunos (BRASIL, 2018d).

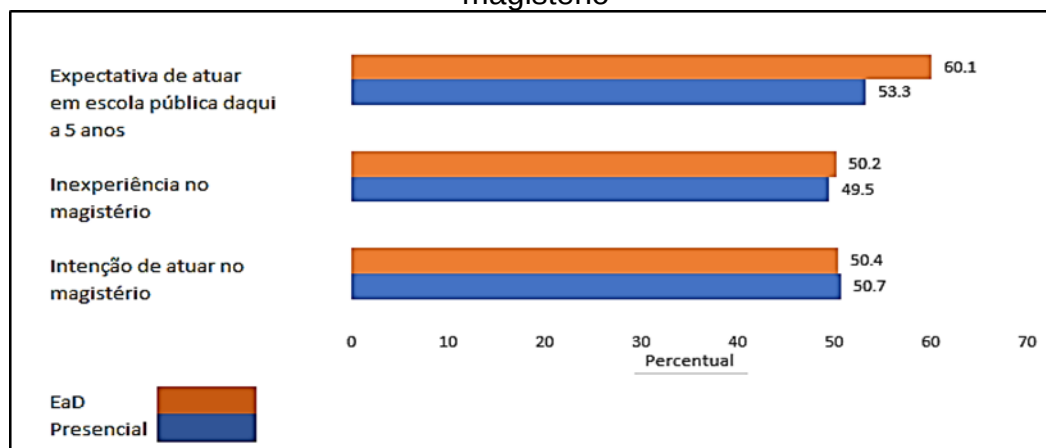
A grande maioria dos alunos de Química (90%) realizou estágio em escola pública: 25,7% fizeram de 301 a 400 horas de estágio obrigatório e, 24,4%, mais que 400. Quase a metade do conjunto de alunos (49,5%) considerou, em grande parte, que o curso de licenciatura forneceu fundamentação teórica suficiente para o exercício da docência e 49,3% declararam ter tido, em grande parte, experiências pedagógicas que gostaria de repetir com seus alunos (BRASIL, 2018d).

j) Perspectivas em relação à carreira do magistério e experiência na carreira docente

Os alunos que se inscreveram para a prova também responderam a questionamentos sobre as perspectivas a respeito da carreira do magistério. O magistério é a atuação profissional desejada por 50,7% dos alunos do ensino presencial e por 50,4% dos alunos do EaD dos cursos de Biologia. Na educação presencial, 21,3% declararam ter tido professores inspiradores e 20,2% acreditam ser o magistério sua vocação. Dentre os alunos da modalidade EaD, 27% acreditam ser essa sua vocação e 15,5% escolheram o magistério por conta da importância da profissão. Apesar desta expectativa, 49,5% dos alunos do ensino presencial e 50,2% dos estudantes do EaD declararam não ter qualquer experiência no magistério; dos alunos presenciais que têm alguma experiência docente, 17,2% atuaram nos anos finais do ensino fundamental; dentre os alunos do EaD com experiência no magistério, 13,7% fizeram a mesma declaração. Segundo o declarado pelos estudantes, 53,3% dos alunos do ensino presencial pretendem, daqui a cinco anos, trabalhar em escola

pública como professor; no EaD, essa proporção é maior (60,1%) (BRASIL, 2018^a). A Figura 10 a seguir resume os dados.

Figura 10 - Situação dos licenciandos em Biologia em relação à atuação no magistério



Fonte: BRASIL (2018^a).

Dentre os alunos de Licenciatura em Física, o magistério foi a profissão que 61,7% dos alunos de ensino presencial declararam ter a intenção de exercer; dentre os alunos do EaD, 70% manifestaram desejo de atuar como professores.

Dentre os alunos da educação do ensino presencial, 28% afirmaram acreditar ser o magistério sua vocação; dentre os alunos do EaD, 41,4% fizeram a mesma declaração.

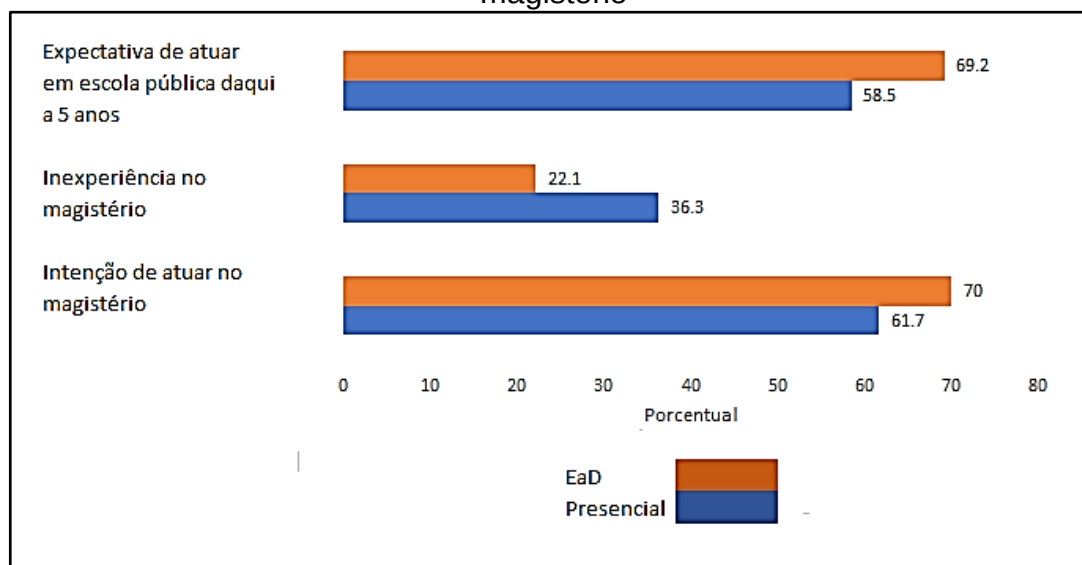
Dentre os alunos do ensino presencial, 20,5% escolheram o magistério por conta de professores que os inspiraram; no EaD, 20,2% fizeram a escolha por acreditarem na importância da profissão (BRASIL, 2018b).

Na educação presencial, 36,3% não tinham experiência no magistério; no EaD, 22,1%. No EaD, 36,1% trabalhavam em escola pública, com contrato temporário; no ensino presencial, 19,2%.

No ensino presencial, 42,8% trabalhavam com ensino médio; no EaD, 47,5%.

Em termos de projetos para daqui a cinco anos, 58,5% dos alunos do ensino presencial declararam imaginar a escola pública como local de trabalho; dentre os alunos do EaD, essa proporção foi maior, conforme pode ser visto na Figura 11 abaixo.

Figura 11 – Situação dos licenciandos em Física em relação à atuação no magistério



Fonte: BRASIL (2018b).

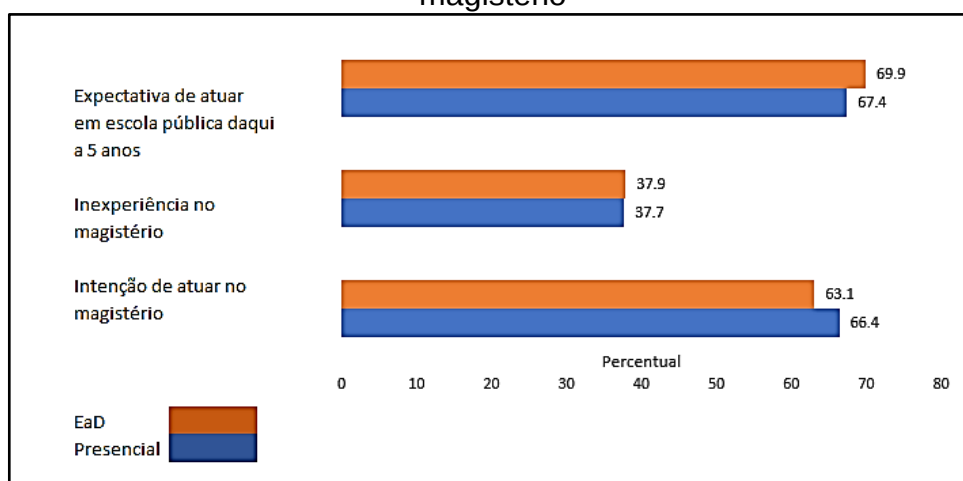
Segundo os dados do INEP (BRASIL, 2018c), dos alunos de Matemática que estudam presencialmente, 66,4% pretendem exercer o magistério como principal atividade profissional; no EaD, essa proporção é menor (63,1%).

A escolha para o magistério está associada à crença na existência de vocação para essa atividade (34,2% dos alunos do ensino presencial e 43,5% dos alunos da modalidade EaD). Apesar dessa expectativa, 37,7% dos alunos do ensino presencial não têm experiência no magistério; no EaD, 37,9%.

Do total de alunos, 28,4% dos inscritos no ensino presencial têm experiência no magistério junto aos anos finais do Ensino Fundamental; dos alunos do EaD, 23,8% têm essa mesma prática.

Ao serem questionados sobre a perspectiva em relação à atuação profissional dali a cinco anos, 67,4% dos alunos do ensino presencial e 69,9% do EaD declararam ter a intenção de trabalhar em escola pública (BRASIL, 2018c). A Figura 12 resume esses dados.

Figura 12 – Situação dos licenciandos em Matemática em relação à atuação no magistério



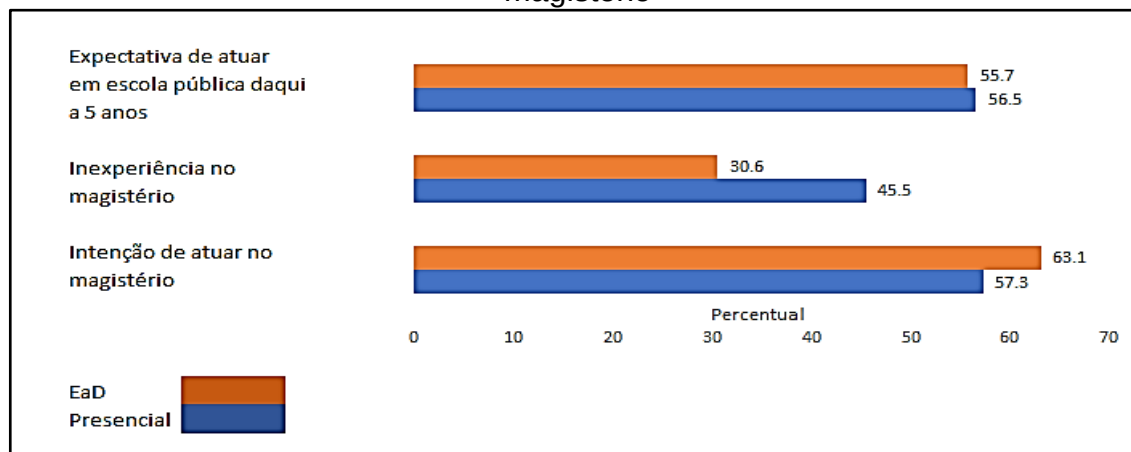
Fonte: BRASIL (2018c).

A pretensão de exercer o magistério foi declarada por 57,3% dos alunos de Licenciatura em Química do curso presencial e por 63,1% do EaD. Dos alunos do ensino presencial, 22,3% declararam acreditar ser essa sua vocação; do EaD, 36,4%. Em termos de atividade profissional, 14,3% dos alunos do curso presencial afirmaram trabalhar em escola pública, com contrato temporário (não concursado); tal fenômeno se repetiu em relação aos alunos do EaD (28%) (BRASIL, 2018d).

Dos alunos do ensino presencial, 37,5% declararam ter experiência no ensino médio; do EaD, 42,2%. Declararam não ter qualquer experiência no magistério 45,5% dos alunos do ensino presencial e 30,6% dos alunos de EaD.

A maioria dos alunos, tanto do presencial quanto do EaD, afirmaram pretender atuar, daqui a cinco anos, em escolas públicas (56,5% e 55,7%, respectivamente). Dos alunos matriculados em cursos presenciais, 22,3% afirmaram ter escolhido o magistério por vocação e 21,6% por conta de terem sido inspirados por outros professores. No EaD, 36,4% dos alunos escolheram o magistério por vocação e, 15,3%, por conta da importância da profissão (BRASIL, 2018d), conforme pode ser visto na Figura 13 abaixo.

Figure 13 – Situação dos licenciandos em Química em relação à atuação no magistério



Fonte: BRASIL (2018d).

4.1.2 Um panorama geral sobre as características demográficas e socioeconômicas dos estudantes dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química que participaram das provas do ENADE em 2017

A análise das características dos cursos e dos alunos de Biologia, Física, Matemática e Química que se inscreveram para a prova do ENADE mostra que as IES públicas são as que mais oferecem cursos de licenciatura em todas as áreas (57,4% das IES que oferecem cursos de Biologia, 68,2% das que oferecem Matemática, 81,4% das que oferecem Química e 88% das IES que oferecem Física).

A taxa de absenteísmo variou entre 16,9% (Biologia) e 20,8% (Matemática); a proporção de absenteísmo foi maior dentre os inscritos na modalidade EaD, entre os alunos inscritos em IES privadas e entre os alunos inscritos nas regiões Norte (Biologia e Física) e Nordeste (Matemática e Química).

Na Biologia e na Química, as mulheres são o grupo majoritário; na Física e na Matemática, os homens têm uma participação maior dentre os alunos inscritos.

A faixa etária modal para os alunos de cursos presenciais (em todos os cursos) é a de até 24 anos; na modalidade EaD, e em todos os cursos, as faixas modais correspondem a idades mais elevadas (25 a 29 anos, nos cursos de Biologia e Química; 30 a 34 anos, no curso de Matemática; 35 a 39 anos no curso de Física).

Os dados apresentados pelo INEP mostram que os brancos são a etnia declarada pela maior parte dos alunos participantes; em seguida estão os alunos pardos e, minoritariamente, alunos que se declararam negros. Ainda, é importante

ressaltar que: entre 66% a 72% dos alunos não ingressaram por conta de ações afirmativas; entre 12% e 16% ingressaram na IES por conta de ter a escola pública como origem (ou a escola particular, com bolsa integral de estudos).

Dos alunos que ingressaram no ensino presencial por meio de ações afirmativas, a maior parte (entre 45% e 50%, dependendo do curso) é constituída de alunos pardos; dentre os que ingressaram no ensino à distância por meio de ações afirmativas, os pardos também são maioria (entre 43% e 52%, dependendo do curso); dentre os alunos que ingressaram por meio de ações afirmativas, tanto em cursos presenciais quanto à distância, os brancos formam o segundo maior grupo (no ensino presencial, eles representam entre 31% e 34% dos alunos que ingressaram nessa condição; no EaD, entre 25% e 50%, dependendo do curso).

A maioria dos estudantes mora em casa ou apartamento, com pais e parentes, em geral com 2 ou 3 pessoas; nos casos dos alunos de Biologia, Física e Química, um pouco mais da metade dos alunos declarou não trabalhar; no caso dos alunos de Licenciatura em Matemática, embora grande parte não trabalhe, é significativa a proporção de alunos que trabalha 40 horas semanais ou mais.

A categoria com maior participação em termos de renda familiar é, no caso dos alunos dos cursos presenciais da Biologia e da Matemática, de até 1,5 salários mínimos; no caso dos alunos presenciais da Física e da Química, a faixa de renda modal é de até 3 salários mínimos.

A faixa de renda mais frequente dentre os alunos dos cursos na modalidade EaD de Biologia e Matemática é de 1,5 a 3 salários mínimos; no caso da Física, a classe de renda modal é superior a 3 salários mínimos e, na Química, de até 4,5 salários mínimos. A maioria dos alunos dos cursos presenciais de Biologia, de Física e de Química declararam não ter renda e ter seus gastos financiados pela família; no caso dos alunos da Matemática, a maioria declarou ter renda, mas receber ajuda da família; a maioria dos alunos dos cursos oferecidos na modalidade EaD, em todos os cursos, declarou ter renda e contribuir para o sustento da família.

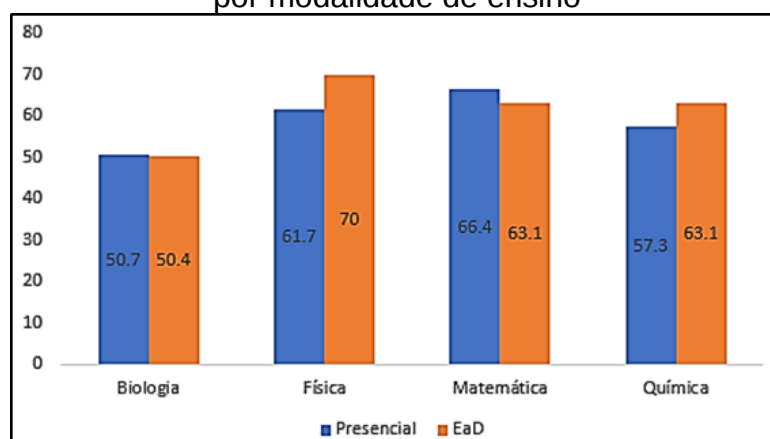
No que diz respeito à escolaridade da mãe e à escolaridade do pai, a maioria dos alunos declarou serem elas até o Ensino Fundamental; as exceções referem-se a parcelas significativas de alunos inscritos presencialmente nos cursos de Biologia, Física e Química, que declararam terem suas mães o Ensino Médio completo; para a maioria dos alunos, de todos os cursos, os pais foram os maiores incentivadores e apoiadores quando da realização dos cursos de licenciatura. A maioria absoluta dos

alunos inscritos nos cursos à distância e presenciais, seja em instituições públicas seja em privadas, cursou o Ensino Médio tradicional em escolas públicas. Em geral, 60% dos alunos declararam ter alguém na família com ensino superior.

Parte significativa dos alunos leu de 1 a 5 livros anualmente, além dos obrigatórios, e estudou de 1 a 7 horas semanais, além das obrigatórias. A quase totalidade dos alunos realizou o estágio obrigatório em escolas públicas. Majoritariamente, os alunos consideraram ter tido fundamentação teórica suficiente para o exercício da docência e experiências pedagógicas que gostariam de repetir com seus alunos, no futuro.

O exercício do magistério é a expectativa da maioria dos alunos; esta intenção tem origem, em geral, na crença de uma vocação natural e na inspiração que outros professores provocaram em suas vidas, conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Proporção de alunos com intenção de exercer o magistério, por curso e por modalidade de ensino

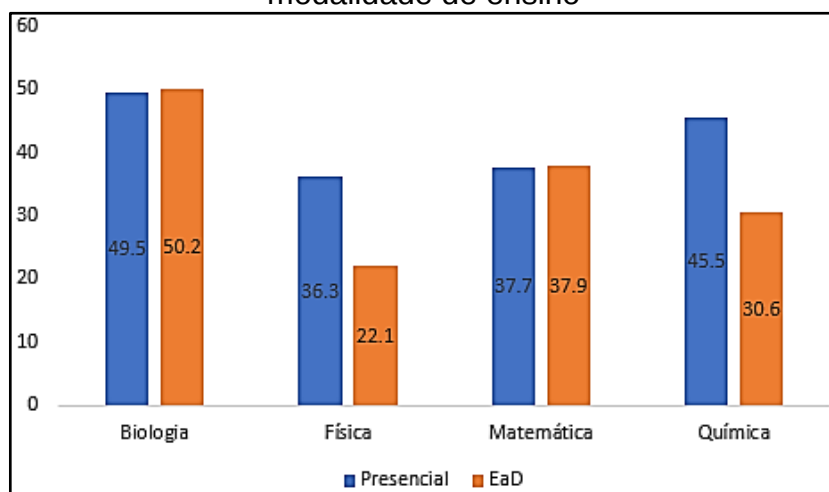


Fonte: BRASIL (2018^a, 2018b, 2018c, 2018d).

Esses dados revelam que, mesmo com todas as dificuldades profissionais com as quais os docentes têm que lidar, o curso de licenciatura é uma escolha consciente do aluno, fruto de expectativas profissionais bem definidas; em outras palavras, esses resultados mostram que a imagem do curso de licenciatura apenas como forma de ter facilitado o ingresso na universidade (por conta de uma menor procura pelas vagas) não se sustenta. A maioria dos graduandos não tem experiência no magistério; os últimos anos do Ensino Fundamental e o Ensino Médio são as séries nas quais atuam ou atuaram os alunos que declararam ter alguma experiência profissional. A Figura

15 apresenta os dados sobre a inexperience dos licenciandos com a atividade docente de forma a permitir a comparação por curso e modalidade de ensino.

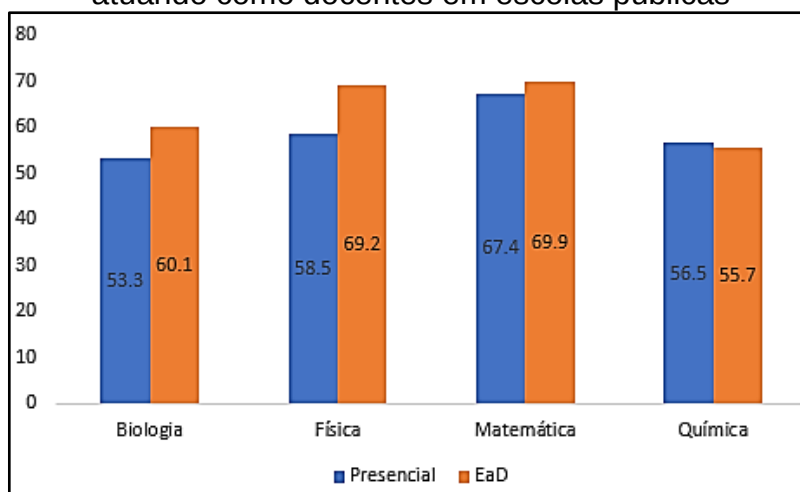
Figura 15 – Proporção de alunos sem experiência com o magistério, por curso e por modalidade de ensino



Fonte: BRASIL (2018^a, 2018b, 2018c, 2018d).

Quando questionados sobre o cenário profissional desejado para dali a cinco anos, a maioria absoluta dos alunos manifestou a intenção de atuar como professor em escola pública. A Figura 16, a seguir, resume os dados comparativos a respeito das expectativas dos licenciandos para o cenário futuro dali a 5 anos em termos da expectativa de atuarem como docentes na escola pública.

Figura 16 – Proporção de alunos com a expectativa de, dali a cinco anos, estarem atuando como docentes em escolas públicas



Fonte: BRASIL (2018^a, 2018b, 2018c, 2018d).

Um breve resumo dos dados acima apresentados indica que os alunos e os cursos participantes do ENADE têm origem, em grande parte das vezes, nas IES públicas. Apesar de a publicidade em torno de o ensino à distância ser a modalidade mais frequente no caso dos cursos de formação docente, o ensino presencial foi o que trouxe um maior contingente de graduandos das Licenciaturas em Biologia, Física, Matemática e Química em 2017.

A maioria dos alunos (tanto de IES públicas quanto de IES privadas) fez o Ensino Médio na escola pública, o que pode explicar o elevado número de alunos brancos e pardos que ingressaram no ensino superior por meio de ações afirmativas.

Os alunos dos cursos presenciais são mais jovens e têm um padrão socioeconômico inferior aos alunos dos cursos na modalidade EaD. Ainda, os alunos inscritos na modalidade EaD são responsáveis pelo sustento da família, o que não ocorre com os estudantes dos cursos presenciais. É plausível imaginar que a modalidade EaD seja uma boa alternativa para alunos mais velhos e que necessitam dedicar mais tempo ao trabalho e ao sustento da família. O magistério é a meta dos alunos dos cursos de licenciaturas, independentemente de eles já terem ou não alguma experiência em docência.

4.1.3 A percepção dos alunos quanto ao grau de dificuldade/facilidade da prova

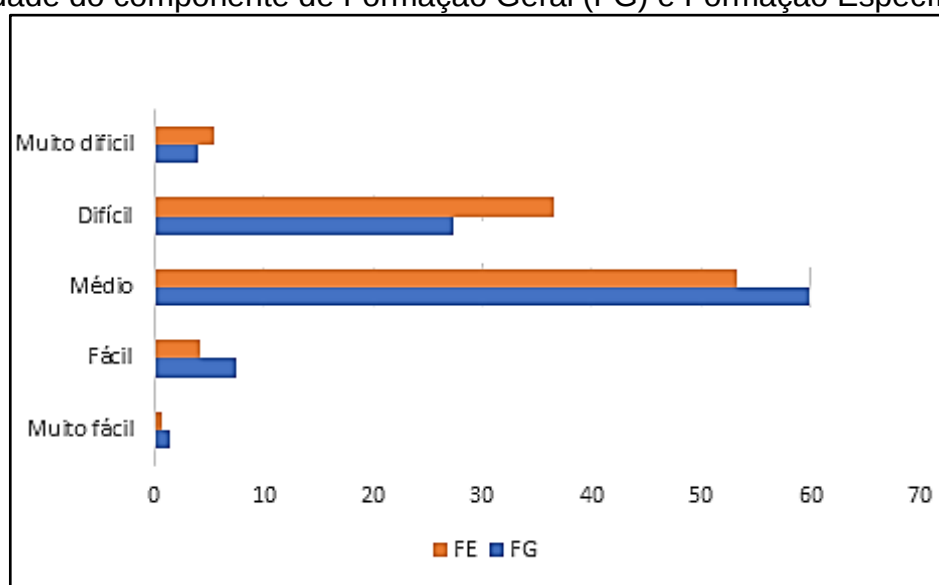
Ao final da prova, os alunos foram convidados a responder nove questões sobre o grau de dificuldade/facilidade da avaliação realizada. Estas questões procuraram identificar a) como os alunos perceberam as questões de formação geral e formação específica em termos do grau de dificuldade; b) como os alunos perceberam a extensão da prova em termos do tempo disponível; c) como avaliaram a clareza e a objetividade dos enunciados das questões d) se os alunos consideraram suficientes as informações constantes nos enunciados da questão para que pudessem resolvê-las; e) dificuldades percebidas durante a realização da prova; e f) se os conteúdos cobrados na avaliação haviam sido estudados, anteriormente, nos cursos de licenciatura.

Os dados apresentados a seguir foram extraídos dos Relatórios Síntese do INEP para cada área.

4.1.3.1 Percepção da dificuldade da prova segundo os alunos do curso de Biologia

Segundo o INEP (BRASIL, 2018^a), dos alunos de Licenciatura em Biologia que realizaram a prova, 59,9% consideraram a seção de formação geral como sendo de dificuldade média e, 27,3%, como difícil. Em relação à parte de formação específica, 53,2% consideraram-na medianamente difícil e, 36,5%, como difícil. A Figura 17 a seguir resume os dados acima discutidos.

Figura 17 – Percepção dos licenciandos em Biologia em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE)



Fonte: BRASIL (2018^a).

Quase a metade dos estudantes (49,4%) afirmou considerar a prova adequada em termos de sua duração. Para 52% dos estudantes, a maioria dos enunciados das questões de formação geral estava clara e objetiva. Na parte de formação específica, 53,9% consideraram a maioria das questões como tendo enunciados claros e objetivos (BRASIL, 2018^a).

Para 47,9% dos alunos, as informações fornecidas pela maioria dos enunciados foram suficientes para resolver as questões; para 27,1%, isso ocorreu com todos os enunciados (BRASIL, 2018^a).

Dentre as principais dificuldades que enfrentaram para realizar a prova, 49,5% afirmaram que a forma de abordagem do conteúdo era diferente daquela a que estavam acostumados; para 18,2%, o desconhecimento do conteúdo foi um obstáculo

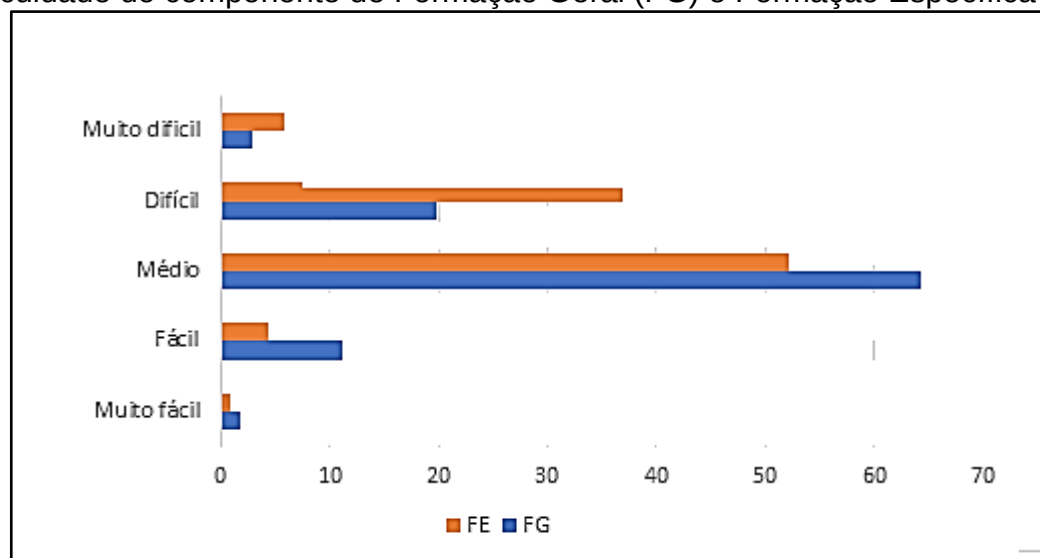
importante e para 16,6%, o maior problema foi a falta de motivação para realizar a prova (BRASIL, 2018^a).

Dentre os alunos que realizaram a prova, 56,2% afirmaram ter estudado e aprendido muito desses conteúdos; 18%, que estudaram, mas não aprenderam, a maioria dos conteúdos; 14,4%, que estudaram e não aprenderam alguns dos conteúdos cobrados na prova. A grande maioria (77,2%) realizou a prova entre duas e quatro horas (BRASIL, 2018^a).

4.1.3.2 Percepção da dificuldade da prova segundo os alunos do curso de Física

Para 64,3% dos alunos, as questões de formação geral foram de dificuldade média e, para 19,8%, foram difíceis. Em relação à formação específica, 52,1% acharam as questões de dificuldade média e, para 36,8%, elas foram difíceis (BRASIL, 2018b). A Figura 18 apresenta os dados acima analisados.

Figura 18 – Percepção dos licenciandos em Física em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE)



Fonte: BRASIL (2018b).

Dos estudantes que realizaram a prova, quase a metade (49,7%) considerou a prova adequada em termos de duração; para 24,2%, a prova foi longa (BRASIL, 2018b). Grande parte dos estudantes (55,1%) considerou claros e objetivos os enunciados da maioria das questões de formação geral; para 22,4%, todos os enunciados foram claros e objetivos. Com relação à formação específica, 55,5% dos

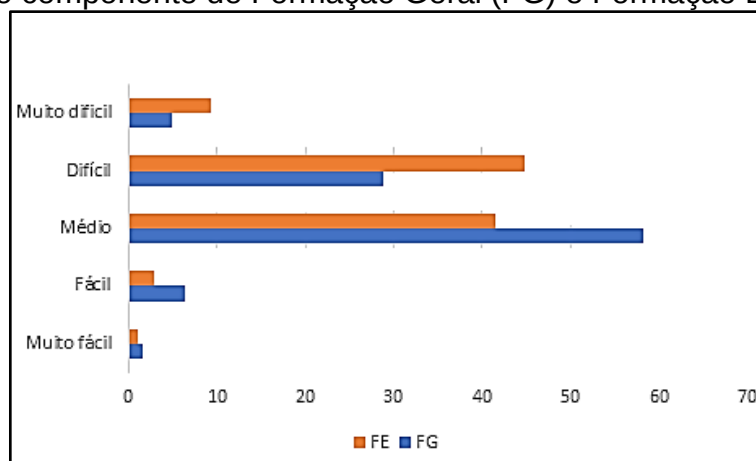
alunos consideraram claros e objetivos a maioria dos enunciados; para 21,6%, todos os enunciados foram claros e objetivos (BRASIL, 2018b).

De acordo com os dados do INEP (BRASIL, 2018b), para 76,2% dos alunos, foram dadas informações suficientes para resolver todas as questões, ou a maioria delas. Dentre as principais dificuldades mencionadas, 40% identificaram a forma diferente da abordagem do conteúdo como um obstáculo; para 22,9%, a falta de motivação para fazer a prova foi o principal problema. Uma parcela significativa dos estudantes (57,6%) estudou e aprendeu muito dos conteúdos cobrados na prova. Do total de alunos, 71% fizeram a prova no intervalo de duas a quatro horas.

4.1.3.3 Percepção da dificuldade da prova segundo os alunos do curso de Matemática

Em termos da dificuldade em relação às questões de formação geral, 58,2% dos alunos entenderam que a prova tinha uma dificuldade média; para 28,8%, as questões foram difíceis. Com relação às questões de formação específica, 44,8% consideraram a prova difícil e 41,5% atribuíram uma dificuldade média às questões (BRASIL, 2018c), conforme Figura 19.

Figura 19 – Percepção dos licenciandos em Matemática em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE)



Fonte: BRASIL (2018c).

Quase a metade dos alunos que realizaram a prova (47,6%) considerou adequado o tempo da prova; para 23,9%, a prova foi longa. Para 53,3% dos alunos, a maioria dos enunciados das questões de formação geral estavam claros e objetivos;

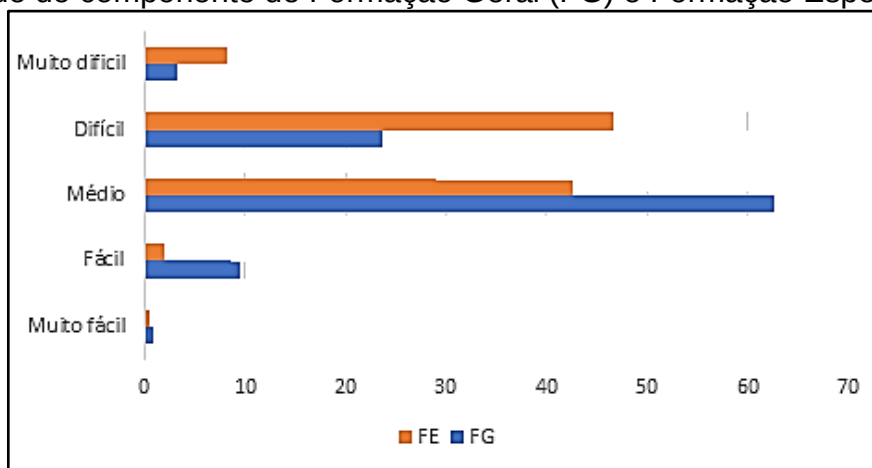
para 23,8%, todos os enunciados tinham essas características. No tocante às questões de formação específica, os enunciados foram considerados claros e objetivos na maioria das vezes (53,7%) ou em todas as questões (23,2%) (BRASIL, 2018c). Grande parte dos alunos (48,3%) entendeu como suficientes as informações dadas pelos enunciados para a resolução da maioria das questões. Para 27,1%, todas as questões apresentaram enunciados contendo informações suficientes (BRASIL, 2018c). Quase a metade dos estudantes (49,1%) estudou e aprendeu a maioria dos conteúdos; 23% afirmaram ter estudado, mas não aprendido, a maioria dos conteúdos (BRASIL, 2018c).

A forma diferente da abordagem do conteúdo, a falta de motivação para realizar a prova e o desconhecimento do conteúdo foram os principais obstáculos para 43,6%, 18,4% e 18,3% dos alunos, respectivamente. Dos alunos que realizaram a prova, 69,5% precisaram de duas a quatro horas para a sua resolução (BRASIL, 2018c).

4.1.3.4 Percepção da dificuldade da prova segundo os alunos do curso de Química

Quando questionados a respeito do grau de dificuldade da prova na parte de Formação Geral, 62,6% dos graduandos da Licenciatura de Química consideraram a prova de dificuldade média, e 23,6% consideraram difíceis as questões. Na parte de Formação Específica, 42,5% consideraram a prova de dificuldade média e 46,7% acharam-na difícil (BRASIL, 2018d), conforme Figura 20 a seguir.

Figura 20 – Percepção dos licenciandos em Química em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE)



Fonte: BRASIL (2018d).

Em termos da duração da prova, 57,7% consideraram-na adequada. No caso das questões de formação geral e formação específica, mais da metade dos estudantes (55,1% e 55,6%, respectivamente) considerou que, na maioria das vezes, os enunciados estavam claros e objetivos (BRASIL, 2018d).

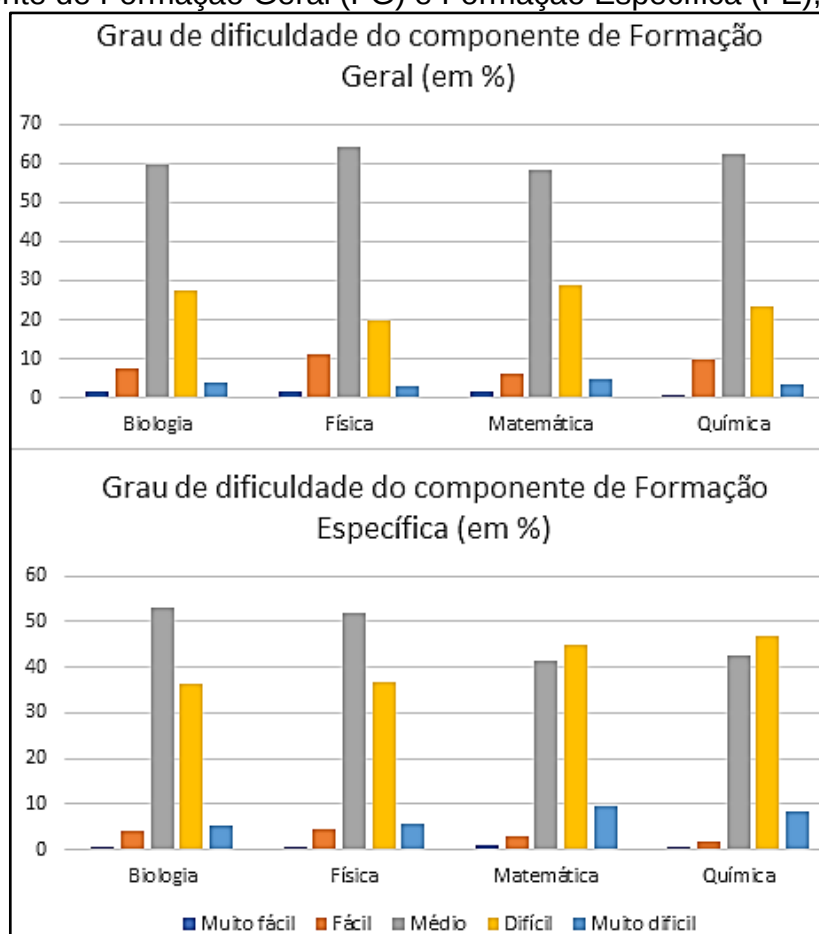
Quase 50% dos estudantes considerou que as questões, na maioria das vezes, forneceram as informações necessárias para a sua resolução; em complemento, 26,2% consideraram que todas as questões forneceram as informações necessárias (BRASIL, 2018d).

Segundo os alunos, as maiores dificuldades encontradas foram a forma diferente de abordagem do conteúdo (45,6%), o desconhecimento do conteúdo (21,85) e a falta de motivação para fazer a prova (18,9%) (BRASIL, 2018d). De acordo com os dados do INEP ((BRASIL, 2018d), em relação às questões de múltipla escolha, 48,9% haviam estudado e aprendido muito desses conteúdos; 24,5% estudaram, mas não aprenderam, a maioria desses conteúdos; e 15,6% estudaram, mas não aprenderam, alguns dos conteúdos. A maioria dos alunos (77,2%) fez a prova entre duas e quatro horas.

4.1.3.5 Um panorama geral sobre a percepção dos alunos sobre a dificuldade da prova

Comparando a percepção dos alunos em relação às questões de formação geral e as de formação específica, percebe-se que estas exigiram mais dos alunos do que aquelas, conforme Figura 21 a seguir.

Figura 21 – Percepção dos licenciandos em relação ao grau de dificuldade do componente de Formação Geral (FG) e Formação Específica (FE), por curso.



Fonte: BRASIL (2018^a, 2018b, 2018c, 2018d).

Para a maioria dos alunos, os enunciados das questões estavam claros e objetivos, e as informações fornecidas eram suficientes para que os tópicos fossem resolvidos.

Das dificuldades mencionadas pelos alunos, três se destacaram: a abordagem diferente do conteúdo, o desconhecimento do conteúdo e a falta de motivação para a prova. Como já tivemos a oportunidade de comentar antes, a presença na prova é obrigatória, porém não há qualquer recompensa ou punição em função da nota obtida (a falta de motivação foi um obstáculo relevante para 22,9% dos alunos de Física, 18,9% dos alunos de Química, 18,4% dos alunos de Matemática e 16,6% dos alunos de Biologia).

Outro resultado interessante está associado ao fato de os conteúdos terem sido estudados, mas não aprendidos por parte dos alunos: embora a maioria dos alunos

afirmem ter estudado e aprendido muito dos conteúdos (56,2% dos alunos de Biologia, 57,6% dos alunos de Física, 49,1% dos estudantes de Matemática e 48,9% dos alunos de Química), uma proporção significativa dos estudantes afirmou ter estudado, mas não aprendido, a maioria ou alguns dos conteúdos (32,4% dos alunos de Biologia, 23% dos alunos de Matemática e 40,1% dos alunos de Química). Esses resultados mostram que a prova de Física, aparentemente, foi a que mais exigiu conteúdos que foram estudados e aprendidos pelos alunos; em contrapartida, a prova de Química foi a que mais exigiu conteúdos que, embora estudados, não haviam sido aprendidos pelos alunos. A maioria dos alunos utilizou entre duas e quatro horas para resolver a prova; a duração da prova foi considerada adequada, embora uma porcentagem significativa dos alunos tenha feito críticas à extensão da avaliação.

5. O DESEMPENHO DOS LICENCIANDOS EM BIOLOGIA, FÍSICA, MATEMÁTICA E QUÍMICA NOS ITENS ENVOLVENDO HFC

Neste capítulo, explicitaremos os procedimentos para a seleção das variáveis da análise estatística que, utilizadas como parâmetros, prestaram-se à investigação do desempenho dos licenciandos em Ciências e Matemática nos itens envolvendo conteúdos de HFC.

Em seguida, descreveremos o processo de análise estatística, constituído pela realização de testes Qui-quadrado e, em momento posterior, pela análise de agrupamentos. Finalmente, apresentaremos e analisaremos os resultados alcançados em termos do desempenho dos alunos em função das variáveis selecionadas.

5.1 As variáveis selecionadas

Segundo Bourdieu (2004), “todo campo, o campo científico por exemplo, é um campo de forças e um campo de lutas para conservar ou transformar esse campo de forças” (BOURDIEU, 2004, p. 22). Assim, entre a “ciência pura”, impossível de ser alcançada, e a “ciência escrava”, totalmente submissa a demandas políticas e sociais, há um espaço no qual o sujeito do conhecimento inscreve sua marca e, de forma explícita ou não, revela o seu lugar de fala e a posição a partir da qual fala. Em outras palavras, “os agentes fazem os fatos científicos e até mesmo fazem, em parte, o campo científico, mas a partir de uma posição nesse campo [...] e que contribui para definir suas possibilidades e suas impossibilidades” (BOURDIEU, 2004, p. 25).

Essas possibilidades, em grande parte, determinam o poder de antecipar tendências que, por sua vez, caracterizam o *habitus* dos pesquisadores. Daí, podemos concluir que a crença na objetividade desinteressada do pesquisador é mera utopia, já que as perspectivas do agente são produzidas de acordo com as lutas que considera oportunas de serem defendidas no interior do campo, a partir da sua posição no campo e das relações de força que estabelece com os outros agentes que atuam no campo.

De forma irônica, e citando listas em que são comparados textos e subtextos (o que se disse em relação ao que, efetivamente, desejava-se dizer), Bourdieu (2004) nos traz dois exemplos: ao dizer que algo é “de grande importância teórica e prática”,

pode-se estar querendo dizer, de fato, que é “Interessante para mim”; ao dizer que “sugere-se que... sabe-se que... parece...”, pode-se, com efeito, estar querendo dizer “eu penso”. Em outras palavras, embora o discurso formal busque justificar o “recorte”, o “objeto” e os pressupostos metodológicos do pesquisador (no caso, os “de grande importância teórica e prática” e os que “sabe-se que”), a prática revela que o sujeito do conhecimento é movido pelo que ele crê ser verdade e por aquilo que é do seu interesse pesquisar (“é interessante para mim” e “eu penso”).

As práticas científicas são fruto de expectativas científicas consolidadas por meio da tradição e de expectativas sociais, que dependem da posição do sujeito no campo. “As regras epistemológicas não são mais do que as regras e as regularidades sociais inscritas nas estruturas e/ou nos *habitus* [...] O conhecimento científico é aquilo que sobreviveu às objeções e pode resistir às objeções futuras” (BOURDIEU, 2004, p. 101). Dessa forma,

a ciência, sobretudo a legitimidade da ciência e a utilização legítima da ciência, são motivos permanentes de luta no mundo social e no próprio seio do mundo da ciência. Portanto, aquilo a que chamamos epistemologia corre sempre o risco de ser apenas uma forma de discurso justificativo da ciência ou de uma posição no campo científico ou, ainda uma repetição falsamente neutralizada do discurso dominante da ciência sobre si mesma (BOURDIEU, 2004, p. 17).

Para Demo (1985), deve-se também considerar que a pesquisa científica trata, em última instância, de um movimento na direção do domínio do objeto investigado. O saber transforma-se em instrumento de domínio, já que nos permite manipular ou transformar a realidade. “Sem desmerecer a possibilidade de uma ciência por amor à arte, sendo produto também social, não há como isentá-la dos interesses sociais (DEMO, 1985, p. 28). Assim, não há como falarmos de uma ciência imparcial, capaz de alcançar a verdade absoluta caso sejam obedecidos os parâmetros da objetividade. Novamente: a atividade científica é fruto do *habitus* do pesquisador, aí incluídas todas as suas crenças e opiniões deste sobre os fenômenos da realidade, e incluídos também todos os seus propósitos e objetivos pessoais em relação ao objeto investigado.

Posto isso, a nossa segunda hipótese de trabalho foi a de que **o desempenho dos alunos nos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos da ciência e da matemática estaria associado a variáveis demográficas, socioeconômicas, à categoria administrativa das IES (se públicas ou privadas) e aos mecanismos de acesso ao Ensino Superior (se por meio de ações afirmativas ou não).**

Para efeito do nosso trabalho, consideramos o desempenho no item dado pelo erro ou acerto em cada item selecionado. Para analisar a relação demográfica, escolhemos uma variável relacionada à região do funcionamento da IES. Já para analisar fatores socioeconômicos, optamos por olhar para a renda e escolaridade dos pais do candidato. A variável relativa à região de funcionamento da IES foi escolhida em função de estatísticas que mostraram a existência de diferenças no acesso à educação em função da região geográfica, conforme PNUD (2014; 2016; 2021). Outras variáveis foram escolhidas em função da sua importância para a elaboração de políticas públicas e institucionais. Esse foi o caso da categoria administrativa da IES (se pública ou privada), como apontado por (2006), Bastos, Gondim, Souza e Souza (2011), Primi, Carvalho, Miguel e Silva, (2010); Primi, Silva e Bartholomeu (2018), Bezerra e Tassigny (2018) e Rudá e Silva (2020); e do ingresso no Ensino Superior por meio de ações afirmativas, conforme Vendramini e Lopes (2016) e Bezerra e Tassigny (2018). Tratou-se, aqui, de pesquisar variáveis em função dos nossos interesses sociais, por entendermos que as informações obtidas poderiam abrir novas possibilidades para os agentes que trabalham no campo da educação, tais como o aporte diferenciado de verbas para determinadas regiões do país, e o planejamento e a concretização de políticas para democratizar o acesso ao Ensino Superior.

A literatura existente sugere também que a renda familiar, a ocupação no trabalho, o grau de escolaridade da mãe e do pai, e a existência ou não de membros da família com nível superior podem indicar um estoque de capital cultural decisivo para o desempenho dos alunos, independentemente das condições ofertadas pelas IES (BRITO, 2008b; BELTRÃO; MANDARINO, 2014; MARCOM; KLEINKE, 2017; PRIMI; SILVA; BARTHOLOMEU, 2018; VILLAR, 2021). Assim, tomamos a decisão de trabalhar com três variáveis, todas elas potencialmente associadas à condição socioeconômica do estudante: renda familiar, grau de escolaridade do pai e grau de escolaridade da mãe.

Considerando a nossa hipótese de trabalho e a natureza das nossas variáveis (todas categóricas), utilizamos o teste Qui-quadrado para identificar a associação entre elas. No caso da nossa pesquisa, o teste nos possibilitou afirmar se havia associação entre o desempenho e: a) a região de funcionamento da IES; b) a categoria administrativa da IES; c) as variáveis relacionadas à condição

socioeconômica; e d) o ingresso no curso de graduação por meio de políticas de ação afirmativa ou de inclusão social.

O teste Qui-quadrado é feito por meio da comparação das frequências observadas e esperadas³⁹. Quanto maior for a diferença existente entre o que se esperava e o que, efetivamente, foi observado, maior a associação entre as variáveis (MALHOTRA, 2010; CLEFF, 2019). A estatística do Qui-quadrado é calculada da seguinte forma:

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(\text{valor observado} - \text{valor esperado})^2}{\text{valor esperado}} \right] \quad (2)$$

Para a realização do teste Qui-quadrado, assumimos que a hipótese nula indica a inexistência de associação entre o desempenho e a variável selecionada; a hipótese alternativa, por sua vez, indica que essa associação existe. O valor α assumido é de 0.05, ou 5%. Em outras palavras, procuramos saber se as semelhanças observadas não eram verdadeiras (casos em que $p < 0.05$), o que significava dizer que os objetos eram diferentes, ou se essas semelhanças eram verdadeiras, não existindo diferenças significantes entre os objetos observados (casos em que $p > 0.05$). Quando as diferenças se revelam estatisticamente significantes, pudemos afirmar a existência de associação entre as variáveis (CORDER; FOREMAN, 2014)⁴⁰. Deve-se mencionar também que, para realizar o Qui-quadrado, é preciso informar o número de graus de liberdade que a ele está associado; esse valor é igual ao número de observações subtraído o número de vínculos ou associações necessárias para o cálculo da estatística (MALHOTRA, 2010). Para exemplificar: no caso de uma tabela cruzada, o número de graus de liberdade é igual a:

³⁹ Os valores esperados são aqueles que surgiriam caso as variáveis fossem independentes. Por exemplo: num grupo formado por cem indivíduos do sexo feminino e cem do sexo masculino, decidimos identificar os fumantes e os não fumantes para verificar a associação entre sexo e hábito de fumar. Nossa expectativa são as nossas frequências esperadas, e que resultarão da inexistência de associação entre as variáveis. Assim, caso não haja associação entre as variáveis, teremos, aproximadamente, a mesma proporção de fumantes e não fumantes por sexo, ou seja, o sexo do indivíduo não será determinante no que diz respeito ao hábito de fumar. Caso essa associação exista, teremos mais ou menos fumantes em função do sexo (ou seja, frequências maiores ou menores do que as esperadas, considerando a variável sexo) (CORDER; FOREMAN, 2014).

⁴⁰ Tomemos H_0 como verdadeira, ou seja, assumamos que não haja diferenças entre duas coisas. De acordo com os nossos dados, no entanto, se as coincidências estiverem abaixo de 5%, podemos imaginar que elas não são devidas ao acaso, e que as diferenças são significantes. O valor de α é um nível de risco considerado aceitável, ou seja, aceita-se que, se as semelhanças estiverem acima de 5%, podemos confirmar a hipótese nula de que não há diferenças entre as duas coisas. O p-valor é o nível descritivo do teste.

$$GL = (l - 1) (c - 1) \quad (3)$$

onde

GL = graus de liberdade

l = número de linhas

c= número de colunas

Outra estatística importante é a que mede o tamanho de efeito, uma vez que o Qui-quadrado apenas aponta a existência/ausência de associação entre as variáveis. Assim, o tamanho de efeito, medido pelo V de Cramer, estima o grau em que o fenômeno estudado existe na população. O V de Cramer é categorizado de acordo com os seguintes critérios, conforme Quadro 3 (ELLIS, 2010):

Quadro 3 - Critérios para a classificação do valor V de Cramer

Valores de V de Cramer	Tamanho de efeito
0.00 - 0.10	Pequeno
0.10 - 0.30	Médio
0.30 - 0.50	Grande

A seguir, apresentamos o detalhamento das variáveis que serviram de parâmetro para a análise dos fatores determinantes do desempenho dos alunos nas questões selecionadas. No Quadro 4 abaixo, identificamos as variáveis e suas categorias.

Quadro 4 – Variáveis da pesquisa

Categoria administrativa da IES	Pública federal Pública estadual Pública municipal Privada com fins lucrativos Privada sem fins lucrativos Especial
Região de funcionamento da IES	Norte Nordeste Sul Sudeste Centro-oeste
Grau de escolaridade do pai e da mãe	Nenhuma Fundamental 1 Fundamental 2 Ensino médio Superior Pós-graduação
Renda Familiar	A = Até 1,5 salário mínimo B = De 1,5 a 3 salários mínimos C = De 3 a 4,5 salários mínimos D = De 4,5 a 6 salários mínimos E = De 6 a 10 salários mínimos F = De 10 a 30 salários mínimos G = Acima de 30 salários mínimos
Ingresso no curso de graduação por meio de políticas de ação afirmativa ou inclusão social	Não Por critério étnico-racial Por critério de renda Por estudado em escola pública ou particular com bolsa de estudos Por sistema que combina dois ou mais critérios anteriores Por sistema diferente dos anteriores
Desempenho no item	Acerto (escolha da alternativa correta) Erro (escolha de um dos distratores)

Fonte: Elaborado pela autora.

5.1.1. O desempenho dos estudantes nos itens a partir do critério de categoria administrativa da IES

A década de 1970 marcou o momento em que o setor privado de educação de nível superior passou a crescer significativamente: àquela época, um contingente cada vez maior de alunos não conseguia acesso aos cursos universitários, aumentando, a cada ano, o número de estudantes que, presos no gargalo dos vestibulares, precisavam interromper seus estudos. Apenas para que se tenha uma ideia: em 1961, de um total de 98.892 matrículas no Ensino Superior, 44% eram de IES privadas; em 1970, das 425.478 matrículas no Ensino Superior, 50,5% eram de

IES privadas; em 1980, 63,3% das matrículas eram em IES privadas (SAMPAIO, 1991).

A classe média havia crescido por conta da urbanização e da industrialização, e as vagas nas universidades públicas eram insuficientes para os filhos da grande massa assalariada. Assim, quase como regra, a privatização do ensino superior buscou suprir a demanda crescente por vagas no ensino superior, inclusive procurando compensar a baixa motivação do Estado em assumir suas responsabilidades como mantenedor das IES e gerador de novas vagas nas instituições públicas (DINIZ-PEREIRA, 2015).

O Consenso de Washington, nos anos 1990, ratificou a privatização do ensino superior como *modus operandi* do Estado Mínimo: da mesma forma como ocorria com outras áreas (saúde, energia, telecomunicação etc.), era suposto que o mercado tivesse mais competência para a oferta dos serviços (até então públicos) necessários. A proliferação dos cursos de licenciatura sob a gestão da iniciativa privada foi imensa: não apenas havia demanda para esses cursos como eles também era baratos em termos de implantação, já que dispensavam laboratórios e instalações específicas. Quando o Estado passou a fazer exigências com relação ao perfil dos docentes (o que poderia encarecer a prestação de serviços de educação), a iniciativa privada passou a privilegiar a construção de centros universitários, menos sujeitos a exigências em comparação às universidades (DINIZ-PEREIRA, 2015).

As inovações tecnológicas do século XXI proporcionaram os meios necessários para a disseminação dos cursos de licenciatura na modalidade EaD, também sob gestão da iniciativa privada. Essas instituições passaram a formar a maior parte dos professores, inclusive por oferecerem oportunidades para alunos em todo o território nacional, e a um custo bastante baixo. Ainda, dada a insuficiência de profissionais da educação, as instituições privadas puderam oferecer, com o apoio da legislação, cursos que buscavam aproveitar a formação de alunos em cursos de bacharelado, complementando-os com módulos pedagógicos⁴¹ (Resolução CNE/CEB Nº 02/97). Essa modalidade, que já era ofertada desde a década de 1970, passou a ser, basicamente, oferecida pela iniciativa privada, fenômeno que fez crescer mais ainda

⁴¹ Por exemplo: um aluno com bacharelado em Engenharia poderia, comprovada a carga horária em disciplinas matemáticas, cursar um ano e meio de disciplinas pedagógicas e, dessa forma, obter uma Licenciatura plena em Matemática.

o número de alunos matriculados em cursos de licenciatura, processo que ocorreu simultaneamente à queda de qualidade da formação docente.

A perda de status da profissão de educador, resultante dos seguidos golpes na educação desferidos pelo regime militar, bem como o arrocho salarial de professores da rede pública, fizeram com que a carreira perdesse o seu valor “de mercado”. Assim, os cursos de licenciatura, tanto em instituições públicas quanto privadas, passaram a conviver com altas taxas de evasão (DINIZ-PEREIRA, 2015). Para reduzir custos e “otimizar” a gestão – mesmo que isso resultasse em queda da qualidade da formação docente –, os cursos de licenciatura (em especial os da rede privada) passaram a se organizar por meio da superposição de turmas de licenciatura e bacharelado, e da junção de turmas de cursos diferentes (MONFREDINI, 2012).

Outro aspecto que merece destaque é o de que o contexto da globalização ensejou que rendas públicas fossem transferidas para a iniciativa privada, fenômeno que ocorreu também na área da educação. Dessa forma, as instituições privadas puderam contar com mecanismos de financiamento público oferecido para os alunos (como os programas PROUNI e FIES), todos eles direcionados às vagas por elas disponibilizadas (QUEIROZ; QUEIROZ; VASCONCELOS; FURUKAVA; HÉKIS; PEREIRA, 2013). Esse fenômeno provocou uma enorme migração de alunos de baixa renda para os cursos oferecidos pelas instituições privadas; ainda, embora novas instituições públicas tivessem sido criadas em regiões desabastecidas de ensino público superior, foi notável a transferência de renda do Estado para as IES da iniciativa privada, inclusive em detrimento de investimentos no setor público.

A análise do desempenho dos graduandos nos cursos de Licenciatura em Ciências e Matemática em função da categoria administrativa da IES (se pública ou privada) envolveu a realização dos testes Qui-quadrado para os itens de Formação Específica e para o item de Formação Geral. Para os procedimentos estatísticos, desconsideramos os casos omissos (10% a 24% das respostas aos itens).

Com base nas respostas válidas dos alunos, comparamos o desempenho dos alunos em função da categoria administrativa da IES, conforme pode ser observado no Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Categoria Administrativa da IES

Curso	Item	Estatística
Física	DES01	$X^2_5 = 9,429, p \text{ valor} = 0,093$ $V \text{ de Cramer} = 0,058$
	DES02	$X^2_5 = 11,735, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,065$
	DES03	$X^2_5 = 4,696, p \text{ valor} = 0,454$ $V \text{ de Cramer} = 0,041$
Matemática	DES05	$X^2_5 = 19,503, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,042$
Química	CTS02	$X^2_5 = 8,796, p \text{ valor} = 0,117$ $V \text{ de Cramer} = 0,043$
Biologia	CTS04	$X^2_5 = 19,205, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,037$
	EXP02	$X^2_5 = 35,345, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,050$
FG Biologia		$X^2_5 = 54,042, p \text{ valor} = 0,062$ $V \text{ de Cramer} = 0,062$
FG Física		$X^2_5 = 6,660, p \text{ valor} = 0,247$ $V \text{ de Cramer} = 0,049$
FG Matemática		$X^2_5 = 35,923, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,058$
FG Química		$X^2_5 = 6,454, p \text{ valor} = 0,265$ $V \text{ de Cramer} = 0,036$

A categoria da IES não resulta em diferenças significantes no desempenho dos alunos apenas nos itens de Formação Específica **DES01**, **DES03** e **CTS02**. Nos demais itens, há diferenças estatisticamente significantes no desempenho em função da categoria da IES, embora o efeito da associação entre essas variáveis seja baixo. Em relação ao item de Formação Geral (comum a todos os cursos), há diferenças significantes apenas no caso do curso de Matemática, e o efeito da associação entre as variáveis é baixo.

5.1.2. O desempenho dos estudantes nos itens selecionados a partir do critério de região de funcionamento da IES

O Brasil é um país no qual as diferenças sociais entre segmentos da população são gritantes. Essas diferenças surgem quando comparados grupos por etnia, sexo, por gênero e região geográfica, e são visíveis nas estatísticas agregadas sobre renda individual e familiar, expectativa de vida, acesso a serviços de educação e saúde e mortalidade infantil, entre outros.

Apenas para exemplificar as diferenças sociais do ponto de vista regional, tomemos os números relativos à expectativa de vida: em 2010, não apenas podíamos encontrar diferenças entre a esperança de vida ao nascer de indivíduos nascidos em Belém (no pior cenário, de 68 anos) e em São Paulo (no melhor cenário, 82 anos), como também encontrar diferenças em uma mesma região metropolitana. Assim, na região da Grande São Luiz, era possível encontrar indivíduos com expectativa de vida entre 67 e 80 anos, um intervalo e uma diferença nada desprezíveis (PNUD, 2014).

Em casos extremos, na mesma região metropolitana encontramos Unidades de Desenvolvimento Humano (UDHs) – conceito próximo ao de bairros –, com renda per capita média mensal de mais de R\$ 7 mil, enquanto em outras UDHs essa renda não chega a R\$ 200. Esta diferença mostra que, na mesma RM, a renda das pessoas que moram na UDH mais abastada é 35 vezes maior que aquela das pessoas que vivem na UDH mais carente.

A esperança de vida ao nascer variou, em média, 12 anos dentro das RMs. Se consideradas todas as UDHs (mais de 9 mil), das 16 RMs analisadas, o melhor dado corresponde a 82 anos, enquanto o mais baixo é de 67 anos: isso representa 15 anos de diferença em termos de expectativa de vida ao nascer. Com a dimensão educação não é diferente: nas UDHs com melhor desempenho entre de todas as 16 regiões metropolitanas, o percentual de pessoas de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo variou de 91% a 96%; já nas UDHs com pior desempenho, a variação ficou entre 21% e 37% (PNUD, 2014, p. 9).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em conjunto com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro, coletam os dados e elaboram os indicadores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. O índice é construído a partir de três dimensões: a oportunidade de viver uma vida longa e saudável (mensurada pelos anos de expectativa de vida), o acesso ao conhecimento (mensurado pela escolaridade da população adulta e pelo fluxo escolar da população jovem) e a condição de viver uma vida em que as necessidades básicas possam ser atendidas (medida pela renda per capita, corrigida pelo custo de vida) (PNUD, 2021). O índice varia de 0 a 1, sendo que maior será o desenvolvimento humano quanto mais próximo de 1 for o valor do índice. Do ponto de vista das regiões brasileiras, de acordo com o PNUD (2016), e com base em dados de 2000, obtivemos diferenças significativas nos indicadores de IDHM: a Região Sudeste apresentou um IDHM de 0,766; a Região Centro-Oeste, 0,757; a Região Sul, 0,754; a Região Norte,

0.667; e a Região Nordeste, 0,663; (PNUD, 2016). As diferenças regionais foram igualmente percebidas quando analisada somente a dimensão da educação do Índice. Nesta dimensão,

a escolaridade da população adulta é medida pelo percentual da população de 18 anos ou mais de idade com o ensino fundamental completo. O fluxo escolar da população jovem é medido pela média aritmética (1) do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola; (2) do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental regular; (3) do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo; e (4) do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo (PNUD, 2021, p. 9/10).

Os dados referentes a 2010 e agregados pelo PNUD (2016) mostram a dimensão educação do IDHM em três diferentes momentos, quais sejam, os anos de 1991, 2000 e 2010. Enquanto, no Brasil, os valores foram de 0.279, 0,456 e 0.637, respectivamente, os indicadores para as regiões brasileiras foram: a) na Região Norte, 0.193, 0.333 e 0.557; b) na Região Nordeste, 0.197, 0.342 e 0.569; c) na Região Centro-Oeste, 0.290, 0.467 e 0.665; d) na Região Sudeste, 0.339, 0.541 e 0.688; e) na Região Sul, 0,312, 0.510 e 0.662. Estas estatísticas evidenciam dois fenômenos: a melhoria significativa dos indicadores tanto para o país como para as regiões (no mínimo, quase dobraram entre 1991 e 2010); e a manutenção das diferenças regionais, em especial quando comparadas as regiões Norte e Nordeste, e as Sul e Sudeste.

Mais: os dados disponíveis também podem explicar diferenças no desempenho de alunos quando submetidos a exames de larga escala. Viggiano e Matos (2013) compararam o desempenho dos alunos de Ensino Médio no ENEM 2010 por região geográfica, e apontaram a existência de três grandes grupos de desempenho: as regiões Sul e Sudeste apresentaram desempenho superior; a Região Centro-Oeste, desempenho médio; e as regiões Norte e Nordeste, desempenho inferior. Considerando as notas médias finais por área do conhecimento, Viggiano e Matos (2013) identificaram que:

a) na área das Ciências da Natureza, a média do Brasil foi de 488 + 80; na Região Norte encontrou-se a menor média (467 + 74) e, no Sudeste, a maior (503 + 82);

b) os resultados se repetiram em relação à Matemática e suas Tecnologias: no Brasil, a média foi de 505 + 112; na região norte, 469 + 97 e, na região Sudeste, 531 + 116;

c) as notas de Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias foram menores do que as médias obtida a partir de todas as áreas do conhecimento da região (548 + 78, na Região Sudeste; 511 + 72, na Região Norte).

As diferenças existentes em termos de oferta de oportunidades para o acesso a serviços de educação também podem explicar o quadro de distribuição desigual das atividades científicas e tecnológicas quando consideradas as regiões brasileiras. Albuquerque, Baessa, Kirdeikas, Silva e Ruiz (2005) analisaram dados fornecidos pelo CNPq, referentes a 2000, e mostraram que 19,51% dos pesquisadores do Brasil eram da região metropolitana de São Paulo e Campinas; a região metropolitana de Belém era que a menos participava em termos da presença de pesquisadores (1,53% dos pesquisadores brasileiros). O mesmo ocorria em relação ao total de patentes depositadas no INPI, entre 1990 e 2000: 39% do total de patentes foram depositadas na região metropolitana de São Paulo; na região metropolitana de Belém, 0,04%. Em relação à indexação de artigos científicos no ISI, por região metropolitana, em 1999, as regiões de São Paulo, Rio de Janeiro, interior de São Paulo e Campinas foram as que mais apresentaram artigos indexados no ISI: 19.19%, 16.39%, 14.32% e 9.73%, respectivamente. As regiões de Belém, Salvador e Fortaleza foram as que menos apresentaram artigos indexados: 1,09%, 1,33%, e 1.51%, respectivamente⁴².

O número de alunos que não respondeu aos itens é considerável (entre 19% e 24% do total de alunos). Os resultados dos testes Qui-quadrado que mensuraram a associação entre a região de funcionamento da IES e o desempenho dos alunos nas provas do ENADE de 2017 estão apresentados no Quadro 6.

⁴² Dados referentes ao período 2011-2016, e com base nas principais universidades brasileiras, mostram que esse cenário, embora ainda apresente grandes diferenças em termos regionais, tende a mostrar maior equilíbrio em termos de produção acadêmica. Segundo a Academia Brasileira de Ciências (2019), as universidades localizadas na região Nordeste foram responsáveis por 18,40% dos artigos Top 10 publicados; as localizadas na região Sul, 28,16%; as da região sudeste, 56,27%.

Quadro 6 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Região de Funcionamento da IES

Curso	Item	Estatística
Física	DES01	$X^2_4 = 83,537, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,172$
	DES02	$X^2_4 = 56,510, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,142$
	DES03	$X^2_4 = 58,746, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,144$
Matemática	DES05	$X^2_4 = 26,576, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,050$
Química	CTS02	$X^2_4 = 16,068, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,058$
Biologia	CTS04	$X^2_4 = 26,801, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,044$
	EXP02	$X^2_4 = 4,732, p \text{ valor} = 0,316$ $V \text{ de Cramer} = 0,018$
FG Biologia		$X^2_4 = 62,868, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,067$
FG Física		$X^2_4 = 20,273, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,085$
FG Matemática		$X^2_4 = 18,577, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,041$
FG Química		$X^2_4 = 19,901, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,064$

O Quadro 6 nos mostra que a região do funcionamento da IES determina diferenças significantes no desempenho dos alunos no caso dos itens de Formação Específica, exceto **EXP02** (do curso de Biologia). O efeito da associação entre região de funcionamento da IES e desempenho, porém, é importante apenas com relação aos itens de Física (**DES01**, **DES02** e **DES03**); em relação aos outros itens, o efeito é pequeno.

No caso do item de Formação Geral, há diferenças significantes em todos os cursos, embora o efeito da associação entre as variáveis seja pequeno.

5.1.3 O desempenho dos estudantes nos itens selecionados a partir do critério de acesso ao ensino superior por meio de ações afirmativas ou de inclusão social

As ações afirmativas são políticas (da esfera pública ou privada) que têm como propósito a inserção no mercado de trabalho ou nos sistemas educacionais de grupos sociais historicamente marginalizados. Essas políticas podem assumir diferentes

formas, sendo as mais comuns o acréscimo à nota (como bônus) e a reserva de vagas (com a adoção de critério de cotas) (SANTOS; CASTRO; ALMEIDA; MARTIN, 2019).

No Brasil, as ações afirmativas têm seu marco principal na Lei 12.711/2012, que regulamentou o sistema de cotas nas instituições federais de Ensino Superior segundo os critérios de origem de escola no Ensino Médio, renda familiar e etnia. Assim, alunos vindos de escolas públicas, ou com renda familiar baixa, ou autodeclarados negros, pardos ou indígenas, passaram a ser beneficiados com reservas de vagas (SANTOS; CASTRO; ALMEIDA; MARTIN, 2019). Nesse sentido, segundo Pereira e Souza (2020), são notáveis as ações afirmativas constituídas no âmbito do Ensino Médio por meio da reestruturação do ENEM e do Sistema de Seleção Unificada (SISU): ao selecionar candidatos às vagas das instituições públicas superiores, foram estabelecidos bônus a alunos de grupos vulneráveis, ou pertencentes a grupos historicamente marginalizados.

De acordo com Pereira e Souza (2020), temos, atualmente, uma série de mecanismos que buscam construir uma universidade mais inclusiva e democrática, dentre os quais se destacam:

- a) o PROUNI (Programa Universidade para Todos), instituído em 2005, que concede bolsas de estudos para estudantes egressos da rede pública de Ensino Médio; as bolsas também são concedidas para alunos egressos de instituições privadas, desde que tenham cursado o Ensino Médio na condição de bolsistas integrais e tenham renda per capita familiar de até três salários mínimos;
- b) o FIES (Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior), criado em 1998, que financia cursos de graduação para estudantes de IES privadas;
- c) a UAB (Universidade Aberta do Brasil), criada em 2005, que tem como propósito universalizar o acesso ao Ensino Superior, além de formar e requalificar docentes por meio da interiorização do ensino;
- d) o INCLUIR, criado em 2005, que tem como objetivo a inclusão no Ensino Superior de estudantes portadores de deficiência na rede pública federal;
- e) o PRONERA (Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária), instituído em 1998 que, por meio da parceria com o INCRA, movimentos sociais e sindicatos, oportuniza formação profissional, além de cursos de graduação e pós-graduação;

- f) o REUNI (Programa de Reestruturação e Expansão do Ensino Superior), criado em 2007, que objetiva a criação de novos cursos e instituições federais, além da ampliação de vagas e melhorias nas instituições já existentes.

Embora as externalidades positivas das ações afirmativas sejam incontestáveis, não são desprezíveis os argumentos contrários às ações afirmativas: de forma geral, esses argumentos giram em torno da suposta perda de qualidade do ensino superior nas instituições federais, haja vista que as ações afirmativas favorecem alunos com prováveis defasagens, comparativamente aos demais estudantes. No entanto, os dados de pesquisas realizadas mostram que não há diferenças de desempenho dos alunos em função de condição de acesso, o que desmonta o argumento de que as ações afirmativas resultam em perda de qualidade acadêmica.

Santos, Castro, Almeida e Martin (2019), ao investigarem os resultados dos alunos de instituições federais com base nos resultados do ENADE de 2014, buscaram avaliar se havia diferença de desempenho entre os alunos beneficiários e não beneficiários de ações afirmativas no estado de Minas Gerais, inclusive na comparação entre estudantes de um mesmo curso. As autoras não identificaram diferenças significantes “entre o desempenho médio dos alunos beneficiados por ações afirmativas e dos demais alunos das universidades federais mineiras na prova do Enade aplicada em 2014” (SANTOS; CASTRO; ALMEIDA; MARTIN, 2019, p. 7), tampouco quando comparados alunos de um mesmo curso. Segundo as autoras, tais resultados não apenas invalidam os argumentos contrários à realização de ações afirmativas, como também ratificam que as ações afirmativas “constituem mecanismo hábil a proporcionar acesso a níveis mais elevados de educação aos grupos beneficiados sem incorrer em implicações negativas na qualidade da educação ofertada pelas universidades federais” (SANTOS; CASTRO; ALMEIDA; MARTIN, 2019, p. 8). Corroborando esses resultados, Rocha, Leles e Queiroz (2018) analisaram o desempenho dos alunos nas provas do ENADE de Nutrição nos anos de 2004, 2007, 2010 e 2013 e identificaram menor desempenho entre alunos negros, de baixa renda, com pais sem qualquer escolaridade e que não ingressaram por meio de políticas afirmativas. Em contrapartida, “discentes que ingressaram via políticas afirmativas apresentaram desempenho maior que aqueles que não ingressaram por essas políticas” (ROCHA; LELES; QUEIROZ, 2018, p. 75).

Para simplificar nossa análise, reduzimos o número de categorias do item relativo às condições de acesso ao Ensino Superior. No questionário do INEP respondido pelos alunos, esse item era constituído por seis categorias: alternativa A para “não” (sem a utilização de qualquer ação afirmativa para acesso); alternativa B para “sim, por critério étnico-social”; alternativa C para “sim, por critério de renda”; alternativa D, para “sim, por ter estudado em escola pública ou particular com bolsa de estudos”; alternativa E, para “sim, por sistema que combina dois ou mais critérios anteriores”; alternativa F para “sim, por sistema diferente dos anteriores”. Para efeito da nossa análise estatística, reunimos as alternativas E e F numa única alternativa; tal procedimento reduziu para cinco as alternativas de resposta ao item.

Entre 21% e 26% dos alunos não responderam aos itens. O Quadro 7 mostra a análise do desempenho dos alunos nos itens envolvendo HFC por condição de Acesso ao Ensino Superior.

Quadro 7 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo o Acesso ao Ensino Superior

Curso	Item	Estatística
Física	DES01	$X^2_4 = 5,362, p \text{ valor} = 0,252$ $V \text{ de Cramer} = 0,044$
	DES02	$X^2_4 = 4,751, p \text{ valor} < 0,050$ $V \text{ de Cramer} = 0,042$
	DES03	$X^2_4 = 6,745, p \text{ valor} = 0,150$ $V \text{ de Cramer} = 0,050$
Matemática	DES05	$X^2_4 = 4,100, p \text{ valor} = 0,393$ $V \text{ de Cramer} = 0,020$
Química	CTS02	$X^2_4 = 7,867, p \text{ valor} = 0,097$ $V \text{ de Cramer} = 0,041$
Biologia	CTS04	$X^2_4 = 6,084, p \text{ valor} = 0,193$ $V \text{ de Cramer} = 0,021$
	EXP02	$X^2_4 = 3,775, p \text{ valor} = 0,437$ $V \text{ de Cramer} = 0,017$
FG Biologia		$X^2_4 = 5,362, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,028$
FG Física		$X^2_4 = 6,602, p \text{ valor} = 0,158$ $V \text{ de Cramer} = 0,049$
FG Matemática		$X^2_4 = 11,357, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,033$
FG Química		$X^2_4 = 11,939, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,049$

Como é possível observar, o Acesso ao Ensino Superior determina diferenças significantes no desempenho dos alunos nos itens de Formação Específica apenas no caso de **DES02**, de Física. Em relação ao item de Formação Geral, a variável

Acesso ao Ensino Superior determina diferenças significantes em todos os cursos, exceto no de Física. É importante verificar que o V de Cramer indica um efeito pequeno de associação entre as condições de acesso ao Ensino Superior e desempenho em todos os itens de Formação Geral.

5.1.4 O desempenho dos estudantes nos itens selecionados a partir das variáveis socioeconômicas

Segundo Bertolin e Marcon (2015), o conceito de capital cultural, de Bourdieu, auxilia na compreensão de fatores que determinam sucesso ou fracasso dos alunos. Há evidências expressivas de que o *background* do aluno (seu contexto familiar socioeconômico e cultural) é capaz de explicar mais o seu desempenho do que os fatores associados à instituição escolar. Assim, para Bourdieu (2007), a escola, ao invés de agir como um vetor de transformação social, nada mais faz do que fortalecer o status de origem do aluno. Em outras palavras: estudantes que tivessem tido maiores oportunidades para o desenvolvimento de um repertório social e cultural teriam, “naturalmente”, desempenhos superiores. A naturalização do privilégio do ambiente familiar estaria, assim, contaminando a ação da escola como fator de transformação e democratização social, limitando-se a reproduzir e legitimar privilégios sociais.

Para Bourdieu (2007), o capital cultural apresenta-se em três estados diferentes: o estado incorporado, o estado objetivado e o estado institucionalizado. No estado incorporado, ele é representado pelo *habitus* e está associado aos esquemas individuais socialmente estruturados no ambiente familiar ou de origem social. O estado incorporado é produzido por meio de uma operação na qual o capital econômico se transforma em simbólico, e que depende do capital cultural incorporado pela família: quanto maior for o capital cultural familiar, mais cedo terá início o processo de transmissibilidade. Por conta disso, a rede de relações e a vinculação a um grupo são fundamentais para que o estoque de capital cultural possa ser transferido. No estado objetivado, ele é representado pelos bens culturais que, por sua vez, representam uma apropriação material (possibilitada pelo capital econômico) e uma apropriação simbólica, que se constitui como capital cultural. Para Bourdieu (2007, p. 78), o capital objetivado “só existe e subsiste como capital ativo e atuante, de forma material e simbólica, na condição de ser apropriado pelos agentes”.

Finalmente, o capital institucionalizado é aquele representado pelo certificado que legitima e garante o processo escolar como, por exemplo, o diploma. O diploma não apenas reconhece ser o seu proprietário alguém que é detentor de um determinado capital cultural, mas também permite que o agente reproduza o capital econômico a partir dos benefícios materiais e simbólicos que do capital institucionalizado podem ser apreendidos (BOURDIEU, 2007).

Com o apoio de Bourdieu (2007), entendemos que o efeito *background* familiar pode ser mais determinante do desempenho dos alunos do que o efeito escola. Esse resultado tem surgido em uma série de estudos que buscaram determinar as parcelas explicativas do fator *background* e escola na proficiência dos estudantes. Para citar um exemplo, Bertolin e Marcon (2015) lembram que

Em 2006, alunos de quatro países foram analisados e, em 2009, alunos de mais quatorze países participaram de estudo em que a OCDE procurava relação entre a forma de criação dos filhos que leva alguns alunos a obterem melhores resultados nos exames PISA. O estudo revelou que alunos cujos pais leram livros com os filhos regularmente durante o primeiro ano da escola do ensino fundamental apresentaram desempenho nitidamente superior no exame PISA do ano de 2009 do que os alunos cujos pais disseram nunca ou raramente terem lido livros com os filhos. Mesmo em contexto socioeconômico semelhante, a leitura regular de livro dos pais com os filhos resultou em desempenho superior no exame (OECD, 2011) (BERTOLIN; MARCON, 2015, p. 113).

Em seus estudos, Bertolin e Marcon (2015) investigaram o banco de microdados do INEP e, nas edições de 2007 e 2008 do ENADE, observaram uma forte associação entre desempenho e *background*. Segundo os autores, alunos “pertencentes a classes ou grupos sociais desfavorecidos apresentam, em geral, independentemente da categoria administrativa das instituições, um desempenho inferior ao dos alunos oriundos de um contexto mais privilegiado” (BERTOLIN; MARCON, 2015, p. 116). Ainda nesse sentido, os dados sobre o ENADE 2008 revelaram que alunos de IES privadas cujas mães tinham nível superior obtiveram médias mais elevadas que alunos cujas mães não tinham educação formal. Mais: “quanto maior a renda da família, quanto melhor a escolaridade da mãe [...] e quanto melhor a qualidade da escola frequentada pelo aluno no ensino médio, logo, maior a melhoria de desempenho dos concluintes em relação aos ingressantes” (BERTOLIN; MARCON, 2015, p. 117).

Ao se perguntar sobre a possibilidade de o status econômico impactar o desempenho de estudantes nos itens de Física do ENEM de 2012, Kleinke (2017) utilizou as categorias sociais elaboradas pela Associação Brasileira de Empresas de

Pesquisa (ABEP) para, por meio delas, comparar o desempenho dos alunos. Os dados analisados mostraram que a pontuação nas provas, tanto em Ciências da Natureza quanto nos itens de Física, aumentava à medida que se elevava a condição social. Ainda, foram analisados o desempenho nos itens de Física nos anos de 2011 e 2014. Novamente, os resultados apontaram para a ocorrência de médias mais elevadas para os alunos de classe alta, comparativamente aos de classe baixa (KLEINKE, 2017).

Marcom e Kleinke (2017), a partir do banco de microdados do ENEM 2014, e também utilizando a escala socioeconômica da ABEP, buscaram identificar diferenças no desempenho dos alunos nos itens de Ciências da Natureza em função do gênero e condição social. Como resultado, concluíram que “a condição social interfere na diferença de desempenho associada ao sexo. Quanto maior for o status socioeconômico dos grupos, menor será a diferença associada ao sexo” (MARCOM; KLEINKE, 2017, p. 50).

Villar (2021) investigou estudantes que participaram das provas do ENEM com base na hipótese de que o desempenho dos candidatos estaria correlacionado à escolaridade familiar. Como *proxy* para características socioeconômicas, Villar (2021), baseado nas ideias de Bourdieu, utilizou a escolaridade dos pais para separar os alunos em três grupos: alunos cujos pais tinham ensino fundamental, médio ou superior completo. Como resultado, Villar (2021) identificou que o desempenho dos candidatos nos itens do ENEM depende das características socioeconômicas da família do candidato e de fatores relacionados ao item.

Para simplificar nossa análise, reduzimos o número de categorias dos itens referentes à escolaridade de pai e mãe. Com relação à escolaridade do pai e à escolaridade da mãe, o questionário original propôs seis categorias: alternativa A, para “nenhuma” (instrução); alternativa B, para “Ensino Fundamental 1º. ao 5º ano (1ª a 4ª série)”; alternativa C, para “Ensino Fundamental 6º ao 9º ano (5ª a 8ª série)”; alternativa D, para “Ensino Médio”; alternativa E, para “Ensino Superior Graduação”; e alternativa F “Pós-graduação”. Para efeito da nossa análise, reagrupamos as alternativas em três categorias: alternativa A, para “nenhuma (instrução)”; alternativa B, para “instrução, porém sem nível superior”; e alternativa C para “instrução com nível superior”. As categorias referentes ao item renda familiar também foram reorganizadas. O questionário do INEP propôs as seguintes categorias: alternativa A, para renda familiar “até 1,5 salário mínimos”; alternativa B, para renda familiar “de 1,5

a 3 salários mínimos”; alternativa C, para renda familiar “de 3 a 4,5 salários mínimos”; alternativa D, para renda familiar “de 4,5 a 6 salários mínimos”; alternativa E, para renda familiar “de 6 a 10 salários mínimos”; alternativa F, para renda familiar “de 10 a 30 salários mínimos”; e alternativa G, para renda familiar “acima de 30 salários mínimos”. As alternativas A e B foram reunidas na categoria “Renda Baixa”, que passou a reunir rendas familiares até 3 salários mínimos; as alternativas C e D, na categoria “Renda Média”, que passou a reunir rendas familiares entre 3 e 6 salários mínimos; e as alternativas E, F e G, na categoria “Renda Alta”, que passou a reunir rendas familiares acima de 6 salários mínimos.

A seguir, apresentamos os resultados dos testes Qui-quadrado referentes a três variáveis: Escolaridade do Pai, Escolaridade da Mãe e Renda Familiar. Em relação a cada variável, tivemos, na média, 23% de alunos que não responderam aos itens.

Quadro 8 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Escolaridade do Pai do aluno

Curso	Item	Estatística
Física	DES01	$X^2_2 = 9,364, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,059$
	DES02	$X^2_2 = 11,020, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,064$
	DES03	$X^2_2 = 15,909, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,076$
Matemática	DES05	$X^2_2 = 10,104, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,031$
Química	CTS02	$X^2_2 = 10,038, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,046$
Biologia	CTS04	$X^2_2 = 28,964, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,046$
	EXP02	$X^2_2 = 18,362, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,037$
FG Biologia		$X^2_2 = 100,777, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,086$
FG Física		$X^2_2 = 12,442, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,067$
FG Matemática		$X^2_2 = 21,678, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,045$
FG Química		$X^2_2 = 19,723, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,064$

O Quadro 8 nos mostra que a variável Escolaridade do Pai determina diferenças significantes ($p < 0.05$) no desempenho dos alunos em todos os itens de Formação Específica, embora o efeito da associação entre as variáveis seja pequeno.

Com relação ao desempenho no item de Formação Geral, observa-se o mesmo fenômeno já observado em relação ao desempenho nos itens de Formação Específica: há diferenças significantes no desempenho do item em todos os cursos, embora o efeito da associação seja pequeno.

Com relação ao desempenho em função da Escolaridade da Mãe, observa-se que não há diferenças significantes apenas nos itens **DES03**, **DES05** e **CTS02**; no entanto, mesmo no caso dos itens em que surgiram diferenças significantes no desempenho em função da escolaridade da mãe, o efeito da associação é pequeno.

Quadro 9 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Escolaridade da Mãe

Curso	Item	Estatística
Física	DES01	$\chi^2_2 = 14,370, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,073$
	DES02	$\chi^2_2 = 11,514, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,065$
	DES03	$\chi^2_2 = 4,526, p \text{ valor} = 0,104$ $V \text{ de Cramer} = 0,041$
Matemática	DES05	$\chi^2_2 = 34,093, p \text{ valor} = 0,110$ $V \text{ de Cramer} = 0,020$
Química	CTS02	$\chi^2_2 = 2,530, p \text{ valor} = 0,282$ $V \text{ de Cramer} = 0,023$
Biologia	CTS04	$\chi^2_2 = 19,565, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,038$
	EXP02	$\chi^2_2 = 19,559, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,038$
FG Biologia		$\chi^2_2 = 75,594, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,074$
FG Física		$\chi^2_2 = 11,013, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,063$
FG Matemática		$\chi^2_2 = 4,416, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,057$
FG Química		$\chi^2_2 = 9,869, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,045$

Com relação ao desempenho no item de Formação Geral em função da Escolaridade da Mãe, observa-se que há diferenças significantes em todos os cursos; no entanto, o efeito da associação é pequeno.

No Quadro 10 a seguir, verificamos a associação entre renda familiar e o desempenho nos itens. Como podemos verificar, a variável renda familiar determina diferenças significantes para todos os itens; no entanto, o efeito de associação entre desempenho e renda familiar é médio apenas com relação aos itens **DES01**, **DES02** e **DES03**, de Física; nos demais itens, o efeito é pequeno.

Quadro 10 - Teste Qui-quadrado do desempenho nos itens de Formação Específica e Formação Geral segundo a Renda familiar

Curso	Item	Estatística
Física	DES01	$X^2_2 = 33,885, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,111$
	DES02	$X^2_2 = 46,612, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,131$
	DES03	$X^2_2 = 24,087, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,094$
Matemática	DES05	$X^2_2 = 18,447, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,042$
Química	CTS02	$X^2_2 = 7,163, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,039$
Biologia	CTS04	$X^2_2 = 35,655, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,051$
	EXP02	$X^2_2 = 20,136, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,038$
FG Biologia		$X^2_2 = 91,256, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,081$
FG Física		$X^2_2 = 12,407, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,067$
FG Matemática		$X^2_2 = 53,327, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,071$
FG Química		$X^2_2 = 37,236, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,088$

Para uma análise mais detalhada sobre as relações que sinalizaram a existência de diferenças significantes, tomamos a decisão de investigar apenas aquelas em que o V de Cramer indicou, no mínimo, efeito médio na associação entre as variáveis. Os resultados revelam que as variáveis Região de Funcionamento da IES e Renda Familiar determinaram diferenças significantes, e com efeito médio de associação, nos itens **DES01**, **DES02** e **DES03**. Em relação ao item de Formação Geral, não foram identificadas diferenças significantes que apresentassem uma associação com efeito, no mínimo, médio. A Tabela 20 resume essas informações.

Tabela 20 - Valores V de Cramer apenas para os itens de Formação Específica em que surgiram diferenças estatisticamente significantes, por variável

Variáveis	Valores de V de Cramer						
	Física		Mat.		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	(p > 0.05) ¹	(p > 0.05) ¹	(p > 0.05) ¹	(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

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

Em relação às variáveis que apresentaram diferenças significantes e em relação às quais o efeito de associação foi médio (no caso das variáveis Renda Familiar e Região de Funcionamento da IES), analisamos as frequências de cada categoria. A Tabela 21 e a Tabela 22, a seguir, mostram casos em que se destacam erros e acertos em proporção maior ao que era esperado: no caso dos itens **DES01**, **DES02** e **DES03**, as regiões Sul e Sudeste acertaram mais do que era esperado. A região Norte está associada a um número maior de erros no caso dos três itens; a região Nordeste errou mais do que o esperado no caso do item **DES01**.

Tabela 21 – Desempenho nos itens DES01, DES02 e DES03 (Física)

Região		DES01		DES02		DES03	
		Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro
Centro-Oeste	%	31%	69%	47%	53%	42%	58%
Nordeste	%	29%	71%	39%	61%	35%	66%
Norte	%	20%	80%	30%	70%	24%	76%
Sudeste	%	40%	60%	48%	52%	43%	57%
Sul	%	46%	55%	51%	49%	47%	54%
Total	%	34%	66%	43%	57%	38%	62%

Em relação à associação entre desempenho e renda familiar, a Tabela 22 revela que também há casos em que se destacam erros e acertos em proporções maiores ao que era esperado: nos três casos (itens **DES01**, **DES02**, **DES03**), os alunos de renda familiar elevada acertaram mais do que era esperado. Ainda, em relação aos três itens, a proporção de acertos aumenta à medida que a renda se eleva.

Tabela 22 – Desempenho nos itens DES01, DES02 e DES03

Renda		DES01		DES02		DES03	
		Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro
Baixa	%	31%	69%	38%	62%	35%	65%
Média	%	36%	64%	47%	53%	41%	59%
Alta	%	47%	53%	57%	43%	48%	52%
Total	%	34%	66%	43%	57%	38%	62%

Uma possível associação entre renda familiar alta, região Sul e os itens **DES01**, **DES02** e **DES03** demandou que investigássemos outras associações. Afinal, das três variáveis, qual(is) delas estaria(m) determinando um desempenho mais elevado por parte dos alunos? O fato de os alunos serem da região Sul poderia explicar esse melhor desempenho, independentemente da faixa de renda familiar? A renda familiar alta poderia explicar melhor o desempenho, independentemente da região de funcionamento da IES?

No grupo dos itens de desenvolvimento histórico e filosófico das Ciências (do qual fazem parte **DES01**, **DES02** e **DES03**), o item **DES04** foi do tipo dissertativo, o que impediu comparações estatísticas. O item **DES05** foi proposto apenas na prova de Matemática. O item de Formação Geral foi o único respondido por todos os alunos, dos quatro cursos. Com esse contexto em mente, investigamos o desempenho:

- dos alunos de Física de renda alta, por região, nos itens **DES01**, **DES02** e **DES03**;
- dos alunos de Física, da região Sul, por faixa de renda, nos itens **DES01**, **DES02** e **DES03**;
- dos alunos de Matemática de renda alta, por região, em **DES05**;
- dos alunos de Matemática da região Sul, por renda, em **DES05**;
- de todos os alunos, no item de Formação Geral, por curso;
- de todos os alunos da região Sul no item de Formação Geral, por faixa de renda;

g) de todos os alunos de renda alta no item de Formação Geral, por região.

Os resultados da análise dessas relações estão resumidos no Quadro 11, a seguir.

Quadro 11 - Testes Qui-quadrado para associação entre variáveis e desempenho por grupo

Grupo	Estatística
Alunos de Física de renda alta, por região em DES01	$X^2_4 = 8,985, p \text{ valor} = 0,061$ $V \text{ de Cramer} = 0,148$
Alunos de Física de renda alta, por região em DES03	$X^2_4 = 8,461, p \text{ valor} = 0,076$ $V \text{ de Cramer} = 0,143$
Alunos de Física da região Sul, por renda em DES01	$X^2_2 = 1,776, p \text{ valor} = 0,411$ $V \text{ de Cramer} = 0,065$
Alunos de Física da região Sul, por renda em DES01	$X^2_2 = 4,930, p \text{ valor} = 0,085$ $V \text{ de Cramer} = 0,108$
Alunos de Física da região Sul, por renda em DES01	$X^2_2 = 5,365, p \text{ valor} = 0,068$ $V \text{ de Cramer} = 0,113$
Alunos de renda alta da região Sul no item de Formação Geral, por curso.	$X^2_3 = 4,092, p \text{ valor} = 0,252$ $V \text{ de Cramer} = 0,081$
Alunos de Física de renda alta, por região em DES02 ¹	$X^2_4 = 10,960, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,163$
Alunos no item de Formação Geral, por curso.	$X^2_3 = 67,979, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,046$
Alunos da região Sul no item de Formação Geral, por renda	$X^2_2 = 40,157, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,088$
Alunos de Matemática de renda alta por região em DES05 ²	$X^2_4 = 11,707, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,100$
Alunos de Matemática da Região Sul por nível de renda em DES05	$X^2_2 = 7,926, p \text{ valor} < 0,05$ $V \text{ de Cramer} = 0,064$

¹ Os alunos das regiões Sul e Centro-oeste tiveram um desempenho melhor do o esperado.

² Os alunos da região Sul apresentaram um número de acertos maior do que era esperado.

Um resumo dos resultados até aqui obtidos mostra que:

- a) a categoria da IES implica em diferenças significantes em três dos itens de Formação Específica e, no caso do item de Formação Geral, no curso de Matemática. O efeito da associação entre as variáveis é pequeno;
- b) a região do funcionamento da IES determina diferenças significantes no desempenho dos alunos no caso de todos os itens de Formação Específica, exceto **EXP02** (do curso de Biologia). Em relação aos itens de Física (**DES01**, **DES02** e **DES03**), o efeito dessa associação é médio. Quanto ao item de Formação Geral, há diferenças significantes em todos os cursos, porém o efeito da associação entre as variáveis é pequeno;

- c) o Acesso ao Ensino Superior determina diferenças significantes no desempenho dos alunos no item **DES02**, de Física e, no item de Formação Geral, em todos os cursos, exceto o de Física. Para todos os casos, o efeito de associação entre as variáveis é pequeno;
- d) a variável Escolaridade do Pai determina diferenças significantes no desempenho dos alunos em todos os itens, embora o efeito da associação seja pequeno. No que respeita à Escolaridade da Mãe, observa-se que não há diferenças significantes apenas nos itens **DES03**, **DES05** e **CTS02**; no entanto, mesmo no caso em que surgiram diferenças significantes no desempenho em função da escolaridade da mãe, o efeito da associação é pequeno;
- e) a Renda Familiar determina diferenças significantes em todos os itens, embora a associação tenha efeito médio apenas com relação aos itens **DES01**, **DES02** e **DES03**, de Física; nos demais itens, o efeito da associação é pequeno;
- f) observa-se efeito médio de associação nos casos de desempenho dos alunos de Física de renda alta, por região, no item **DES02**, com destaque para os alunos das regiões Sul e Centro-oeste (que apresentaram um melhor desempenho);
- g) destaca-se o efeito médio de associação no desempenho dos alunos de Matemática de renda alta, por região, no item **DES05**, com destaque para os alunos da região Sul (que apresentaram um melhor desempenho);

Esses resultados parecem indicar a importância das variáveis Renda Familiar, Escolaridade do Pai, Escolaridade da Mãe, Acesso ao Ensino Superior, Categoria da IES e Região de Funcionamento da IES. Os Relatórios-síntese do INEP (BRASIL, 2018a; 2018b; 2018c; 2018d) mostram que desempenhos superiores dos alunos das regiões Sul e Sudeste são um padrão frequente: nas provas dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, as notas gerais e as notas dos componentes de Formação Geral e Específica dos alunos destas duas regiões foram superiores às notas dos alunos das demais regiões. Os Relatórios-síntese também revelam que, tanto nos cursos presenciais quanto nos de EaD, a renda familiar modal dos alunos de Biologia, Matemática e Química situou-se no intervalo entre 1,5 e 3,0 salários mínimos. Destaca-se uma exceção: no caso do curso EaD de Física, a renda modal situou-se entre 3,0 e 4,5 salários mínimos.

Embora possam trazer alguma luz à questão da associação entre a renda familiar, a região da IES e o desempenho dos alunos, os resultados em geral superiores das regiões Sul e Sudeste e os dados de renda familiar não explicam a presença de diferenças significantes (ou a ausência delas) em todas as combinações que fizemos. Também não esclarecem quanto aos motivos pelos quais ocorrem os destaques para os alunos de renda alta da região Sul, em particular nos casos dos cursos de Física e Matemática, e em relação aos itens do grupo DES. Ainda, devemos levar em consideração a possibilidade de que a associação entre melhor desempenho e a região Sul pode ser devida, única e exclusivamente, à posição privilegiada dessa região em termos socioeconômicos, em especial quanto à renda per capita e anos de escolaridade da população. Caso isso seja verdadeiro, a associação entre região e desempenho ocorre por conta de outras variáveis, elas sim determinantes de melhores desempenhos. Ainda, eventuais diferenças no desempenho por item e associações entre os itens podem ocorrer por conta da natureza (ou conteúdo) dos itens – se mais generalistas ou mais específicos – e, dessa forma estarem associadas, mesmo que indiretamente, a variáveis socioeconômicas. Finalmente, precisamos considerar a possibilidade de existir alguma relação de dependência entre as variáveis renda familiar, escolaridade dos pais, etnia, mecanismo de acesso ao Ensino Superior, região de funcionamento da IES e categoria da IES.

Com esse quadro em mente, levantamos a possibilidade de estarmos trabalhando com um fenômeno multifatorial. Em outras palavras, o desempenho dos alunos não dependeria apenas da região de funcionamento da IES, da categoria da IES, da renda familiar ou do grau de escolaridade dos pais, quando essas variáveis fossem tomadas individualmente; de forma distinta, o desempenho do aluno seria resultado de relações multivariadas entre essas variáveis, o que sugeriu o uso de outros instrumentais estatísticos para investigar essas associações.

5.2 A análise por agrupamentos em função da condição socioeconômica dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química

A análise de agrupamento é uma técnica multivariada que permite trabalhar de forma simultânea com diversas variáveis. Ela é utilizada quando se pretende encontrar grupos em que os elementos de cada grupo sejam semelhantes entre si, mas diferentes dos elementos de outros grupos. Em particular, o método *Two Step Cluster*

presta-se a realizar esse agrupamento quando estamos trabalhando com variáveis categóricas (HAIR, 2009). Mais: o uso deste método é particularmente indicado quando supomos ser uma heterogeneidade não observada a responsável por uma discriminação em várias situações.

O agrupamento revela semelhanças e dessemelhanças dentro de um banco de dados, possibilitando a identificação de grupos naturais e facilitando a análise das observações. Ainda, possibilita que sejam identificadas relações entre os vários elementos. Os agrupamentos são realizados com base na distância (proximidade) entre os dados. Segundo Hair (2009, p. 430),

Os agrupamentos resultantes de objetos devem então exibir elevada homogeneidade interna (dentro dos agrupamentos) e elevada heterogeneidade externa (entre agrupamentos). Assim, se a classificação for bem sucedida, os objetos dentro dos agrupamentos estarão próximos quando representados graficamente, e diferentes agrupamentos estarão distantes.

Os agrupamentos são formados em função da proximidade entre determinados elementos e da distância destes em relação a outros elementos ou grupos, e de tal forma que as distâncias dentro dos grupos sejam minimizadas e as distâncias entre grupos sejam maximizadas. As distâncias entre os agrupamentos podem ser medidas de várias formas:

- a) distância entre os dois pontos mais próximos de dois grupos diferentes (por exemplo, os pontos nos Grupos A e B que apresentam maior proximidade);
- b) distância entre os dois pontos mais distantes de dois grupos diferentes (por exemplo, os pontos nos Grupos A e B que apresentam maior distância entre si);
- c) distância média entre vários pontos de cada um dos grupos; e
- d) distância entre pontos centrais e outros pontos dentro do agrupamento.

Na análise de agrupamentos, os elementos são comparados com base em uma variável estatística especificada pelo pesquisador, o que “torna a definição da variável estatística feita pelo pesquisador um passo crítico na análise” (HAIR, *idem*). Em outras palavras, os agrupamentos usam como critério algum constructo ou modelo já fundamentado teoricamente, que validará a existência dos agrupamentos. No nosso caso, o modelo teórico utilizado para construir a variável estatística a partir da qual os agrupamentos foram identificados é o de capital cultural, de Bourdieu (2007).

Há, pelo menos, dois fortes motivos que recomendam o uso do conceito de capital cultural de Bourdieu (2007) para a reflexão sobre os resultados de desempenho em itens de HFC nas provas do ENADE dos cursos de Licenciatura em Ciências e Matemática: a análise estatística realizada por nós até agora já sinalizou a importância da renda e da escolaridade dos pais na determinação do desempenho dos alunos. Ainda, esse eixo de análise tem sido utilizado em outros trabalhos e outras pesquisas que partem da constatação de que o nível socioeconômico do aluno é uma variável importante para a compreensão do seu desempenho, tal como vimos em Bertolin e Marcon (2015), Kleinke (2017), Marcom e Kleinke (2017) e Villar (2021). Vale ainda mencionar que, dada a característica do método de *Two Steps Clusters* (qual seja, a possibilidade de identificar uma heterogeneidade não observada), é oportuna a sua utilização para evidenciar empiricamente o que Bourdieu (2007) conclui a respeito da importância do capital cultural no desempenho dos estudantes.

Segundo Bourdieu (2007), temos quatro tipos de capital: o econômico está associado à renda; o cultural, aos saberes; o social, que abarca as relações sociais que podem ser transformadas em capital econômico ou cultural; e o capital simbólico, relacionado ao prestígio que bens materiais e imateriais conferem aos agentes. Para Bourdieu (2007), a aptidão também é produto da transmissão doméstica do capital cultural, cabendo à escola sancionar a transmissão hereditária deste capital e, nesses termos, ele oferece um constructo capaz de servir como balizador para as relações entre desempenho escolar e *background* familiar:

A noção de capital cultural impôs-se, primeiramente, como uma hipótese indispensável para dar conta da desigualdade de desempenho escolar de crianças provenientes das diferentes classes sociais, relacionando o "sucesso escolar", ou seja, os benefícios específicos que as crianças das diferentes classes e frações de classe podem obter no mercado escolar, à distribuição do capital cultural entre as classes e frações de classe (BOURDIEU, 2007, p. 73).

A partir de Bourdieu (2007), selecionamos duas variáveis para a criação de uma nova variável indicadora do nível socioeconômico do aluno, a partir de agora chamada CLASSESOC: a escolaridade dos pais e a renda familiar. A escolaridade dos pais está associada ao capital cultural incorporado, responsável pela formação do *habitus* do aluno; a renda familiar está associada ao capital cultural objetivado e institucionalizado já que, ao mesmo tempo que este capital garante a posse e a

apropriação de bens culturais, também certifica os investimentos já realizados pela família.

Para a construção de CLASSESOC, inicialmente, reduzimos o número de categorias em relação aos itens Escolaridade do Pai e Escolaridade da Mãe. Esta operação fez surgir a 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 superior⁴³. A análise de agrupamento foi realizada com o uso do *software* IBM® SPSS Statistics Versão 23.

A associação entre as variáveis Escolaridade dos Pais e Renda Familiar fez surgir CLASSESOC. Os testes Qui-quadrado revelaram, em todos os cursos, diferenças estatisticamente significantes nas relações entre a nova variável e as variáveis Escolaridade dos Pais e Renda Familiar, bem como um forte efeito na associação entre elas, o que mostra que a variável CLASSESOC mede, de fato, o que pretendíamos que ela medisse.

Quadro 12 - Teste Qui-quadrado da relação entre CLASSESOC e Escolaridade dos Pais

Item	Estatística
Biologia	$X^2_{12} = 29452,00, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,816
Física	$X^2_{12} = 6150,00, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,816
Matemática	$X^2_6 = 11411,00, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,707
Química	$X^2_6 = 5105,00, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,707

É importante notar que, no caso da associação entre CLASSESOC e renda, o efeito da associação mostrou ser maior no curso de Física e menor no de Matemática. Os resultados dos testes podem ser vistos no Quadro 13 abaixo.

⁴³ Este procedimento também foi utilizado por Villar (2021).

Quadro 13 - Teste Qui-quadrado da relação entre CLASSESOC e Renda Familiar

Item	Estatística
Biologia	$X^2_8 = 23965,93, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,902
Física	$X^2_8 = 5244,96, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,923
Matemática	$X^2_4 = 9390,43, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,641
Química	$X^2_4 = 4303,59, p \text{ valor} < 0,05$ V de Cramer = 0,649

Para facilitar a compreensão dos resultados, atribuímos um nome para cada um dos prováveis doze grupos que poderiam surgir a partir da combinação entre as variáveis Escolaridade de Pai, Escolaridade da Mãe e Renda Familiar, conforme Quadro 14 a seguir.

Quadro 14 - Características dos agrupamentos

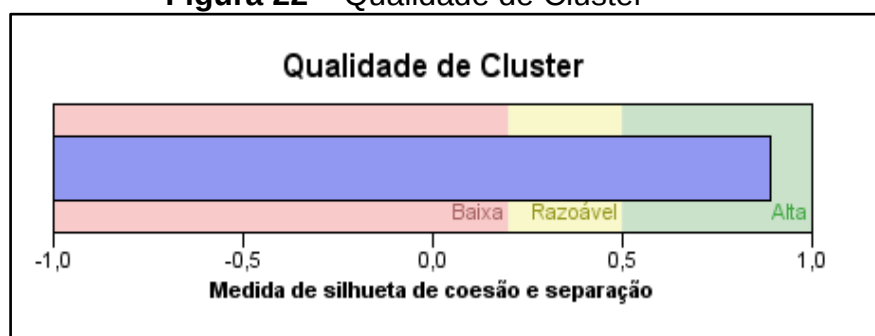
Agrupamento	Características
D Menos	pai e mãe sem nenhuma instrução escolar e renda familiar baixa
D	pai e mãe sem nenhuma instrução escolar e renda familiar média
D Mais	pai e mãe sem nenhuma instrução escolar e renda familiar alta
C Menos	pai e mãe sem instrução de nível superior e renda familiar baixa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

A análise de agrupamento realizada a partir dos microdados do INEP não fez surgir todos os grupos elencados no quadro acima. No Quadro 15, a seguir, podemos ver os agrupamentos surgidos da análise de *cluster* para cada um dos cursos de Licenciatura.

Quadro 15 - Composição de cada curso por 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

Na última linha do quadro acima foram apresentados os valores de Silhueta Média (SM) para cada grupo. Segundo Sarstedt e Mooi (2019), a silhueta mede a coesão e a separação dos dados obtidas por meio do agrupamento, sendo que esse valor deve ser, no mínimo, de 0,50, conforme Figura 22 abaixo.

Figura 22 – Qualidade de Cluster

Fonte: Output IBM® SPSS Statistics Versão 23.

Como é possível observar no Quadro 15 acima, a Silhueta Média foi elevada em todos os cursos: 0.90 para os cursos de Biologia e Física; 0.80 para os cursos de Matemática e Química. Também é importante notar que não surgiram, dentre os alunos de Matemática e Química, grupos associados a classes sociais elevadas tal como ocorreu nos cursos de Biologia e Física. Tal fenômeno pode ser assim explicado: no caso dos alunos de Matemática, os de renda alta são 9.4% do total; os alunos de renda alta e pai e mãe com nível superior (CLASSESOC A Mais): 1.6%; os alunos de renda alta e pai e mãe sem nenhuma instrução (CLASSESOC C Mais):

0.2%; os alunos de renda alta e pai ou mãe com nível superior (CLASSESOC B Mais): 7,3%; e os alunos de renda alta e pai e mãe sem nível superior (CLASSESOC C Mais): 0.3%. No caso dos alunos de Química, os de renda alta são 9.7% do total; os alunos de renda alta e pai e mãe com nível superior (CLASSESOC A Mais): 1.8%; os alunos de renda alta e pai e mãe sem nenhuma instrução (CLASSESOC C Mais): 0%; os alunos de renda alta e pai ou mãe com nível superior (CLASSESOC B Mais): 7,5%; e os alunos de renda alta e pai e mãe sem nível superior (CLASSESOC C Mais): 0.3%. Assim, embora essas classes sociais façam parte da amostra, o agrupamento não conseguiu identificá-las como pertencentes a grupos diferenciados do restante. Os valores de Silhueta Média nos agrupamentos dos alunos de Matemática e Química mostram que 80% dos alunos foram alcançados pelo agrupamento: é possível que esses alunos de classe social elevada estejam entre os 20% restantes sem vínculo específico com qualquer grupo.

Os dados mostram que os perfis socioeconômicos dos alunos das Licenciaturas em Matemática e Química são bastante semelhantes, e diferentes dos perfis dos alunos de Biologia e Física. Em relação às Licenciaturas em Matemática e Química, há maior homogeneidade entre os alunos no que diz respeito à condição social e, em grande parte dos casos, esses alunos são oriundos de famílias com renda média ou baixa e, no máximo, com o pai ou a mãe com nível superior.

Os perfis dos alunos das Licenciaturas em Biologia e Física são menos homogêneos, havendo nesses cursos maior dispersão entre categorias de renda familiar e de escolaridade dos pais. São, porém, perfis parecidos entre si, sendo que esses cursos abrigam os maiores grupos que declararam renda familiar alta: 12,2% e 15,3% dos alunos de Licenciatura em Biologia e Física estão nessa condição, respectivamente. A seguir, analisaremos o desempenho dos alunos, por curso, em função dos agrupamentos gerados pela variável CLASSESOC.

5.2.1 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Biologia a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica

Os alunos matriculados em universidades públicas federais formam o grupo majoritário dentre os licenciandos em Biologia, em todas as categorias sociais. As universidades públicas estaduais são as mais frequentes nas categorias C Menos, B Menos e B Mais; nas categorias B e A Mais, o segundo maior grupo é o de alunos que

estavam matriculados em instituições privadas sem fins lucrativos. Embora existam diferenças estatisticamente significantes na associação entre categoria da IES e CLASSESOC, o efeito dessa associação é pequeno ($v = .062$). A Tabela 23 a seguir apresenta a distribuição das IES por categoria em função da CLASSESOC.

Tabela 23 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	Categoria						Estatística
	Especial	Privada com fins lucrativos	Privada sem fins lucrativos	Pública Estadual	Pública Federal	Pública Municipal	
C Menos	2.70%	15.90%	12.90%	25.20%	42.70%	0.70%	$\chi^2_{20} = 225,714$, $p \text{ valor} < 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0,062$
B Menos	2.10%	15.90%	17.30%	24.00%	39.80%	0.90%	
B	0.70%	18.00%	23.40%	19.60%	36.90%	1.40%	
B Mais	0.30%	14.70%	19.20%	20.40%	44.50%	1.00%	
A Mais		16.80%	25.60%	19.50%	36.20%	1.80%	
Total	1.60%	16.30%	18.60%	22.70%	39.70%	1.10%	

Com relação à associação entre região de funcionamento da IES e CLASSESOC, o teste Qui-quadrado evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, sendo o efeito da associação entre as variáveis médio ($v = .139$).

A maior concentração de alunos de Licenciatura em Biologia ocorre na região Nordeste e Sudeste (30,1% e 35,1% dos alunos, respectivamente). Na região Centro-oeste, prevalecem as classes sociais mais elevadas (B, B Mais e A Mais); no Nordeste e Norte, C Menos; na região Nordeste, predominam os alunos da classe social B Menos; no Norte, C Menos; na região Sudeste, B Mais e A Mais; na região Sul, B e A Mais.

Na região Nordeste, há mais alunos da Classe C Menos do que seria esperado; em contrapartida, na região Sudeste, há mais alunos das classes B, B Mais e A mais do que haveria caso não houvesse associação entre região de funcionamento das IES e CLASSESOC, conforme vemos na Tabela 24 a seguir.

Tabela 24 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	Região					Estatística
	Centro-oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	
C Menos	5.9%	48.8%	12.5%	21.2%	11.6%	χ^2_{16} $= 1135,923$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0.139$
B Menos	7.5%	34.7%	11.9%	31.1%	14.7%	
B	8.2%	16.7%	9.0%	44.4%	21.8%	
B Mais	9.3%	14.0%	8.6%	50.7%	17.4%	
A Mais	8.2%	10.8%	7.0%	52.6%	21.4%	
Total	7.6%	30.1%	10.9%	35.1%	16.3%	

Embora anteriormente não tenhamos feito qualquer análise fazendo uso da variável etnia, e embora Bourdieu (2007) não a tenha incluído no conceito de capital cultural, consideramos oportuna a sua inclusão neste momento do trabalho: afinal, sabe-se que, no Brasil, há uma forte associação entre etnia, renda e classe social, em geral desvantajosa para famílias cujos chefes são pretos ou pardos. Independentemente da questão do gênero, indivíduos brancos ganham mais do que indivíduos pretos, e as oportunidades profissionais são mais favoráveis aos brancos do que aos pretos. Parece ser consensual que esta desigualdade está, em grande parte, associada aos anos de escravidão no Brasil (1535 a 1888) e ao próprio processo de extinção da escravidão: ao serem libertos, os pretos não tinham qualquer educação formal ou formação profissional, e não puderam contar com qualquer proteção social. Este cenário acabou dirigindo os recém libertos aos trabalhos manuais e/ou informais, fenômeno que só fez perpetuar e reproduzir a desigualdade social. Assim, a inclusão da variável etnia no nosso estudo configura-se como uma importante oportunidade para verificar, empiricamente, a relação entre etnia, condição socioeconômica e desempenho dos alunos.

Com relação à associação entre etnia e CLASSESOC, o teste Qui-quadrado evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, e o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .120$). Brancos e pardos são os grupos majoritários dentre os licenciandos em Biologia (44,2% e 41,8%, respectivamente). Nas classes C Menos e B Menos, predominam os pardos; nas classes B, B Mais e A Mais, os brancos. A Tabela 25 nos mostra que, à medida que a classe social se eleva, menos pardos e pretos são encontrados. Os alunos pretos estão mais presentes nas classes C Menos e B Menos. Na classe C Menos, há menos brancos do que seria

esperado caso não houvesse associação entre etnia e CLASSESOC; nessa mesma categoria, há mais pardos e pretos do que seria esperado. Nos mesmos termos, nas classes B e A Mais, há mais brancos, menos pardos e menos pretos do que seria provável existir, caso não houvesse associação entre as variáveis. A Tabela 25 a seguir resume os resultados.

Tabela 25 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	Etnia					Estatística
	Amarela	Branca	Indígena	Parda	Preta	
C Menos	2.5%	26.7%	0.5%	55.0%	15.3%	χ^2_{1216} = 813,748, p valor < 0,05, V de Cramer = 0,120
B Menos	2.4%	39.2%	0.6%	45.3%	12.5%	
B	2.0%	55.8%	0.4%	33.9%	8.0%	
B Mais	1.7%	68.5%	0.5%	23.8%	5.4%	
A Mais	2.6%	64.5%	0.5%	25.8%	6.5%	
Total	2.3%	44.2%	0.5%	41.8%	11.2%	

Há diferenças estatisticamente significantes entre a condição de acesso ao Ensino Superior e CLASSESOC, e o efeito da associação entre as variáveis é pequeno ($v = .085$). A grande maioria dos alunos, de todas as classes sociais, não fez uso de qualquer ação afirmativa para acesso ao Ensino Superior⁴⁴. Quando houve utilização de ações afirmativas, as mais frequentes foram as que estabeleceram benefícios ou bônus para alunos provenientes de escolas públicas, conforme pode ser visto na Tabela 26 abaixo.

⁴⁴ Este é um resultante surpreendente e que merece uma investigação mais aprofundada. Qual é a explicação para a pouca utilização de ações afirmativas, em especial se considerarmos o número elevado de alunos provenientes de escolas públicas?

Tabela 26 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	Acesso					Estatística
	Não	Outras Ações	Sim Escola Pública	Sim Etnia	Sim Renda	
C Menos	65.7%	11.0%	12.7%	4.2%	6.4%	$\chi^2_{16} = 421,417,$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0,085$
B Menos	67.6%	8.1%	13.3%	3.5%	7.5%	
B	77.0%	7.1%	10.4%	1.5%	3.9%	
B Mais	89.2%	3.3%	4.6%	0.9%	2.0%	
A Mais	86.3%	3.0%	7.8%	1.3%	1.6%	
Total	71.8%	7.7%	11.8%	2.9%	6.0%	

O desempenho dos alunos de licenciatura em Biologia foi investigado à luz da nova variável CLASSESOC. No caso do item **CTS04**, nota-se que, embora tenham surgido diferenças estatisticamente significantes no desempenho dos alunos em função de CLASSESOC, a associação entre as variáveis mostrou ter um efeito pequeno ($v = .062$). À medida que a condição socioeconômica se eleva, aumenta a proporção de acertos no item e diminui a proporção de erros. As classes B, B Mais e A Mais são as que mostram proporções mais equitativas de erros e acertos; em contrapartida, nas classes C Menos e B Menos há, proporcionalmente, mais erros do que acertos, tal como pode ser visto na Tabela 27 a seguir.

Tabela 27 - Desempenho em CTS04 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	CTS04		Estatística
	Acerto	Erro	
C Menos	37.5%	62.5%	$\chi^2_4 = 52,081$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0,062$
B Menos	42.0%	58.0%	
B	45.7%	54.3%	
B Mais	48.2%	51.8%	
A Mais	48.7%	51.3%	
Total	43.0%	57.0%	

Há diferenças significantes no desempenho no item **EXP02**, embora o efeito de associação entre as variáveis seja pequeno ($v = 0.047$). Nota-se que as classes B Mais e A Mais apresentam mais acertos do que seria esperado. O item parece ter sido igualmente difícil para todas as classes sociais, já que, como regra, as proporções de

erro são quase três vezes maiores do que as de acertos. A Tabela 28 a seguir resume os resultados.

Tabela 28 - Desempenho em EXP02 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	EXP02		Estatística
	Acerto	Erro	
C Menos	24.2%	75.8%	$\chi^2_4 = 29,999$ $p \text{ valor} < 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0,047$
B Menos	26.2%	73.8%	
B	26.8%	73.2%	
B Mais	33.0%	67.0%	
A Mais	30.5%	69.5%	
Total	26.7%	73.3%	

Há diferenças significantes no desempenho no item de Formação Geral, embora o efeito de associação entre as variáveis seja pequeno ($v = 0.097$). Nota-se que as classes B Mais e A Mais apresentam mais acertos do que seria esperado; da mesma forma, as classes C Menos e B Menos estão associadas a erros em maior proporção do que era esperado. Em todas as classes sociais, há equilíbrio entre as proporções de erros e acertos. A Tabela 29 a seguir resume os resultados.

Tabela 29 - Desempenho em FG por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Biologia

	FG		Estatística
	Acerto	Erro	
C Menos	40.8%	59.2%	$\chi^2_4 = 129,085$ $p \text{ valor} < 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0.097$
B Menos	45.6%	54.4%	
B	52.0%	48.0%	
B Mais	59.8%	40.2%	
A Mais	53.9%	46.1%	
Total	47.7%	52.3%	

A análise do desempenho dos alunos nos itens de Biologia por CLASSESOC mostra que o item **EXP02** foi aquele em que todos os alunos, de todas as classes sociais, mostraram maior dificuldade; por outro lado, o item de Formação Geral foi o que revelou ter sido o de menor dificuldade para todos, fenômeno que pode ser explicado em função de o conteúdo do item fazer parte dos conteúdos da área da Biologia. Tal como faremos em relação aos demais cursos, adicionaremos uma linha

à tabela com os dados referentes aos índices de facilidade dos itens, conforme divulgado pelo INEP (BRASIL, 2018a). Nota-se que a classe C Menos mostrou, nos três itens, maior dificuldade do que o restante dos alunos. Nos mesmos termos, as classes B Mais e A Mais tiveram mais facilidade do que o restante dos alunos, conforme pode ser visto na Tabela 30.

Tabela 30 - Desempenho nos itens de Biologia por CLASSESOC

	CTS04	EXP02	FG
	Biologia		
	Acerto	Acerto	Acerto
C Menos	37.5%	24.2%	40.8%
B Menos	42.0%	26.2%	45.6%
B	45.7%	26.8%	52.0%
B Mais	48.2%	33.0%	59.8%
A Mais	48.7%	30.5%	53.9%
Total	43.0%	26.7%	47.7%
Índice	0.43	0.26	0.47
Facilidade	Média	Difícil	Média
INEP	Dificuldade		Dificuldade

5.2.2 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Física a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica

Os alunos matriculados em universidades públicas federais formam o grupo majoritário dentre os licenciandos em Física (64,5%). Esta categoria está presente em todas as faixas de CLASSESOC, e em percentuais muito próximos. Embora existam diferenças estatisticamente significantes na associação entre categoria da IES e CLASSESOC, o efeito dessa associação é pequeno ($v = .065$). Nota-se, também, que a proporção de alunos nas instituições privadas sem fins lucrativos cresce à medida que a condição social se eleva; em contrapartida, a proporção de alunos nas instituições públicas federais diminui à medida que aumenta a condição socioeconômica. A Tabela 31 a seguir apresenta a distribuição das IES por categoria em função da CLASSESOC.

Tabela 31 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Categoria						Estatística
	Especial	Privada com fins lucrativos	Privada sem fins lucrativos	Pública Estadual	Pública Federal	Pública Municipal	
C Menos	0.9%	3.0%	9.8%	20.5%	65.8%		χ^2_{20} $= 57,742$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,065$
B Menos	0.1%	1.9%	13.9%	18.1%	65.9%	0.1%	
B	0.1%	3.2%	16.0%	17.5%	62.7%	0.4%	
B Mais		0.5%	18.5%	18.5%	62.5%		
A Mais		2.8%	22.1%	13.0%	61.4%	0.7%	
Total	0.2%	2.3%	15.0%	17.8%	64.5%	0.2%	

Com relação à associação entre região de funcionamento da IES e CLASSESOC, o teste *Qui-quadrado* evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, sendo que o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .157$). As regiões de maior concentração de alunos de Licenciatura em Física são Nordeste e Sudeste. Os alunos das classes C Menos e B Menos estão concentrados na região Nordeste; os alunos das classes B, B Mais e A Mais, na região Sudeste. Nas regiões Sudeste e Sul, os agrupamentos de alunos das classes B Mais, A Mais e B são maiores do que seria esperado caso não houvesse qualquer associação entre as variáveis Região da IES e CLASSESOC. A Tabela 32 a seguir apresenta a distribuição das regiões de funcionamento da IES em função da CLASSESOC.

Tabela 32 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Região					Estatística
	Centro-oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	
C Menos	5.4%	54.2%	14.6%	17.3%	8.6%	χ^2_{16} $= 302,027$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,157$
B Menos	6.1%	37.2%	16.1%	28.1%	12.5%	
B	6.6%	21.8%	10.7%	38.9%	22.0%	
B Mais	12.0%	15.2%	9.2%	42.4%	21.2%	
A Mais	13.3%	12.3%	7.4%	43.9%	23.2%	
Total	7.2%	31.6%	13.4%	31.9%	15.9%	

Com relação à associação entre etnia e CLASSESOC, o teste *Qui-quadrado* evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, e o efeito da

associação entre as variáveis é médio ($v = .113$). Mais da metade dos alunos de classe C Menos é de pardos; dentre os alunos de classe B Mais, A Mais e B, os alunos brancos são maioria. Na classe B Menos, quase a metade dos alunos se declarou parda. Há menos alunos brancos nas classes B Menos e C Menos do que seria esperado; em contrapartida, há mais alunos brancos nas classes B Mais, A Mais e B do que caso não houvesse associação entre etnia e CLASSESOC. Ainda, observa-se que a proporção de alunos brancos aumenta à medida que a classe social se eleva; em contrapartida, a proporção de alunos pretos e pardos diminui quando a condição socioeconômica aumenta. A Tabela 33 a seguir resume os resultados.

Tabela 33 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Etnia					Estatística
	Amarela	Branca	Indígena	Parda	Preta	
C Menos	3.7%	27.4%	1.2%	52.3%	15.4%	χ^2_{16} $= 144,309$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,13$
B Menos	2.6%	37.9%	0.1%	47.8%	11.5%	
B	2.7%	53.2%		35.2%	8.9%	
B Mais	0.6%	64.2%		28.5%	6.7%	
A Mais	1.8%	57.6%	0.4%	33.2%	7.0%	
Total	2.6%	43.8%	0.2%	42.8%	10.6%	

Há diferenças estatisticamente significantes entre a condição de acesso ao Ensino Superior e CLASSESOC, mas o efeito da associação entre as variáveis é pequeno ($v = .101$). Os alunos das classes B Mais e A Mais, na quase totalidade, não fizeram uso de qualquer mecanismo para acesso ao Ensino Superior em proporções maiores do que seria esperado caso não houvesse associação entre as variáveis; em contrapartida, os alunos da classe C Menos fizeram uso de ações afirmativas em função de etnia, de renda ou por outros motivos, e de maneira mais intensa do que seria esperado do ponto de vista estatístico. Os alunos da classe A Mais não fizeram uso de qualquer ação afirmativa em função de etnia e renda: quanto menos elevada a condição social, maior foi o uso de ações afirmativas para acesso ao Ensino Superior; quanto maior o percentual de pardos e pretos na categoria da CLASSESOC (caso, por exemplo, de C Menos e B Menos), mais intenso foi o uso das ações afirmativas como forma de acessar o Ensino Superior. A Tabela 34 resume esses resultados.

Tabela 34 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Acesso					Estatística
	Escola Pública	Nenhuma	Outras ações	Sim etnia	Sim renda	
C Menos	11.9%	62.8%	10.7%	5.7%	8.9%	χ^2_{16} $= 125,045$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0,101$
B Menos	13.6%	68.9%	8.5%	3.7%	5.3%	
B	12.9%	76.9%	4.9%	2.4%	2.9%	
B Mais	4.9%	89.7%	3.3%	2.2%		
A Mais	7.0%	88.8%	2.8%	0.7%	0.7%	
Total	12.1%	73.3%	7.0%	3.2%	4.4%	

O desempenho dos licenciandos em Física no item **DES01** foi avaliado em função da nova variável CLASSESOC. Os dados mostram a existência de diferenças significantes no desempenho em função da classe social, sendo que o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .122$).

O desempenho dos alunos melhora à medida que a condição socioeconômica se eleva. Os alunos das classes sociais C Menos e B Menos erraram mais do que seria esperado caso não houvesse associação entre as variáveis; em contrapartida, os alunos das classes sociais B Mais e A Mais apresentaram um número de acertos superior ao que seria provável. Tais resultados permitem que concluamos que, no caso de **DES01**, erros e acertos acima do que seria esperado são determinados, em grande parte, pela classe social dos alunos. A Tabela 35 a seguir resume os resultados.

Tabela 35 - Desempenho em DES01 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	27.2%	72.8%	$\chi^2_4 = 40,521$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0,122$
B Menos	31.3%	68.7%	
B	35.5%	64.5%	
B Mais	45.7%	54.3%	
A Mais	47.2%	52.8%	
Total	34.2%	65.8%	

O desempenho dos licenciandos em Física no item **DES02** foi avaliado em função da nova variável CLASSESOC. O teste Qui-quadrado mostra a existência de

diferenças significantes no desempenho em função da classe social, sendo que o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .134$). Dentre essas diferenças, vale destacar o fato de que o desempenho nesse item praticamente repete os resultados obtidos no caso do item **DES01**: acertos em proporção maior ao que era esperado vêm de alunos das classes B Mais e A Mais; em contrapartida, erros em proporção maior ao que era esperado vêm das classes C Menos e B Menos. Tal como ocorreu em **DES01**, o desempenho em **DES02** é tanto melhor quanto mais elevada for a condição social do aluno, conforme pode ser visto na Tabela 36 a seguir.

Tabela 36 - Desempenho em DES02 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	35.3%	64.7%	χ^2_4 $= 48,966$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,134$
B Menos	39.0%	61.0%	
B	47.1%	52.9%	
B Mais	52.4%	47.6%	
A Mais	57.7%	42.3%	
Total	43.1%	56.9%	

O desempenho dos licenciandos em Física no item **DES03** foi investigado em termos de sua relação com a nova variável CLASSESOC. O teste Qui-quadrado mostrou a existência de diferenças significantes no desempenho em função da classe social, sendo que o efeito da associação entre as variáveis é pequeno ($v = .092$). Tal como ocorreu com os outros dois itens (**DES01** e **DES02**), os alunos das classes sociais B Mais e A Mais estão associados com um número maior de acertos comparativamente ao que era esperado; em contrapartida, os alunos das classes sociais C Menos e B Menos estão associados a erros em proporção maior ao que seria provável ocorrer. Em todas as classes sociais, a proporção de erros é maior do que a de acertos. Também no caso de **DES03**, quanto mais elevada é a condição do aluno, mais associado ele está a acertos no item, conforme pode ser visto na Tabela 37.

Tabela 37 - Desempenho em DES03 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	34.0%	66.0%	χ^2_4 $= 23,042$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ 0.092
B Menos	35.5%	64.5%	
B	39.4%	60.6%	
B Mais	47.3%	52.7%	
A Mais	48.0%	52.0%	
Total	38.1%	61.9%	

A associação entre o desempenho no item de Formação Geral e a variável CLASSESOC foi a que mostrou ter um menor efeito, quando comparada às associações ocorridas com os itens de formação específica ($v = .087$). A Tabela 38 nos mostra que há aumento na proporção de acertos à medida que se eleva a condição socioeconômica. Ainda, a proporção de erros é maior do que a de acertos nos casos das classes C Menos, B Menos e B; nas categorias B Mais e A Mais, há maior proporção de acertos, comparativamente à de erros.

Tabela 38 - Desempenho no item de Formação Geral por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Física

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	42.4%	57.6%	$\chi^2_4 = 20,855$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ 0.087
B Menos	49.2%	50.8%	
B	52.0%	48.0%	
B Mais	55.2%	44.8%	
A Mais	60.5%	39.5%	
Total	50.5%	49.5%	

A investigação sobre o desempenho dos alunos em função de CLASSESOC em relação aos itens **DES01**, **DES02**, **DES03** e FG Física mostra que, em todos os casos, a proporção de acertos aumentou à medida que a classe social se elevou. Ainda, em todas as classes sociais, a proporção de acertos no item de Formação Geral foi maior do que a proporção de acertos nos itens de Formação Específica.

Tais resultados confirmam a análise feita pelo INEP (BRASIL, 2018b) em relação ao índice de facilidade dos itens, e que transpusemos para a última linha da tabela. As classes C Menos e B Menos foram as que apresentaram maior dificuldade

em todos os itens: a proporção de acerto nas duas categorias (Formação Geral e Formação Específica) foi menor do que a média apresentada em todo o conjunto de alunos, conforme Tabela 39.

Tabela 39 - Desempenho nos itens de Física por CLASSESOC

	Acerto			
	DES01	DES02	DES03	FG Física
C Menos	27%	35%	34%	42%
B Menos	31%	39%	36%	49%
B	36%	47%	39%	52%
B Mais	46%	52%	47%	55%
A Mais	47%	58%	48%	61%
Total	34%	43%	38%	51%
Índice	0.33	0.42	0.38	0.50
Facilidade	Média	Média	Difícil	Média
INEP	dificuldade	dificuldade		dificuldade

5.2.3 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Matemática a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica

Há diferenças estatisticamente significantes na associação entre categoria da IES e CLASSESOC, e o efeito dessa associação é médio ($v = .107$). Os alunos matriculados em universidades públicas (municipais, estaduais e federais) formam o grupo majoritário dentre os licenciandos em Matemática (aproximadamente 60%). A categoria Pública Federal é mais frequente dentre os alunos de classe C Menos e B Menos. Dentre os alunos de classe B, são significativos os percentuais dos que estão matriculados em instituições privadas (com ou sem fins lucrativos). A Tabela 40 a seguir apresenta a distribuição das IES por categoria em função da CLASSESOC.

Tabela 40 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática

	Categoria						Estatística
	Especial	Privada com fins lucrativos	Privada sem fins lucrativos	Pública Estadual	Pública Federal	Pública Municipal	
C Menos	3.0%	20.2%	14.4%	20.9%	41.2%	0.3%	χ^2_{10} $= 263,132$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,107$
B Menos	3.7%	18.6%	12.8%	22.0%	42.3%	0.7%	
B	1.2%	26.1%	20.6%	17.3%	34.1%	0.7%	
Total	2.8%	21.2%	15.5%	20.4%	39.6%	0.6%	

Com relação à associação entre região de funcionamento da IES e CLASSESOC, o teste Qui-quadrado evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, sendo o efeito da associação entre as variáveis médio ($v = .178$). A maior concentração de alunos de Licenciatura em Matemática ocorre nas regiões Nordeste e Sudeste. Os alunos das classes C Menos e B Menos estão concentrados na região Nordeste; os alunos das classes B, na região Sudeste. Na região Sudeste, o agrupamento de alunos da classe é maior do que seria esperado caso não houvesse qualquer associação entre as variáveis Região da IES e CLASSESOC. A Tabela 41 a seguir apresenta a distribuição das regiões de funcionamento da IES em função da CLASSESOC.

Tabela 41 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática

	Região					Estatística
	Centro-oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	
C Menos	7.9%	34.2%	13.8%	31.1%	13.0%	χ^2_8 $= 723,402$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,178$
B Menos	7.0%	35.0%	13.1%	28.7%	16.2%	
B	8.8%	14.6%	7.3%	45.0%	24.3%	
Total	7.7%	28.7%	11.5%	34.1%	18.0%	

Com relação à associação entre etnia e CLASSESOC, o teste Qui-quadrado evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, e o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .115$). Brancos e pardos são as categorias que prevalecem dentre os alunos de licenciatura em Matemática: no grupo de alunos das classes C Menos e B Menos, os pardos são maioria (49,1% e 47,2%, respectivamente). Na classe B, mais da metade dos alunos é branca (54,4%). Dentre os alunos pretos, o grupo mais expressivo aparece na classe C Menos (12,3%). Os alunos brancos na classe B e os pardos da classe C Menos são mais numerosos do que seria esperado caso não houvesse associação entre etnia e CLASSESOC. Finalmente, é possível observar que, à medida que a condição socioeconômica se eleva, diminui a proporção de pretos e pardos e aumenta a proporção de brancos. A Tabela 42 a seguir resume os resultados.

Tabela 42 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática

	Etnia					Estatística
	Amarela	Branca	Indígena	Parda	Preta	
C Menos	2.6%	35.1%	0.9%	49.1%	12.3%	χ^2_8 $= 293,215$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,115$
B Menos	2.5%	38.4%	0.4%	47.2%	11.5%	
B	2.4%	54.4%	0.3%	34.7%	8.3%	
Total	2.5%	42.6%	0.5%	43.8%	10.7%	

Há diferenças estatisticamente significantes entre a condição de acesso ao Ensino Superior e CLASSESOC, mas o efeito da associação entre as variáveis é pequeno ($v = .091$). A grande maioria dos alunos, de todas as classes sociais, não fez uso de qualquer ação afirmativa para acesso ao Ensino Superior. A proporção de alunos que não fizeram uso de ações afirmativas diminui à medida que a classe social também diminui. Quando houve utilização de ações afirmativas, as mais frequentes foram as que estabelecem benefícios ou bônus para alunos provenientes de escolas públicas, conforme pode ser visto na Tabela 43 abaixo.

Tabela 43 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática

	Acesso					Estatística
	Nenhuma	Sim Escola Pública	Sim Etnia	Sim Outras Ações	Sim Renda	
C Menos	74.2%	10.1%	2.6%	8.5%	4.6%	χ^2_8 $= 187,854$ $p \text{ valor} <$ $0,05,$ $V \text{ de}$ $\text{Cramer} =$ $0,091$
B Menos	71.9%	11.6%	3.0%	7.8%	5.8%	
B	83.3%	8.2%	1.1%	5.2%	2.2%	
Total	75.8%	10.3%	2.3%	7.1%	4.5%	

O desempenho dos alunos de licenciatura em Matemática foi investigado à luz da nova variável CLASSESOC. No caso do item **DES05**, nota-se que, embora tenham surgido diferenças estatisticamente significantes no desempenho dos alunos em função de CLASSESOC, a associação entre as variáveis mostrou ter um efeito quase inexistente ($v = .028$).

À medida que a condição socioeconômica se eleva, aumenta a proporção de acertos no item. No caso das classes sociais C Menos e B Menos, as proporções de erros e acertos são muito próximas. Também podemos verificar que os alunos da

classe B acertaram mais e erraram menos do que era esperado, tal como pode ser visto na Tabela 44 a seguir.

Tabela 44 - Desempenho em DES05 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	34.7%	65.3%	$\chi^2_2 = 8,472$ $p \text{ valor} < 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0,028$
B Menos	33.7%	66.3%	
B	36.8%	63.2%	
Total	34.8%	65.2%	

Observam-se diferenças estatisticamente significantes quando da associação entre o desempenho no item de Formação Geral e CLASSESOC; no entanto, o efeito de associação entre as variáveis é pequeno ($v = 0.053$). No caso do item de Formação Geral, a proporção de acertos dentro do grupo aumenta à medida que aumenta a classe social. Ainda, os alunos da classe B apresentaram um percentual de acerto acima do que ocorreria caso não houvesse associação entre o desempenho no item e a variável CLASSESOC. A Tabela 45 a seguir resume os resultados.

Tabela 45 - Desempenho em FG por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Matemática

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	41.2%	58.8%	$\chi^2_2 = 29,726$ $p \text{ valor} < 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0,053$
B Menos	42.2%	57.9%	
B	47.5%	57.8%	
Total	43.6%	56.4%	

A análise conjunta do desempenho dos alunos nos itens de Matemática por CLASSESOC mostra que, em relação ao item de Formação Geral, quanto mais elevada a classe social, maior a proporção de acertos. No caso do item **DES05**, essa não é a regra, embora possamos observar que os alunos da classe B (a mais elevada) foram os que apresentaram a maior proporção de acertos. Ainda, é importante notar que, comparativamente ao apresentado em **DES05**, a proporção de acertos na questão de Formação Geral foi maior em todas as classes sociais. Tal como fizemos anteriormente, adicionamos uma linha à tabela com os dados referentes aos índices de facilidade dos itens, conforme divulgado pelo INEP (BRASIL, 2018c). Igualmente ao que ocorreu nos cursos anteriores, as classes C Menos e B Menos foram as que

apresentaram maior dificuldade nos dois itens: em ambas as categorias, a proporção de acerto foi menor do que a média apresentada em todo o conjunto de alunos.

Tabela 46 - Desempenho nos itens de Matemática por CLASSESOC

	DES05	FG Matemática
	Acerto	Acerto
C Menos	34.7%	41.2%
B Menos	33.7%	42.2%
B	36.8%	47.5%
Total	34.8%	43.6%
Índice Facilidade INEP	0.35 Difícil	0.43 Média Dificuldade

5.2.4 O desempenho dos alunos de Licenciatura em Química a partir dos agrupamentos por condição socioeconômica

Os alunos matriculados em universidades públicas federais formam o grupo majoritário dentre os licenciandos em Química, em todas as categorias sociais. As universidades públicas estaduais são as mais frequentes nas categorias C Menos e B Menos; na categoria B, o segundo maior grupo é o de alunos que estavam matriculados em instituições privadas sem fins lucrativos. Há diferenças estatisticamente significantes na associação entre categoria da IES e CLASSESOC, e o efeito dessa associação é médio ($v = .145$). A Tabela 47 a seguir apresenta a distribuição das IES por categoria em função da CLASSESOC.

Tabela 47 - Categoria das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química

	Categoria						Estatística
	Especial	Privada com fins lucrativos	Privada sem fins lucrativos	Pública Estadual	Pública Federal	Pública Municipal	
C Menos	0.2%	4.0%	13.6%	22.7%	59.2%	0.2%	χ^2_{10} $= 213,956$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0,145$
B Menos	0.5%	3.9%	10.9%	23.9%	60.6%	0.2%	
B		4.6%	26.0%	15.3%	53.1%	1.0%	
Total	2.8%	21.2%	15.5%	20.4%	39.6%	0.6%	

Com relação à associação entre região de funcionamento da IES e CLASSESOC, o teste Qui-quadrado evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, sendo o efeito da associação entre as variáveis médio

($v = .196$). A maior concentração de alunos de Licenciatura em Química ocorre na região Nordeste (36.9% dos alunos). Nas regiões Centro-oeste, e Nordeste, predominam os alunos da classe social B Menos; no Norte, C Menos; nas regiões Sudeste e Sul, classe B. As proporções de classe C Menos nas regiões Sudeste e Sul são menores do que o esperado; em contrapartida, nas mesmas regiões, há mais alunos da classe B do que seria esperado caso não houvesse associação entre região de funcionamento das IES e CLASSESOC, conforme vemos na Tabela 48 a seguir.

Tabela 48 - Região de Funcionamento das IES por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química

	Região					Estatística
	Centro-oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	
C Menos	8.0%	40.6%	13.4%	27.8%	10.2%	$\chi^2_8 = 392,411$ $p \text{ valor} < 0,05,$ $V \text{ de Cramer} = 0.196$
B Menos	10.0%	44.9%	10.9%	25.0%	9.2%	
B	9.5%	21.1%	6.1%	46.4%	16.8%	
Total	9.5%	36.9%	9.9%	32.0%	11.7%	

Com relação à associação entre etnia e CLASSESOC, o teste Qui-quadrado evidenciou a existência de diferenças estatisticamente significantes, e o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .113$). Brancos e pardos são as categorias que prevalecem dentre os alunos de licenciatura em Química: no grupo de alunos das classes C Menos e B Menos, os pardos são maioria (44,5% e 46,7%, respectivamente). Na classe B, mais da metade dos alunos é branca (54,5%). Dentre os alunos pretos, o grupo mais expressivo aparece na classe C Menos (13,9%). Os alunos brancos na classe B e os pretos e pardos na classe C Menos são mais numerosos do que seria esperado caso não houvesse associação entre etnia e CLASSESOC. Finalmente, é possível observar que, à medida que a condição socioeconômica se eleva, diminui a proporção de pretos e amarelos. A Tabela 49 a seguir resume os resultados.

Tabela 49 - Etnia por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química

	Etnia					Estatística
	Amarela	Branca	Indígena	Parda	Preta	
C Menos	2.5%	38.7%	0.4%	44.5%	13.9%	χ^2_8 = 127,250 p valor < 0,05, V de Cramer = 0,113
B Menos	3.6%	37.5%	0.3%	46.7%	11.9%	
B	2.3%	54.5%	0.4%	32.9%	9.8%	
Total	3.0%	42.9%	0.4%	42.2%	11.6%	

Há diferenças estatisticamente significantes entre a condição de acesso ao Ensino Superior e CLASSESOC, e o efeito da associação entre as variáveis é médio ($v = .104$). A grande maioria dos alunos, de todas as classes sociais, não fez uso de qualquer ação afirmativa para acesso ao Ensino Superior. Quando houve utilização de ações afirmativas, as mais frequentes foram as que estabeleceram benefícios ou bônus para alunos provenientes de escolas públicas, conforme pode ser visto na Tabela 50 abaixo.

Tabela 50 - Condição de Acesso ao Ensino Superior por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química

	Acesso					Estatística
	Nenhuma	Sim Escola Pública	Sim Etnia	Sim Outras Ações	Sim Renda	
C Menos	72.6%	11.9%	3.2%	7.1%	5.3%	χ^2_8 = 110,006 p valor < 0,05, V de Cramer = 0,104
B Menos	65.9%	15.0%	3.6%	8.8%	6.7%	
B	80.3%	10.3%	2.4%	4.4%	2.6%	
Total	71.4%	13.0%	3.2%	7.1%	5.2%	

O desempenho dos alunos de licenciatura em Química foi investigado à luz da nova variável CLASSESOC. No caso do item **CTS02**, nota-se que não há diferenças estatisticamente significantes em termos de desempenho em função da condição social. À medida que a condição socioeconômica se eleva, aumenta a proporção de acertos no item. No entanto, deve-se reconhecer que as proporções de erros e acertos não diferem de maneira expressiva em função das diferentes categorias socioeconômicas, tal como pode ser visto na Tabela 51 a seguir.

Tabela 51 - Desempenho em CTS02 por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	51.7%	48.3%	$\chi^2_2 = 5,923$ $p \text{ valor} > 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0,035$
B Menos	52.0%	48.0%	
B	55.7%	44.3%	
Total	53.1%	46.9%	

Há diferenças significantes no desempenho no item de Formação Geral em função da categoria social, embora o efeito da associação seja pequeno ($v = 0.065$). Os alunos da classe B apresentaram um percentual de acerto acima do que ocorreria caso não houvesse associação entre o desempenho no item e a variável CLASSESOC; em contrapartida, os alunos da classe B Menos erraram mais do que seria esperado A Tabela 52 a seguir resume os resultados.

Tabela 52 - Desempenho em FG por CLASSESOC no curso de Licenciatura em Química

	Acerto	Erro	Estatística
C Menos	48.6%	51.4%	$\chi^2_2 = 20,092$ $p \text{ valor} < 0,05$, $V \text{ de Cramer} = 0,065$
B Menos	45.8%	54.2%	
B	53.1%	46.9%	
Total	48.5%	51.5%	

A análise do desempenho dos alunos nos itens de Química por CLASSESOC mostra que, tanto no caso do item de Formação Específica quanto no de Formação Geral, em todas as categorias sociais, a proporção de acertos é maior do que a de erros. Tal como fizemos em relação aos demais cursos, adicionamos uma linha à tabela com os dados referentes aos índices de facilidade dos itens, conforme divulgado pelo INEP (BRASIL, 2018d). Nota-se que as classes C Menos e B Menos foram as que apresentaram maior dificuldade no item de formação específica; no caso do item de Formação Geral, a classe B Menos apresentou uma dificuldade maior do que o restante dos alunos.

Tabela 53 - Desempenho nos itens de Química por CLASSESOC

	CTS02	FG Química
	Acerto	Acerto
C Menos	51.7%	48.6%
B Menos	52.0%	45.8%
B	55.7%	53.1%
Total	53.1%	48.5%
Índice	0.53	0.48
Facilidade	Média	Média
INEP	Dificuldade	Dificuldade

5.2.5 Considerações a respeito do desempenho dos licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química em função da condição socioeconômica

O agrupamento dos alunos em função da variável CLASSESOC mostra que, tanto no caso dos itens de Formação Específica quanto no de Formação Geral, e em todos os cursos, a condição social é discriminante em termos de desempenho. Ainda, a análise revela a existência de uma associação entre esta condição social e as variáveis Categoria da IES, Região de Funcionamento da IES, Etnia e Acesso ao Ensino Superior.

De forma sistemática, quanto mais elevada a condição social, maior o nível de acertos; quanto mais elevada a condição social, maior a proporção de alunos brancos e que não fizeram uso de qualquer mecanismo de acesso ao Ensino Superior. Ainda, é importante notar que os testes Qui-quadrado resultaram em diferenças significantes quando o desempenho foi analisado em termos da variável CLASSESOC, embora nem sempre o tamanho do efeito fosse, no mínimo, médio.

Esses resultados permitem não apenas que retomemos o problema e as hipóteses iniciais do nosso trabalho, como também possibilitam que elaborem algumas considerações finais, tal como apresentadas a seguir.

6. CONCLUSÕES

A pergunta que norteou nossa pesquisa buscou compreender de que maneira os conteúdos filosóficos e históricos das ciências, previstos pelo quadro institucional como parte integrante dos tópicos programáticos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química de nível superior, foram avaliados nas provas do ENADE de 2017. Ainda, perguntamo-nos a respeito do desempenho dos alunos nestes itens.

As avaliações do ENADE dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química de 2017 incluíram inúmeros conteúdos filosóficos e históricos da Ciência nos itens propostos. Evidência disso são os oito itens objetivos e os três itens dissertativos selecionados: cinco, referentes a episódios históricos da Ciência; dois, relacionados ao papel da experimentação na construção do conhecimento; e outros quatro sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. O curso que propôs o maior número desses itens foi o de Licenciatura em Física (quatro itens), fenômeno que, na nossa análise, atribuímos às discussões éticas e morais associadas aos aparatos construídos a partir de conhecimentos da Física. Um dos itens, de Ciência, Tecnologia e Sociedade, foi proposto para todos os cursos como parte do componente de Formação Geral.

Nossa primeira hipótese foi a de que a inclusão destes conteúdos sinalizaria sua importância na formação docente, mas, ao mesmo tempo, evidenciaria as dificuldades para o diálogo entre conteúdos filosóficos, históricos, científicos e pedagógicos. Essa hipótese foi confirmada: nos itens, é nítida a falta de diálogo entre o conhecimento histórico, o conhecimento filosófico, o científico e o pedagógico. Em outras palavras: a formulação dos itens aparenta não levar em consideração que a articulação de todos esses saberes é fundamental. Assim, apesar da presença significativa de itens envolvendo conteúdos de HFC, o conjunto de itens mostra uma possível fragmentação existente nos cursos de licenciatura: há conteúdos científicos, conteúdos de HFC e, dissociados destes, as práticas pedagógicas.

Este fenômeno já havia sido identificado por Judensnaider, Figueirôa e Villar (2021): quando da análise das questões pedagógicas comuns nas provas do ENADE de 2017 dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química, os autores observaram a ausência de diferenças estatisticamente significantes em termos do desempenho em itens sobre teorias da aprendizagem em relação ao curso

realizado. Para os autores, tal resultado poderia ser explicado em função de as disciplinas pedagógicas serem trabalhadas de forma extremamente homogênea nos cursos de licenciatura, muitas vezes sob a forma de disciplinas comuns, e ignorando as distintas e específicas abordagens epistemológicas de cada área do conhecimento. Aliás, até mesmo o fato de, nas provas do ENADE, os conteúdos pedagógicos terem sido elaborados a partir da portaria do curso de Pedagogia (e não como componentes das portarias referentes à prova de cada curso de licenciatura) mostra que, para o INEP, as práticas pedagógicas independem da área do conhecimento sob responsabilidade do docente.

Na mesma direção, Forato, Pietrocola e Martins (2011) haviam alertado para a importância do contexto pedagógico quando da abordagem histórica e filosófica da ciência. Para os autores, a crítica a concepções ingênuas da natureza do conhecimento científico, bem como a construção de uma história contextualizada do desenvolvimento da ciência, dependem de pressupostos epistemológicos assumidos pelos professores. A didatização do conhecimento faz com que ele se transforme (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011); assim, não há como ignorar que as crenças dos docentes em relação à aprendizagem e o quadro teórico por meio do qual eles extraem e selecionam estratégias didáticas são determinantes para as práticas pedagógicas e, portanto, para a discussão de conteúdos históricos e filosóficos no ensino de Ciências e Matemática. Nesses termos, Moura e Silva (2014) consideram que uma proposta para a formação docente que pressuponha a escolha e a inserção de episódios históricos no ensino de Ciências e Matemática deve levar em conta três aspectos: o científico (que diz respeito aos conteúdos científicos presentes nos episódios históricos), o metacientífico (relacionado aos aspectos epistemológicos, históricos, filosóficos e sociológicos dos episódios históricos escolhidos) e o pedagógico (associado aos saberes didáticos e pedagógicos necessários para a prática docente). Sugere-se, assim, que os episódios históricos sejam escolhidos em função da problematização que são capazes de ensinar, já que se pretende o afastamento de uma história da Ciência preocupada apenas com a cronologia dos fatos (MOURA; SILVA, 2014).

Nossa segunda hipótese aventou que o desempenho dos alunos nos itens envolvendo conteúdos históricos e filosóficos da ciência e da matemática estaria associado a variáveis demográficas, socioeconômicas, à categoria administrativa das IES (se públicas ou privadas) e aos mecanismos de acesso ao Ensino Superior (se

por meio de ações afirmativas ou não). Inicialmente, os testes estatísticos indicaram que a região de funcionamento da IES e a renda familiar eram especialmente determinantes do desempenho dos alunos da Licenciatura em Física da região Sul. Por meio da realização de sucessivos testes com diferentes associações entre as variáveis, chegamos à conclusão de que esses resultados poderiam ter como explicação não a região geográfica ou o curso específico, mas sim a *condição social* dos alunos daquela região e daquele curso. Esta possibilidade ancorou-se nas ideias de Bourdieu (2007) a respeito de serem os alunos dotados de um *background* familiar materializado sob a forma de capital cultural. O capital cultural seria um fator determinante no desempenho dos estudantes no ambiente escolar, o que explicaria a dificuldade de as instituições educacionais equalizarem o desempenho e a performance de seus alunos. Existiriam fatores, exógenos e anteriores à vida escolar, que explicavam o fato de alunos de uma condição social mais elevada terem, via de regra, um desempenho melhor.

As ideias de Bourdieu (2007) sobre a importância do capital cultural serviram para que, com a utilização da técnica de análise multivariada *Two Step Clusters*, identificássemos que a variável mais discriminante do desempenho estava associada à condição social. Esta variável, construída a partir dos dados de escolaridade do pai e da mãe e da renda familiar, mostrou ser determinante de um desempenho melhor em todos os cursos e em relação a todos os conteúdos de Formação Específica: quase como regra geral, o desempenho nos itens específicos melhorou de acordo com a classe social dos estudantes. Isto é, quanto mais elevada a condição social, maior o número de acertos. Em complemento: quanto mais elevada a condição social, menos estudantes negros e pardos; quanto mais elevada a condição social, menor o uso de políticas de ação afirmativa para acesso no Ensino Superior; nas regiões Sul e Sudeste, quanto mais elevada a condição social, maior concentração de alunos brancos. O desempenho excepcional dos alunos de Licenciatura em Física da região Sul estava explicado: por meio da nova variável de classificação socioeconômica, estavam identificados a condição social mais elevada dos alunos do curso de Licenciatura em Física (comparativamente à composição nos outros cursos em termos de categorias sociais) e um desempenho geral (em todos os componentes e em todos os cursos) dos alunos do Sul do Brasil em função da pujança econômica da região. Tais resultados nos levam a concluir sobre o caráter multifatorial do desempenho do aluno, em grande parte determinado por relações e interrelações entre as variáveis

selecionadas. A análise estatística revelou outros aspectos interessantes e que merecem destaque:

- a) quanto mais elevada a classe social, maior a proporção de alunos em instituições privadas e menor a proporção nas universidades públicas federais. Tal resultado parece comprovar a eficácia das ações afirmativas no sentido de democratizar o acesso ao Ensino Superior;
- b) o acesso ao Ensino Superior por meio de ações afirmativas não foi capaz, por si só, de discriminar o desempenho dos estudantes. Este resultado reforça a importância destas ações e invalida os argumentos de que as políticas que beneficiam alunos em função da etnia, da origem social e da origem escolar provocam queda de qualidade na formação discente;
- c) contrariamente ao que ocorreu em relação aos itens de Formação Específica, o desempenho no item de Formação Geral proposto para os alunos das quatro licenciaturas mostrou ser menos sensível à condição social do aluno. Em outras palavras: independentemente da classe social a qual pertenciam, os alunos mostraram performances muito semelhantes neste item. Este resultado pode servir de alento às IES: embora estejamos longe de conseguir maior equidade no desempenho dos alunos, sabemos-nos capazes de alcançar essa meta. Ao menos em termos da formação geral do aluno depois de quatro anos de Licenciatura, há menos diferença de desempenho em função da classe social e essa é, com certeza, uma vitória dos docentes e do ambiente escolar no esforço de diminuir o efeito perverso da manutenção, nas instituições de ensino, da desigualdade social existente *fora* do contexto escolar.

Uma premissa inicial da nossa pesquisa considerou que, embora os resultados das provas do ENADE dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física, Matemática e Química pouco pudessem acrescentar ao conhecimento sobre a *qualidade do ensino* oferecido pelas IES, os dados ofereceriam *qualidade de informação* a respeito dos conteúdos percebidos como importantes pelo INEP e, no nosso caso em especial, daqueles percebidos como relevantes na formação docente. Ainda, imaginávamos que teríamos qualidade de informação a respeito do perfil dos estudantes e do seu desempenho nas provas. Um fenômeno pôs em xeque esses pressupostos: o elevado número de casos omissos, tanto nas respostas ao Questionário do Estudante quanto nas respostas aos itens.

Por várias vezes, trabalhamos com 20% (ou mais) de casos omissos. É importante lembrar que, para o INEP, basta a presença do aluno no dia da avaliação, não havendo qualquer benefício ou punição em função do resultado na prova. Esse contexto pode ter favorecido a abstenção nas respostas e/ou a pouca motivação para pensar seriamente sobre os itens e procurar a alternativa correta. As provas do ENADE são longas (em geral, com cinco horas de duração) e os itens obrigam à leitura de textos extensos. Ainda, o formato dos itens (conhecido como Modelo ENADE), em várias ocasiões, exige que o aluno identifique como corretas e incorretas quatro ou mais afirmativas, o que dificulta a análise do erro por ele cometido. Em outras vezes, o item requer que duas assertivas sejam identificadas como corretas ou não e, ainda, solicita que seja apontada a existência de alguma relação de causalidade entre elas: novamente, é difícil interpretar a origem do erro quando a escolha do aluno recai sobre um distrator. Apesar dos casos omissos, entretanto, julgamos que os microdados do INEP foram capazes de revelar *informações de qualidade* a respeito dos conteúdos das provas e do desempenho dos alunos.

Nossa pesquisa também possibilitou termos à disposição elementos suficientes para questionarmos os cursos de formação docente em relação à inclusão de conteúdos históricos e filosóficos das ciências: se os cursos de Licenciatura apresentam dificuldades no diálogo entre conteúdos filosóficos, históricos, científicos e pedagógicos, de que forma podemos esperar que os docentes ali formados sejam capazes de ensinar Biologia, Física, Matemática e Química de forma contextualizada? Como os docentes conseguirão estabelecer conexões entre a história e a filosofia do conhecimento, e entre o saber específico de suas áreas de interesse e as práticas pedagógicas, se eles não tiveram essa experiência nem mesmo nos seus cursos de formação? Os resultados desta pesquisa servem de alerta: docentes despreparados para a inclusão de conteúdos de HFC no ensino de Ciências e Matemática poderão reproduzir, em sala de aula, os equívocos e os erros experimentados ao longo da sua formação docente inicial.

Há inúmeros trabalhos que podem ser realizados em continuidade a esta pesquisa. Como um deles, sugerimos que sejam analisados os dados de desempenho em função da percepção de dificuldade da prova, segundo o sexo do respondente. Segundo Judensnaider, Figueirôa e Santos (2019), a questão da performance diferenciada em função do sexo esteve associada, durante muito tempo, a supostas diferenças nas aptidões de homens e mulheres que explicariam desempenhos

melhores ou piores. Essa tradição de pesquisa foi deixada de lado, em especial por conta de estudos que identificaram a importância maior de fatores culturais na escolha da carreira e na formação da autoimagem em relação às competências para as áreas científicas. Assim, outra vertente de trabalho buscou entender os fatores explicativos das escolhas de alunos e alunas em relação à atividade científica, bem como buscou identificar variáveis capazes de explicar possíveis diferenças no desempenho em função do sexo. Souza e Brito (2008), em pesquisa junto a alunos e alunas do Ensino Fundamental, apontaram para uma forte correlação entre autoconceito, autoeficácia e desempenho: quanto mais favoráveis o autoconceito e a autoeficácia matemática, melhor o desempenho de alunos e alunas na prova da Matemática. No final dos anos 1970, uma pesquisa realizada nos Estados Unidos com 1.200 alunos de Ensino Médio revelou ser possível identificar diferenças nos resultados de desempenho de estudantes por sexo apenas naquelas escolas em que os alunos acreditavam na existência dessa diferença (JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA; SANTOS, 2019). Outras pesquisas revelaram que a maior incidência de homens nos cursos das áreas científicas poderia ser explicada em função de diferentes padrões de estímulo das famílias, mais inclinadas a apoiar os filhos homens caso eles escolhessem essas carreiras, da autoimagem de estudantes femininas em relação às próprias capacidades de obter sucesso nessas carreiras e da falta de exemplos que servissem de modelo para meninas interessadas em seguir a carreira científica. Outras investigações apontaram que eventuais diferenças no desempenho por gênero eram, de fato, explicadas por variáveis de ordem socioeconômica e/ou diferentes atitudes e percepções de homens e mulheres em relação à carreira científica (JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA; SANTOS, 2019). Arruda (2002), ao analisar os dados referentes ao SAEB 99, concluiu que possíveis diferenças no desempenho por sexo dos estudantes poderiam ser explicadas pelas atitudes dos próprios professores que, em função do que considerariam relevante em termos de papéis sociais a serem desempenhados por seus estudantes, moldariam suas práticas escolares, provavelmente beneficiando os alunos do sexo masculino na aprendizagem de ciências e matemática. Ainda, a autora identificou que quanto maior o nível socioeconômico, menores as diferenças de desempenho por sexo. Na mesma direção, Marcom e Kleinke (2017) analisaram os dados referentes ao ENEM de 2014 e perceberam que, embora houvesse uma diferença no desempenho favorecendo os alunos do sexo masculino, o fator econômico também impactava a diferença de desempenho entre grupos de sexo

distintos. Assim, de acordo com os autores, a aproximação no desempenho dos candidatos diminuía à medida que a condição socioeconômica aumentava, ou seja, as características socioeconômicas interferiam na diferença de desempenho associada ao sexo. Estes trabalhos anteriores recomendam aproveitarmos a oportunidade para investigar possíveis diferenças significantes em termos das relações entre autoimagem, a percepção da autoeficácia, sexo e desempenho. Vale lembrar: os dados disponibilizados pelo INEP (as respostas dos alunos em relação ao grau de facilidade/dificuldade encontrado na prova, várias informações sobre os fatores que influenciaram a decisão dos alunos no que respeita à carreira docente, e dados relevantes sobre hábitos de leitura e estudo) permitem que reflitamos a respeito das relações entre percepção da autoeficácia, autoimagem, sexo e desempenho do aluno. É possível, também, que essa investigação jogue luz à questão do pouco uso de ações afirmativas por parte dos alunos no acesso ao Ensino Superior, fenômeno curioso em se tratando do comportamento de uma amostra formada, predominantemente, por alunos provenientes do Ensino Médio em escolas públicas.

Outra possibilidade em termos de desenvolvimento futuro diz respeito à inclusão de itens associados a HFC ao longo do tempo. Afinal, nosso trabalho limitou-se às provas de 2007, não incluindo as de 2014, 2011, 2008 e 2005, tampouco a realizada em 2021, com um ano de atraso em função da pandemia. Cabe a pergunta: houve aumento ou diminuição na presença de itens relacionados à HFC? Essas diferenças, caso existam, têm alguma relação com o processo de elaboração dos itens?

Outros desenvolvimentos futuros poderão envolver a compreensão dos erros cometidos na resolução dos itens: há relação entre a escolha de um ou outro distrator e a condição social do aluno? Impõe-se a pergunta: se a condição social é capaz de discriminar o desempenho, pode ela implicar o tipo de erro cometido pelos estudantes? A resposta a essa indagação tem condições de contribuir, e muito, para que os docentes compreendam as origens de concepções equivocadas sobre a história da ciência e sobre a natureza do conhecimento científico.

Finalmente, acreditamos que vale a pena aprofundar e investigar as diferenças socioeconômicas observadas entre os alunos em função do curso: qual pode ser uma explicação para o fato de os alunos de Biologia e Física serem de classes sociais mais elevadas, comparativamente aos alunos de Matemática e Química?

Acreditamos que a nossa pesquisa sinaliza inúmeras oportunidades para implantar melhorias nos procedimentos de avaliação do ENADE. Em primeiro lugar, há indicações de que a prova é eficaz, em especial, para medir o desempenho dos alunos de classe social mais elevada; em outras palavras, os alunos de classes sociais menos abastadas parecem claramente prejudicados pelo conteúdo da prova. A pergunta que emerge dessa constatação é pertinente: como realizar uma avaliação que seja menos sensível a eventuais diferenças de condição socioeconômica e *background* familiar? Em segundo, a pesquisa enseja que sejam respondidas questões cruciais a respeito do ENADE: quais são, afinal, os objetivos da avaliação do INEP? O INEP pretende medir o quê e em quais condições? As respostas a estas questões podem levar à reformulação não apenas do Questionário do Estudante ou do formato dos itens da prova, mas também dos próprios mecanismos do processo de avaliação do Ensino Superior.

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Universidades públicas respondem por mais de 95% da produção científica do Brasil**, 2019. Disponível em: <https://www.abc.org.br/2019/04/15/universidades-publicas-respondem-por-mais-de-95-da-producao-cientifica-do-brasil/>; acesso em: 01 fev. 2022.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; GARCÍA-CARMONA, Antonio. 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, 2015. Disponível em: <http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/view/823>. Acesso em: 04 out 2020.
- ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta; BAESSA, Adriano Ricardo; KIRDEIKAS, João Carlos; SILVA, Leandro Alves; RUIZ, Ricardo Machado. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, p. 615-642, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rec/a/8H8RgNjnP7TbJNHP8ycjcn/abstract/?lang=pt&format=html>; acesso em: 04 jan. 2021.
- ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. Centenário Simão Mathias: Documentos, Métodos e Identidade da História da Ciência. **Circumscribere: International Journal for the History of Science**, São Paulo, v. 4, p. 5-9, 2008. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/circumhc/article/view/679>. Acesso em: 16 jul. 2018.
- ALLCHIN, Douglas. Teaching the nature of science. Perspectives and resources. St. Paul, MN: **SHiPS Education Press**, 2013. Disponível em: <https://documents.com/download/s-teaching-the-nature-of-science.pdf>. Acesso em: 04 jul 2018.
- ALLCHIN, Douglas. From science studies to scientific literacy: A view from the classroom. **Science & Education**, [s.l.], v. 23, n. 9, p. 1911-1932, 2014. Disponível em: <http://douglasallchin.net/papers/Allchin-Scienc/e%20Studies%20to%20Scientific%20Literacy.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2018.
- ALMEIDA, Diogo; SANTOS, Marco Aurélio Reis dos; COSTA, Antonio Fernando Branco. Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos/SP, v. 15, p. 1-12, 2010.
- ALVARES, Reinaldo Viana; CAMPOS, Nathielly de Souza; GOMES, Vinicius Benter. Adoção de Data Discovery para apoio ao processo de análise de dados do Enade. In: **Memorias del XX Congreso Internacional de Informática Educativa. Nuevas Ideas en Informática Educativa**. 2015. p. 480-485. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/480-485.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- ANDRADE, Josemberg Moura de; LAROS, Jacob Arie; GOUVEIA, Valdiney Veloso. O uso da teoria de resposta ao item em avaliações educacionais: diretrizes para pesquisadores. **Avaliação Psicológica**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 3, p. 421-435, 2010.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3350/335027284009.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ARRUDA, Luciana. Desvendando desigualdades de oportunidades em ciências e em matemática relacionadas ao gênero do aluno-uma aplicação de modelagem multinível ao Saeb 99. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 3, 2002. Disponível em: <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4136/>; acesso em: 3 jan. 2021.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132001000100001&script=sci_arttext. Acesso em: 25 set 2020.

BARRA, Eduardo Salles de Oliveira. Modelos da mudança científica: subsídios para as analogias entre história da ciência e ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 118-127, 1993. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7277>. Acesso em: 03 set. 2020.

BARREYRO, Gladys Beatriz. De exames, rankings e mídia. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 863-868, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aval/v13n3/17.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

BASTOS, Antonio Virgílio Bittencourt; GONDIM, Sônia Maria Guedes; SOUZA, Janice Aparecida Janissek de; SOUZA, Marilene Proença Rebello de. 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, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3350/335027287006.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

BAUER, Adriana; ALAVARSE, Ocimar Munhoz; OLIVEIRA, Romualdo Portela de. Avaliações em larga escala: uma sistematização do debate. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 41, n. SPE, p. 1367-1384, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v41nspe/1517-9702-ep-41-spe-1367.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

BAZÁN, Jorge Luis. Psicometria e avaliação por testes: um marco metodológico. In: ROTHEN, José Carlos; SANTANA, Andréia da Cunha Malheiros (orgs.). **Avaliação da educação: referências para uma primeira conversa**. São Carlos: EduUFSCar, 2018.

BELTRÃO, Kaizô Iwakami; MANDARINO, Mônica Cerbella Freire. 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, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362014000300007&script=sci_arttext. Acesso em: 31 jul. 2020.

BERTOLIN, Júlio C. G.; MARCON, Telmo. 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, Sorocaba, v. 20, n. 1, p. 105-122, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2191/219138341007.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020.

BEZERRA, Marcio Eduardo Garcia; TASSIGNY, Mônica M. A relação entre a política de financiamento estudantil e o desempenho dos estudantes de administração no Enade. **Archivos Analíticos de Políticas Educativas** - Education Policy Analysis Archives, Arizona, v. 26, n. 1, p. 5, 2018. Disponível em: <https://epaa.asu.edu/ojs/article/view/3472>. Acesso em: 19 jul. 2020.

BISPO FILHO, Djalma de Oliveira; MACIEL, Maria Delourdes; SEPINI, Ricardo Pereira; ALONSO, Ángel Vázquez. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 12, n. s2, 2013. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_12_2_5_ex649.pdf. Acesso em: 22 set. 2020.

BITTENCOURT, Hélio Radke; VIALI, Lorí. CASARTELLI, Alam de Oliveira; RRODRIGUES, Alziro Cesar de M. Uma análise da relação entre os conceitos Enade e IDD. **Estudos em avaliação educacional**. São Paulo, v. 19, n. 40, p. 247-262, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/180001/000719637.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 jul. 2020.

BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BOURDIEU, Pierre. **Para uma sociologia da ciência**. Lisboa: Edições 70, 2004.

BOURDIEU, Pierre. **Escritos da Educação**. 9a. edição. Petrópolis: Vozes, 2007 (Coleção Ciências sociais da Educação).

BRANDEMBERG, João Cláudio. Sobre o uso da história da matemática no ensino de equações algébricas. **Revista Cocar**, Belém, n. 3, p. 167-186, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/1168>. Acesso em: 28 set. 2020.

BRASIL. **Definidos os procedimentos para divulgação dos indicadores**. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, s/d. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/32911>. Acesso em 11 out. 2021

BRASIL. **Matriz de Referência da Prova Nacional de Concurso para o Ingresso na Carreira Docente Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental**: proposta inicial para análise e discussão. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Diretoria de Estudos Educacionais, Brasília, DF, 2011. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7626-matriz-discussao-entidades-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. **Portaria INEP no. 510 de 6 de junho de 2017**. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19103228/do1-2017-06-08-portaria-n-510-de-6-de-junho-de-2017-19103159. Acesso em: 05 out 2020.

BRASIL. **Formação Superior para a Docência na Educação Básica**. Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pet/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12861-formacao-superior-para-a-docencia-na-educacao-basica>. Acesso em: 03 jul. 2019.

BRASIL. Parecer CNE/CES n. 1.301, de 6 de novembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas**. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Parecer CNE/CES n. 1.302/2001, de 6 de novembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura**. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2001b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES13022.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Parecer CNE/CES n. 1.303/2001, de 6 de novembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2001c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Parecer CNE/CES n. 1.304/2001, de 6 de novembro de 2001. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física**. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Parecer CNE/CP n. 009/2001, de 8 de maio de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2001e. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2019.

BRASIL. Parecer CNE/CP n. 2/2015, de 9 de junho de 2015. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. Conselho Nacional de Educação, Ministério da Educação, Poder Executivo, Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17625-parecer-cne-cp-2-2015-aprovado-9-junho-2015&category_slug=junho-2015-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 03 jul. 2019.

BRASIL. **Relatório Síntese de Área:** Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura). Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/relatorio_sintese/2017/Ciencias_Biologicas.pdf. Acesso em: 05 out 2020.

BRASIL. **Relatório Síntese de Área:** Física (Bacharelado e Licenciatura). Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/relatorio_sintese/2017/Fisica.pdf. Acesso em: 05 out 2020.

BRASIL. **Relatório Síntese de Área:** Matemática (Bacharelado e Licenciatura). Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/relatorio_sintese/2017/Matematica.pdf. Acesso em: 05 out 2020.

BRASIL. **Relatório Síntese de Área:** Química (Bacharelado e Licenciatura). Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/relatorio_sintese/2017/Quimica.pdf. Acesso em: 05 out 2020.

BRITO, Armando A. Flogisto, Calórico & Éter. **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, Lisboa, v. 20, n. 3-4, p. 51-63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/ctm/v20n3-4/v20n3-4a08.pdf>. Acesso em: 01 out 2020.

BRITO, Bruna Ricci (2017). “Gênero, renda e origem escolar: Variáveis que influenciam no desempenho de itens de Biologia no Exame Nacional do Ensino Médio”. **Enseñanza de las Ciencias**. n. Extraordinario. 4151-4156. Disponível em: <https://1library.org/document/yeom0eeq-genero-escolar-variaveis-influenciam-desempenho-biologia-nacional-ensino.html>; acesso em: 11 nov. 2021

BRITO, Márcia Regina F. de. Habilidades, competências e desempenho de futuros professores de Matemática em um exame em larga escala: um estudo a partir do perfil e dos resultados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE). **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, n. 26, 2008. Disponível em: <http://www.gpec.ucdb.br/serieestudos/index.php/serieestudos/article/view/200>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BRITO, Márcia Regina F. de. O SINAES e o ENADE: da concepção à implantação. **Avaliação Revista da Avaliação da Educação Superior**, Sorocaba, v. 13, n. 3, 2008. Disponível em: <http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/avaliacao/article/view/287>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BURKE, Peter. **O que é a história do conhecimento?** Tradução de Cláudia Freire. São Paulo: Editora UNESP, 2016.

CACHAPUZ, Antonio Francisco; PRAIA, João Félix; JORGE, Manuela. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05>. Acesso em: 09 mar. 2018.

CAMARGO, Raphael Vinícius Weigert; CAMARGO, Rita de Cássia Correa Pepinelli; ANDRADE, Dalton Francisco de; BORNIA, Antonio Cezar. Desempenho dos alunos de ciências contábeis na prova ENADE/2012: uma aplicação da Teoria da Resposta ao Item. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC)**, Brasília, v. 10, n. 3, 2016. Disponível em: <http://www.repec.org.br/repec/article/view/1401>. Acesso em: 25 maio 2020.

CAMPOS, Daniela Furtado; PICANÇO, Jefferson de Lima. História da Ciência no Instituto Federal de Goiás. In FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. **História e filosofia das ciências da natureza e da matemática: ensino, pesquisa e formação de professores**. São Paulo: Edições Hipótese, 2019. p. 105 - 125. Disponível em: <https://hipotesebooks.wixsite.com/cazulo/catalogo>. Acesso em: 10 fev. 2021

CANAN, Silvia Regina; ELOY, Vanessa Taís. Políticas de avaliação em larga escala: o ENADE interfere na gestão dos cursos? **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 621-640, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5858341>. Acesso em: 07 jul. 2020.

CANGUILHEM, Georges. El objeto de la historia de la ciencia. **EMPIRIA Revista de Metodología de las Ciencias Sociales**, Madrid, núm. 18, julio-diciembre, 2009, pp. 199-210, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2971/297124029008.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2021.

CERQUEIRA, Cezar Augusto; CARVALHO, Maria Helena da Costa; BIZERRA, Maria da Conceição. Uma experiência avaliativa a partir dos microdados do ENADE. In: PALILOT, Monica Dias; TRAVASSOS, Carolina Rangel (orgs.). **Avaliação do Ensino Superior: reflexões e práticas**. João Pessoa: Editora UFPB, 2020.

CHIBENI, Silvio Seno. **O que é ciência?** Campinas: Unicamp, 2004. Disponível em: <http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2018.

CLEFF, Thomas. **Applied Statistics and Multivariate Data Analysis for Business and Economics: a modern approach using SPSS, STATA and Excel**. Springer, 2019.

COMVEST (Comissão Permanente para os vestibulares). **Relatório das Provas da 2ª. Fase - Vestibular 2017**. Disponível em: <http://www.comvest.unicamp.br/wp-content/uploads/2017/02/fase2-2.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

CORDER, Gregory W.; FOREMAN, Dale I. **Nonparametric Statistics: a step-by-step approach**. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 2014

COSTA, João Paulo de Castro; MARTINS, Maria Inês. O ENADE para a licenciatura em física: Uma proposta de Matriz de Referência. **Revista Brasileira de Ensino de**

Física, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 3401, 2014. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/363401.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

CRONBACH, Lee J. **Essentials of psychological testing**. New York: Harper & Brothers Publishers, 1949.

DAHMEN, Sílvio R. Einstein e a Filosofia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 3-7, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-47442006000100002&script=sci_arttext. Acesso em: 29 jan. 2021.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz Orlando Quadro. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2583.pdf>. Acesso em: 30 set 2020.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. São Paulo: Atlas, 1985.

DIAS SOBRINHO, José. Avaliação e transformações da educação superior brasileira (1995-2009): do provão ao SINAES. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 195-224, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aval/v15n1/v15n1a11.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. A situação atual dos cursos de licenciatura no Brasil frente à hegemonia da educação mercantil e empresarial. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 9, n. 3, p. 273-280, 2015. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/1355>>; acesso em: 10 jan. 2022.

DOMÍNGUEZ, Rolando V. Jiménez; ASENJO, Onofre Rojo. Ciencia, tecnología y bioética: una relación de implicaciones mutuas. **Acta bioethica**, Santiago, v. 14, n. 2, p. 135-141, 2008. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S1726-569X2008000200002&script=sci_arttext&tlng=p. Acesso em: 24 set. 2020.

DRIVER, Rosalind; ASOKO, Hilary; LEACH, John; MORTIMER, Eduardo; SCOTT, Phillip. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, [s.l.], v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999.

DUARTE, Maria da Conceição. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/520>. Acesso em: 08 out 2020.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. p. 3 - 21, In: SILVA, Cibelle Celestino (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

ELLIS, Paul D. **The Essential Guide to Effect Sizes: Statistical Power, Meta-Analysis and the Interpretation of Research Results**. Cambridge University Press: New York, 2010.

FELDMANN, Taise; SOUZA, Osmar de. A governamentalidade e o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes-ENADE. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 1017-1032, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aval/v21n3/1982-5765-aval-21-03-01017.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

FENDLER, Lynn; MUZAFFAR, Irfan. The history of the bell curve: Sorting and the idea of normal. **Educational Theory**, [s.l.], v. 58, n. 1, p. 63-82, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1741-5446.2007.0276.x>. Acesso em: 05 abr. 2020.

FERNANDES, Claudia de Oliveira; NAZARETH, Henrique Dias Gomes. A retórica por uma educação de qualidade e a avaliação de larga escala. **Impulso**, Piracicaba, v. 21, n. 51, p. 63-71, 2011. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/impulso/article/view/526>. Acesso em: 16 mar. 2020.

FERNANDES, Reynaldo; GREMAUD, Amaury Patrick. Qualidade da educação: avaliação, indicadores e metas. In: VELOSO, Fernando, et. al (Orgs.). **Educação básica no Brasil: construindo o país do futuro**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. p. 213-238. Disponível em: https://www.cps.fgv.br/ibrecps/rede/seminario/reynaldo_paper.pdf. Acesso em: 16 mar. 2020.

FIELD, Andy. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. Tradução de Lori Viali. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. História e Filosofia das Geociências: relevância para o ensino e formação profissional. **Terrae Didactica**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 63-71, 2009. Disponível em: <http://papegeo.igc.usp.br/index.php/TED/article/view/8367/>. Acesso em: 03 maio 2018.

FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. Innovation and critical thinking: contributions of the history and philosophy of geological sciences to teaching, especially undergraduate teaching. **Geological Society**, London, Special Publications, v. 442, n. 1, p. 181-188, 2017. Disponível em: <https://sp.lyellcollection.org/content/442/1/181.short>. Acesso em: 08 fev. 2021.

FLETCHER, Philip Ralph. Da Teoria Clássica dos Testes para os Modelos de Resposta ao Item. **Texto para Discussão nº. 25**. Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49324.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

FONSECA, Carlos Ventura; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. O perfil de cursos de licenciatura e estudantes de química do Brasil: contribuições do ENADE/2011. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências X ENPEC**, Águas de Lindoia, SP, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0352-1.PDF>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; BAGDONAS, Alexandre; TESTONI, Leonardo. Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores.

Enseñanza de las ciencias, Vigo, n. Extra, p. 3511-3516, 2017. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/183875>. Acesso em: 16 jul. 2018.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3683153>. Acesso em: 01 mar. 2021.

FREITAS, Sheizi Calheira de; BARBOSA, Ismael; VIEIRA, Juliana Abadia Galvão; MIRANDA, Gilberto José. Percepção acerca da qualidade e utilidade do relatório de avaliação do ENADE: um estudo na área de negócios. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, Florianópolis, v. 12, n. 27, p. 117-136, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2015v12n27p117/31406>. Acesso em: 28 jul. 2020.

FREITAS, André Luís Policani; RODRIGUES, Sidilene Gonçalves. A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. In: **XII SIMPEP Bauru** - São Paulo. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236036099_A_avaliacao_da_confiabilidade_de_questionarios_uma_analise_utilizando_o_coeficiente_alfa_de_Cronbach. Acesso em: 07 nov. 2020.

GANDOLFI, Haira Emanuela; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. A História da Ciência e o Ensino Interdisciplinar: uma revisão de propostas e contribuições. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0519-1.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

GARCÍA, Marta Fernandes; SILVA, Dirceu da. Escala de avaliação da qualidade de cursos de licenciatura a distância. **ETD: Educação Temática Digital**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 969-989, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7660030>. Acesso em: 08 fev. 2021.

GEBARA, Maria J. F. *et al.* Ciências da natureza e interdisciplinaridade: a percepção dos estudantes sobre questões de avaliações de larga escala. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, [s.i.], p. 1539-1545, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307307>. Acesso em: 02 fev. 2021.

GEWANDSZNAJDER, Fernando, ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. **O método nas Ciências Naturais e Sociais**. São Paulo: Pioneira, 1988.

GIL PÉREZ, Daniel; FERNÁNDEZ MONTORO, Isabel; CARRASCOSA ALÍS, Jaime; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

HAIR, Joseph F.; BLACK, William C.; BABIN, Barry J.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAUM, Ronald L. **Análise multivariada de dados**. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna. 6a ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. 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, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-010-9285-4>. Acesso em: 04 fev. 2019.

INEP. **Guia de elaboração e revisão de itens**. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília, DF, 2010. Disponível em: https://darnassus.if.ufrj.br/~marta/enem/docs_enem/guia_elaboracao_revisao_itens_2012.pdf; acesso em: 05 out 2020.

JOHNS, Rob. Likert items and scales. **Survey question bank**: Methods fact sheet, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 11-28, 2010.

JOSHI, Ankur; KALE, Saket; CHANDEL, Satish; PAL, D. K. Likert scale: Explored and explained. **British Journal of Applied Science & Technology**, [s.l.], v. 7, n. 4, p. 396, 2015.

JUDENSNAIDER, Ivy; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça; SANTOS, Fernando Santiago dos. Contato: a mulher cientista no cinema. **Prometeica** Revista de Filosofia y Ciencias, São Paulo, no. 19, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335999626_Contato; acesso em: 10 nov. 2021.

JUDENSNAIDER, Ivy.; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça; VILLAR, Renato Pacheco. Como as Teorias da Aprendizagem aparecem nas provas do ENADE?: Uma investigação para as Licenciaturas em Ciências e Matemática em 2017. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 2, p. e021016, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/529>. Acesso em: 11 out. 2021.

JUDENSNAIDER, Ivy; SANTOS, Fernando Santiago dos. A inclusão de elementos filosóficos e históricos no ensino de ciências: entre NOS (nature of science) e FOS (features of science). In: FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. **História e filosofia das ciências da natureza e da matemática**: ensino, pesquisa e formação de professores. São Paulo: Edições Hipótese, 2019. p. 40 - 57. Disponível em: <https://hipotesebooks.wixsite.com/cazulo/catalogo>. Acesso em: 06 maio 2020.

KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132011000100003&script=sci_arttext. Acesso em: 28 ago. 2020.

KHISHFE, Rola; LEDERMAN, Norman. Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. **Journal of Research in Science Teaching**: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, [s.l.], v. 43, n. 4, 2006. p. 395-418. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/tea.20137>. Acesso em: 15 jul. 2018.

KLEINKE, Maurício Urban. Validade em testes e questionários (versão preliminar). In: SNEF SIMPÓSIO NACIONAL DE FÍSICA, 22. 2017, São Carlos, São Paulo, **Anais [...]**. São Carlos: online, 2017, [s.i.]. Disponível em: https://sites.ifi.unicamp.br/kleinke/files/2016/12/CO32_VALIDADE_EM_TESTES_E_QUESTIONARIOS.pdf. Acesso em: 02 set. 2020.

KLEINKE, Maurício Urban. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do Enem 2012. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, 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: 08 fev. 2021.

KNÜPFER, Raíra Elberhardt Nogueira; AMARAL, Aruana; HENNING, Elisa. Análise Clássica de Testes: Uma proposta de análise de desempenho dos estudantes na primeira fase da OBMEP. **Colóquio Luso-Brasileiro de Educação-COLBEDUCA**, v. 1, p. 272-284, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/8428>; acesso em 30 jan. 2021.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.

LAKATOS, Imre. History of science and its rational reconstructions. **PSA 1970**. Springer, Dordrecht, p. 91-136, 1971.

LAMEIRÃO, Adriana Paz. O Controle metodológico como meio para assegurar a credibilidade de uma pesquisa de *survey*. **Pensamento Plural**, Pelotas, n. 14, p. 41-63, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/pensamentoplural/article/view/3881>. Acesso em: 01 set. 2020.

LEDERMAN, Norman G. Nature of science: Past, present, and future. **Handbook of research on science education**. Routledge, p. 845-894, 2013.

LENOIR, Noëlle. Promover o Ensino da Bioética no Mundo. **Bioética**, Distrito Federal, v. 4, n. 1, p. 65-70, 1996. Disponível em: https://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/397. Acesso em: 24 set. 2020.

LIBÂNEO, José Carlos. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 27, 2004. p. 5 - 24. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782004000300002>.

LIMA, Priscila da Silva Neves; AMBRÓSIO, Ana Paula Laboissière; FERREIRA, Deller James; BRANCHER, Jacques Duílio. Análise de dados do Enade e Enem: uma revisão sistemática da literatura. **Avaliação**: Revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas, v. 24, n. 1, p. 89-107, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772019000100089&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 29 jul. 2020.

LIMA, Thailine Aparecida de. **História das ciências no ensino de botânica**: abordagens culturais na formação inicial de professores de ciências e biologia. Orientadora: Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa. 2020. 192 p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/356943>. Acesso em: 01 mar. 2021.

LOPES, Cesar V. M.; MARTINS, Roberto de Andrade. J. J. Thomson e o uso de analogias para explicar os modelos atômicos: o “pudim de passas” nos livros texto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Atas [...]** Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viipec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1682.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

LÔRDELO, José Albertino Carvalho; PONTES, Márcia. Poder, representação, participação, conhecimento e decisão: a CPA da UFBA. In: LÔRDELO, José Albertino Camargo; DAZZANI, Maria Virgínia (org.). **Avaliação educacional**: desatando e reatando nós. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 85-101. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/wd/pdf/lordelo-9788523209315.pdf#page=86>. Acesso em: 13 jul. 2020.

MALHOTRA, Naresh K. **Marketing Research**: an applied orientation. Estados Unidos: Prentice Hall, 2010.

MARANDINO, Martha. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Artigos/marandino2.pdf. Acesso em: 05 set. 2020.

MARCOM, Guilherme Stecca. **O ENEM, indicadores formativos e ensino de física**. Orientador: Maurício Urban Kleinke, 2019. 130 p. Tese de Doutorado - Instituto de Física Gleb Wataghin, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/334809>. Acesso em: 02 fev. 2021

MARCOM, Guilherme Stecca; KLEINKE, Maurício Urban. Análises dos distratores das questões de Física em Exames de Larga Escala. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 72-91, 2016. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5435223>>; acesso em: 23 maio 2021.

MARCOM, Guilherme Stecca; KLEINKE, Maurício Urban. 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, 2017. Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/ojs/index.php/PS/article/view/1174>. Acesso em: 02 fev. 2021.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/artigos/historia_filosofia_ciencia.pdf. Acesso em: 16 fev. 2019.

MARTINS, Camila; OLIVEIRA, Haydée Torres de. Biodiversidade no contexto escolar: concepções e práticas em uma perspectiva de educação ambiental crítica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental RevBEA**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 127-145, 2015. Disponível em: <http://revbea.emnuvens.com.br/revbea/article/view/4358>. Acesso em: 25 set. 2020.

MARTINS, Roberto de Andrade. O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa**, Maringá, n. 9, p. 5 - 20, 1999. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/MAR-130>. Acesso em: 29 jul. 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC; Livraria Editora da Física; Fapesp, 2004. p. 115-145.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 21-34. Disponível em: https://pibidufprbio.files.wordpress.com/2013/11/04-martins-2006_introduc3a7c3a3o-a-histc3b3ria-das-cic3aancias-e-seus-usos-na-educac3a7c3a3o.pdf. Acesso em: 22 fev. 2018.

MARTINS, Roberto de Andrade. Alessandro Volta e a invenção da pilha: dificuldades no estabelecimento da identidade entre o galvanismo e a eletricidade. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 21, p. 823-835, 1999. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3079>. Acesso em: 06 set. 2020.

MATA, Andreia Silva. **Análise das habilidades e competências das provas do ENADE (2005 e 2008) dos cursos de engenharia civil**. Orientadoras: Marcia Regina Ferreira de Brito e Márcia Regina Ferreira de Brito Dias, 2016. 334 p. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321134>. Acesso em: 31 ago. 2018.

MATOS, Daniel Abud Seabra; RODRIGUES, Erica Castilho. **Análise Fatorial**. Brasília: ENAP, 2019.

MATTHEWS, Michael R. A role for history and philosophy in science teaching. **Interchange**, [s.i.], v. 20, n. 2, p. 3-15, 1989. Disponível em: [https://isidore.co/misc/Physics%20papers%20and%20books/Pedagogy/A%20role%20for%20HPS%20in%20science%20teaching%20\(Matthews\).pdf](https://isidore.co/misc/Physics%20papers%20and%20books/Pedagogy/A%20role%20for%20HPS%20in%20science%20teaching%20(Matthews).pdf). Acesso em: 03 jul. 2018.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165906>. Acesso em: 03 maio 2018.

MATTHEWS, Michael 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**. Springer, Dordrecht, 2012, p. 3-26. Disponível em: <http://www.bu.edu/hps-scied/files/2012/10/Matthews-HPS-Changing-the-Focus-From-Nature-of-Science-to-Features-of-Science.pdf>. Acesso em: 03 maio 2018.

MENESES, Júlio (org.) *et al.* **Psicometria**. Barcelona: Editorial UOC, 2013.

MONFREDINI, Ivanise. O deserto da formação inicial nas licenciaturas. Ou, a formação determinada pela rentabilidade. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, n. 1, 2012.

MOREIRA JUNIOR, Fernando de Jesus. Aplicações da teoria da resposta ao item (TRI) no Brasil. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 137-70, 2010. Disponível em: http://www.sigmees.com.br/files/ARTIGO_Fernando_TRI.pdf. Acesso em: 09 maio 2020.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MORO ABADIA, Oscar. Presentación El objeto de la historia de la ciência. **EMPIRIA Revista de Metodología de las Ciencias Sociales**, Espanha, n. 18, jul/dez, 2009, p. 195-210, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2971/297124029008.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2021.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/645>. Acesso em: 02 out 2020.

MOTOYAMA, Shozo; DANTES, Maria Amelia M.; FLORSHEIM, Geraldo H. M. História da Ciência e o seu ensino na Universidade de São Paulo. **Quipu**, México, v. 1, n. 2, p. 245 - 251, 1984.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Breno_Arsioli_Moura/publication/275583864_O_que_e_natureza_da_ciencia_e_qual_sua_relacao_com_a_historia_e_filosofia_da_ciencia/links/5540021a0cf2736761c25dc2/O-que-e-natureza-da-ciencia-e-qual-sua-relacao-com-a-historia-e-filosofia-da-ciencia.pdf. Acesso em: 05 out 2020.

MOURA, Breno Arsioli; SILVA, Cibelle Celestino. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 336-348, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Breno_Arsioli_Moura/publication/275583854_Abordagem_Multicontextual_da_Historia_da_Ciencia_uma_proposta_para_o_ensino_de Conteudos_historicos_na_formacao_de_professores/links/553fffb10cf29680de9dc2a8/Abordagem-Multicontextual-da-Historia-da-Ciencia-uma-proposta-para-o-ensino-de-conteudos-historicos-na-formacao-de-professores.pdf. Acesso em: 04 nov. 2020.

NAKAMURA, Tayná Mioni; VILLAR, Renato Pacheco.; KLEINKE, Maurício Urban. Identificando concepções alternativas e dificuldades dos alunos sobre circuitos elétricos em avaliações. XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XVII EPEF), Florianópolis (Online), SC. **Anais...**, 2020. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/xviii/sys/resumos/T0206-1.pdf>>; acesso em: 23 maio 2021. A prova do ENADE, realizada trienalmente

NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylío Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista histedbr on-line**, Campinas, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728>. Acesso em: 24 fev. 2019.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro. **O acesso ao ensino superior público brasileiro**: um estudo quantitativo a partir dos microdados do Exame Nacional do Ensino Médio. Orientadores: Dr. Cláudio José de Holanda Cavalcanti e Dr. Fernanda Ostermann. 2019. 292p. Tese de Doutorado em Ensino de Física) – Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188431/001085496.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 nov.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro; CAVALCANTI, Cláudio; OSTERMANN, Fernanda. Análise de correspondência aplicada à pesquisa em ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, Barcelona, p. 1319-1324, 2017. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/184468>. Acesso em: 15 dez. 2020.

OLIVEIRA, Caio F.; MARCOM, Guilherme S.; GEBARA, Maria J. F.; KLEINKE, Maurício Urban. Contextualização e Desempenho em exames de Ciências da Natureza: O “Novo ENEM”. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. São Paulo: Abrapec, 2013, [s.i.]. Disponível em:

<https://sites.ifi.unicamp.br/kleinke/files/2014/01/Contextualizacao-e-desempenho-no-novo-Enem.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2021.

PASQUALI, Luiz. **Psicometria**: teoria dos testes na Psicologia e na Educação. Petrópolis: Ed. Vozes, 5ª. edição, 2013.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. **Evolução dos conceitos da Física**: do átomo grego ao átomo de Bohr. Departamento Física UFSC: Florianópolis, , 2008.

Disponível em:

https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Textos_Peduzzi/Atomo_grego_Bohr.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

PEDUZZI, Luiz Orlando Quadro; RAÍCIK, Anabel Cardoso. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020. Disponível em: <https://if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1606>. Acesso em: 30 set 2020.

PEIXOTO, Denis Eduardo; KLEINKE, Maurício Urban. Expectativas de Estudantes sobre a Astronomia no Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos/São Paulo, n. 22, p. 21-34, 2016. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/245>. Acesso em: 08 fev. 2021.

PEREIRA, Roseli da Rosa; SOUZA, Eliane Almeida de. As políticas de ações afirmativas e seus desdobramentos no ensino superior no século XXI. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 73374-73383, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/17486>>; acesso em: 13 jan. 2022.

PESTRE, Dominique. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. **Cadernos IG/Unicamp**, v. 6, p. 3-56, 1996.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras**. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2014.

PNUD. **Desenvolvimento humano nas macrorregiões brasileiras: 2016**. Brasília: PNUD: IPEA: FJP, 2016.

PNUD. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM Metodologia**. Brasília: PNUD: IPEA: FJP, 2021.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e história da biologia**, [s.i.], v. 4, n. 1, p. 1-16, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0.html>. Acesso em: 02 fev. 2021.

PRIMI, Ricardo; CARVALHO, Lucas Francisco; MIGUEL, Fabiano Koich; SILVA, Marjorie Cristina Rocha da. 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, dez 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.br/pdf/pusf/v15n3/v15n3a11.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.

PRIMI, Ricardo; HUTZ, Cláudio S.; SILVA, Marjorie Cristina Rocha da. A prova do ENADE de psicologia 2006: concepção, construção e análise psicométrica da prova. **Avaliação Psicológica**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 3, p. 271-294, 2011. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/3350/335027287004.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2020.

PRIMI, Ricardo; SILVA, Marjorie Cristina Rocha da; BARTHOLOMEU, Daniel. A validade do Enade para avaliação decursos superiores. **Examen: Política, Gestão e Avaliação da Educação**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 128-151, 2018. Disponível em:
<https://examen.emnuvens.com.br/rev/article/download/89/47>. Acesso em: 31 jul.2020.

QUEIROZ, Fernanda Cristina Barbosa Pereira; QUEIROZ, Jamerson Viegas; VASCONCELOS, Natália Veloso Caldas de; FURUKAVA, Marciano; HÉKIS, Hélio Roberto; PEREIRA, Flávia Aparecida Barbosa. Transformações no ensino superior brasileiro: análise das Instituições Privadas de Ensino Superior no compasso com as políticas de Estado. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 21, p. 349-370, 2013.

RAIČIK, Anabel Cardoso. A rã enigmática e os experimentos exploratórios: dos estudos iniciais de Galvani à sua teoria da eletricidade animal. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 114-137, 2019. Disponível em:
https://www.sbh.org.br/revistahistoria/view?ID_REVISTA_HISTORIA=62. Acesso em: 06 set. 2020.

ROCHA, Aline Lemes da Paixão; LELES, Claudio Rodrigues; QUEIROZ, Maria Goretti. Fatores associados ao desempenho acadêmico de estudantes de Nutrição no Enade. **Revista brasileira de Estudos pedagógicos**, v. 99, p. 74-94, 2018. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbeped/a/GTDKqWZBmv9pHx4rDNXJ46c/abstract/?lang=pt> ; acesso em: 01 fev. 2022.

ROCHA, Paula Del Ponte; FERREIRA, Maira. Avaliação em larga escala e indicadores de qualidade na educação. **Revista Educação Em Questão**, UFRN, v. 55, n. 43, p. 139-161, 2017. Disponível em:
<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/11809>. Acesso em: 11 abr. 2020.

ROQUE, Tatiana. Desmascarando a equação. A história no ensino de que matemática. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 167-185, 2014.

ROSSI, Paolo. **O passado, a memória, o esquecimento**: seis ensaios da história das ideias. Tradução de Nilson Noulín. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

RUDÁ, Caio; SILVA, Gabriela Andrade da. Formação do psicólogo na Bahia: uma análise a partir do Enade 2015. **Educação**, Santa Maria, v. 44, p. 1-25, 2020.

Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/34755>. Acesso em: 31 jul. 2020.

SAITO, Fumikazu. História da Ciência e ensino: em busca de diálogo entre historiadores da ciência e educadores. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, São Paulo, v. 1, p. 1-6, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/3069>. Acesso em: 04 jul. 2018.

SALKIND, Neil J. **Encyclopedia of research design**. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc., 2010.

SAMPAIO, Helena. Evolução do ensino superior brasileiro, 1808-1990. NUPES– Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior da USP–Universidade de São Paulo. **Documento de trabalho**, n. 8, 1991. Disponível em: <<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fnupps.usp.br%2Fdownloads%2Fdocs%2Fdt9108.pdf&cflen=344378&chunk=true>>; acesso em: 31 jan. 2022.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. 5a. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, Franciele Michele dos; CASTRO, Sabrina Olímpio Caldas de; ALMEIDA, Fernanda Maria de; MARTIN, Débora Gonzaga. A qualidade do ensino superior em universidades federais e as ações afirmativas: os diferentes cursos em perspectiva. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 2, 2019. Disponível em: <<http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/5682>>; acesso em: 01 fev. 2022.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, 2008. Disponível em: <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014-%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20MEI.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, Dec. 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172000000200110&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 set. 2020.

SARTES, Laisa Marcorela Andreoli; SOUZA-FORMIGONI, Maria Lucia Oliveira de. Avanços na psicometria: da teoria clássica dos testes à teoria de resposta ao item. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p. 241-250, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prc/v26n2/04.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SCHEFFER, Nilce Fátima; PASIN, Pietra. A argumentação de professores de matemática suscitada pelo uso de softwares dinâmicos: construindo significados. **VIDYA**, [s.i.], v. 33, n. 1, p. 9, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/242> Acesso em: 29 set. 2020.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n. 55, p. 16-23, 1992. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1855/1826>. Acesso em: 04 jul. 2018.

SCHWARTZMAN, Simon. **O enigma do ENADE**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/enade.pdf>. Acesso em: 09 maio 2020.

SILVA, Ana Paula; FORATO, Thaís Cyrino de Mello; GOMES, José Leandro de AM Costa. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/29003>. Acesso em: 29 set 2020.

SILVA, Ângela Maria Ferreira; LOPES, Pedro Isaac Ximenes; CASTRO, Alda Maria Duarte Araújo. Avaliação da educação no Brasil: a centralidade dos testes em larga escala. **HOLOS**, Natal, v. 7, p. 388-401, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554871031.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2020.

SILVA, Clarete Paranhos da; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça; NEWERLA, Vivian Branco; MENDES, Maria Izabel Porazza. Subsídios para o uso da história das ciências no ensino: exemplos extraídos das geociências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 3, 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/2510/251019504009.pdf>. Acesso em: 08 maio 2018.

SILVA, Dirceu da; SIMON, Fernanda Oliveira. Abordagem quantitativa de análise de dados de pesquisa: construção e validação de escala de atitude. **Cadernos Ceru**, São Paulo, v. 16, p. 11-27, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ceru/article/view/75338>; acesso em: 12 out. 2021.

SILVA, Marjorie Cristina Rocha da; VENDRAMINI, Claudette Maria Medeiros; LOPES, Fernanda Luzia. Diferenças entre gênero e perfil socioeconômico no exame nacional de desempenho do estudante. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 15, n. 3, p. 185-202, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772010000300010&script=sci_arttext. Acesso em: 02 fev. 2021.

SILVA, Renata Motta. Uso da Análise Fatorial das Correspondências no Estudo do Desempenho das Universidades no Estado do Rio de Janeiro: Histórico do ENC e Resultados do ENADE. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHASPOLM, [s.i.], 2006, Rio de Janeiro. **Anais [...]**, Rio de Janeiro: [s.i.], 2006, p. 13-26. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/spolm/anais/2006>. Acesso em: 31 jul. 2020.

SILVEIRA, Fernando Lang da. Um exemplo de análise multivariada aplicada à pesquisa quantitativa em ensino de ciências: explicando o desempenho dos candidatos ao concurso vestibular de 1999 da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 161-180, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/607>. Acesso em: 08 fev. 2021.

SOARES, José Ailton Rodrigues; AMORIM, Aline Ferreira; SILVA, Claudionor Renato da. Avaliação educacional em larga escala e algumas considerações sobre a TCT e a TRI. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava/Irati, v. 20, n. 1, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Ailton/publication/329409519_Avaliação_e_educacional_entendendo_a_teorias_classicas_dos_testes_e_a_teorias_de_resposta_ao_item.pdf. Acesso em: 23 abr 2020.

SOUSA, Beatriz Pereira Batista de; SOUSA, José Vieira de. Resultados do Enade na gestão acadêmica de cursos de licenciaturas: um caso em estudo. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 232-253, 2012. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/1938>. Acesso em: 12 jul. 2019.

SOUZA, Liliane Ferreira Neves Inglês de; BRITO, Márcia Regina Ferreira de. Crenças de autoeficácia, autoconceito e desempenho em matemática. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 25, p. 193-201, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/estpsi/a/w8tWks3dz5xDM6LbF3xzXkk/abstract/?lang=pt&format=html>; acesso em: 03 jan. 2021.

SARSTEDT, Marko; MOOI, Erik. **A concise guide to market research: the process, data, and methods using IBM SPSS Statistics**. Alemanha: Springer, 2019.

TABER, Keith S. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. **Research in Science Education**, Austrália, v. 48, n. 6, p. 1273-1296, 2017. Disponível em: <https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/262956>. Acesso em: 09 jan. 2020.

TAVARES, Cristina Zukowsky. Teoria da resposta ao item: uma análise crítica dos pressupostos epistemológicos. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 24, n. 54, p. 56-76, 2013. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/1902>. Acesso em: 26 abr. 2020.

TENÓRIO, André; NASCIMENTO, Maria Luiza Vasconcellos; TENÓRIO, Thaís. Uso de softwares educativos por professores de matemática do Rio de Janeiro. **Revista Tecnologias na Educação**, Minas Gerais, Ano 8, vol. 17, 2016. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/Art15-ano8-vol17-dez2016.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

TENÓRIO, Robinson Moreira; ARGOLLO, Rivailda Silveira Nunes. SINAES na perspectiva de membros da CPA: implantação, condução e avaliação. In: LÔRDELO, José Albertino Carvalho; DAZZANI, Maria Virgínia. (org.). **Avaliação**

educacional: desatando e reatando nós. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 103-122. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/wd/pdf/lordelo-9788523209315-06.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2020.

VASCONCELOS, Stephanie Siqueira; FORATO, Thaís Cyrino de Mello. Niels Bohr, espectroscopia e alguns modelos atômicos no começo do século XX: um episódio histórico para a formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 851-887, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n3p851>; acesso em 27 set. 2020.

VENDRAMINI, Claudette Maria Medeiros; LOPES, Fernanda Luzia. Desempenho no Enade de bolsistas ProUni: Modelagem de equações estruturais. **Fractal: Revista de Psicologia**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 69-75, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1984-02922016000100069&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 30 jul. 2020.

VERHINE, Robert E.; DANTAS, Lys Maria Vinhaes. A avaliação do desempenho de alunos de educação Superior: uma análise a partir da experiência do Enade. In: LORDÊLO, José Albertino Carvalho; DAZZANI, Maria Virgínia (orgs.). **Avaliação educacional**: desatando e reatando nós. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 173-199. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/wd/pdf/lordelo-9788523209315.pdf#page=174>. Acesso em: 16 abr. 2020.

VERHINE, Robert Evan; DANTAS, Lys Maria Vinhaes; SOARES, José Francisco. Do Provão ao ENADE: uma análise comparativa dos exames nacionais utilizados no Ensino Superior Brasileiro. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 52, p. 291-310, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v14n52/a02v1452.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

VIANNA, Heraldo Marelím. Medidas referenciadas a critério: uma introdução. **Ideias**, n. 8. São Paulo: FDE, p. 145-159, 1998. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_08_p145-160_c.pdf. Acesso em: 21 abr. 2020.

VIANNA, Heraldo Marelím. Avaliações nacionais em larga escala: análises e propostas. **Estudos em avaliação educacional**, São Paulo, n. 27, p. 41-76, 2003. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/2177>. Acesso em: 16 abr. 2020.

VIGGIANO, Esdras; MATTOS, Cristiano. O desempenho de estudantes no Enem 2010 em diferentes regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, p. 417-438, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/dLdrbB3DSjMvQGm7GnGF7XB/abstract/?lang=pt>; acesso em: 04 jan. 2021.

VILLAR, Renato Pacheco. **Os itens de Física do ENEM classificados por análise fatorial exploratória**: ENEM Physics items classified by exploratory factor analysis. 2021. 1 recurso online (498 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP. Disponível em:

http://acervus.unicamp.br/index.asp?codigo_sophia=1167028. Acesso em: 11 nov. 2021.

WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; HENNING, Elisa; KONRATH, Andrea Cristina; BORNIA, Antonio Cezar; STERNADT, Joseane de Menezes. Avaliação da proficiência dos alunos de Engenharia De Produção do Enade/2014 por meio da Teoria da Resposta ao Item. **Revista de Ensino de Engenharia**, Ouro Preto, v. 39, n. 2, 2019. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1448>. Acesso em: 24 maio 2020.

WOODCOCK, Brian A. "The scientific method" as myth and ideal. **Science & Education**, [s.l.], v. 23, n. 10, p. 2069-2093, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-014-9704-z>. Acesso em: 05 set. 2020.