

Carlos Henrique Aparecido Alves Moris

**ITENS DE QUÍMICA, ESTRATIFICAÇÃO SOCIAL E A
ESCOLHA DA RESPOSTA POSSÍVEL: UM ESTUDO
QUANTITATIVO SOBRE OS ITENS DE QUÍMICA DO ENEM
NA PERSPECTIVA BOURDIANA**



Bauru – S.P.
2026

Carlos Henrique Aparecido Alves Moris

ITENS DE QUÍMICA, ESTRATIFICAÇÃO SOCIAL E A ESCOLHA DA RESPOSTA POSSÍVEL: UM ESTUDO QUANTITATIVO SOBRE OS ITENS DE QUÍMICA DO ENEM NA PERSPECTIVA BOURDIANA

Tese de Doutorado, apresentada ao Conselho, Programa Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências – Unesp/Bauru, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência.

Linha de pesquisa: L1 - Filosofia, História e Sociologia da Ciência no Ensino de Ciências.

Orientadora: Luciana Massi

Co-orientador: Matheus Monteiro Nascimento

Bolsa: CAPES

Bauru – S.P.
2026

Moris, Carlos Henrique Aparecido Alves
M861q Itens de química, estratificação social e
a escolha da resposta possível: um estudo
quantitativo sobre os itens de química do ENEM
na perspectiva bourdiana / Carlos Henrique
Aparecido Alves Moris. -- Bauru, 2026
109 p.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientadora: Luciana Massi
Coorientador: Matheus Monteiro Nascimento
1. Pierre Bourdieu. 2. ENEM. 3. capital
cultural. 4. química. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Dados fornecidos pelo autor(a).

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE CARLOS HENRIQUE APARECIDO ALVES MORIS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 27 de fevereiro de 2026, às 14h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de CARLOS HENRIQUE APARECIDO ALVES MORIS, intitulada "Itens de química, estratificação social e a escolha da resposta possível: um estudo quantitativo sobre os itens de química do ENEM na perspectiva bourdiana". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Assoc. LUCIANA MASSI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / UNESP / Câmpus de Araraquara - FCLAr, Prof. Dr. RODRIGO TRAVITZKI TEIXEIRA DE OLIVEIRA (Participação Virtual) do(a) Faculdade de Educação / Universidade Estadual de Campinas, Prof. Dr. CLAUDIO JOSÉ DE HOLANDA CAVALCANTI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física / Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professora Dra. GABRIELA AGOSTINI (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química / UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Prof. Dr. ANDRÉ MACHADO RODRIGUES (Participação Virtual) do(a) Física Experimental / Universidade de São Paulo, Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: __aprovado__. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 LUCIANA MASSI
Data: 02/03/2026 15:14:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Assoc. LUCIANA MASSI

*Dedico este trabalho aos meus avós,
Irene e José, Lourdes e Vanildo,
que me ensinaram a manter um sorriso no rosto mesmo enquanto lutamos para sobreviver nesse
modelo injusto de sociedade.*

*Em memória de meu avô,
Vanildo Moris.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pela bolsa concedida.

Agradecendo aos meus pais, Marlene e Edilson, que sempre me apoiaram e me amaram acima de tudo. Eu só pude concluir este trabalho porque vocês lutaram e lutam arduamente todos os dias para me dar os recursos necessários aos meus objetivos. Agradeço ao meu irmão Anderson pela companhia. Agradeço a toda minha família pelo enorme carinho que sempre recebi.

Agradeço a Prof^{ra}. Dr^a. Luciana Massi pela orientação, amizade e por ter acreditado que eu era capaz de coisas que eu mesmo nunca acreditei. Ao meu coorientador, Prof. Dr. Matheus Nascimento, por ter visto potencial em meu trabalho. Agradeço cada comentário, revisão e grupo de estudos que partilhamos e que me ajudaram a crescer enquanto pesquisador.

Agradeço aos membros titulares da banca de qualificação e defesa, Prof. Dr. Rodrigo Travitzki Teixeira de Oliveira, Prof. Dr. Claudio José de Holanda Cavalcanti, Dr^a. Gabriela Agostini e Prof. Dr. André Machado Rodrigues por se dedicarem à leitura e discussão de minha pesquisa. Também agradeço aos membros suplentes, Dr. Fabio Rodrigues Ribeiro da Silva e Prof^{ra}. Dr^a. Carolina Borghi Mendes e Prof^{ra}. Dr^a. Rafaela Valero da Silva pela disponibilidade e interesse em contribuir com a pesquisa.

Agradeço a todos os membros do Grupo de Pesquisa orientado pela Prof^{ra}. Dr^a Luciana Massi. Em especial à Gabriela Agostini por ter sido minha companheira bourdiana. A Rafaela Valero por toda ajuda e paciência que teve comigo e por todo o companheirismo nos momentos difíceis da pós-graduação.

Agradeço a todos os amigos que me acompanharam até hoje. Em especial Jean, Naiara, Paula e Adrielle por todos os momentos de descontração, as jogatinas noturnas *online* e por escutarem eu falar, o tempo todo, sobre minha pesquisa, isso foi fundamental para eu manter minha mente saudável. Agradeço a meu companheiro Carlos Sérgio por sempre estar ao meu lado, por me apoiar sempre e por dividir comigo sua mente criativa capaz de iluminar horizontes nebulosos.

Agradeço a Viviane pelo trabalho de me ajudar a controlar minhas ansiedades e inseguranças.

Agradeço a todos aqueles que são ou foram membros do Grupo Pró-Estudar, por juntos desenvolvermos uma luta, dentro do nosso possível, buscando democratizar o acesso ao Ensino Superior.

RESUMO

A literatura sobre o maior vestibular nacional, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), revela a relação entre condições sociais e desempenho e que há problemas nos itens, especialmente nos itens de ciências da natureza. A teoria bourdiana permite notar nos resultados dos estudos sobre itens de ciências da natureza no ENEM que há uma priorização arbitrária de certos conhecimentos e a íntima relação do acerto de itens que exigem domínio da linguagem científica ou cálculos com a origem social. Esse conjunto de trabalhos permitiu reconhecer a lacuna de uma abordagem que considere a relação entre a estrutura dos itens e os condicionantes sociais para os itens de química. Assim, o objetivo desta pesquisa foi relacionar as respostas dos itens de química do ENEM de 2019 aos condicionantes sociais, configurando um espaço social da escolha da resposta possível. Os microdados do ENEM de 2019 foram tratados por meio de linguagem de programação R, resultando em 183.047 respondentes. A primeira análise desenvolvida foi uma Análise de Correspondências Múltiplas (ACM) que permitiu construir um espaço social a partir das respostas aos itens de química e posicionar indicadores socioeconômicos nesse espaço. A segunda análise foi um Modelo de Resposta Gradual (MRG) que permitiu mensurar a qualidade dos itens e o nível de habilidade relacionado a cada resposta dos agentes. Os resultados da ACM revelaram uma dispersão das respostas ao longo do Eixo 1 e uma aproximação das respostas corretas aos maiores indicadores de origem familiar e às escolas privadas e federais. Os resultados do MRG reforçaram o argumento de que cada resposta corresponde a um nível de domínio do conhecimento químico. Os resultados de ambas as análises permitiram reconhecer dois conjuntos de itens: três itens que abordaram a química de forma contextualizada apresentaram maior dispersão no Eixo 1, dificuldade média e melhores valores de discriminação; outros três itens, que abordaram a química de forma mais direta, apresentaram maior dispersão no Eixo 2, dificuldade elevada e discriminação muito baixa ou nula. O primeiro conjunto de itens melhor avaliam os agentes, mas também mais os diferenciou pela sua origem social. Esses resultados alinharam-se a noção bourdiana de que as exigências do sistema de ensino não são plenamente fornecidas por ele, mas herdadas principalmente da família. O segundo grupo contemplou itens com uma abordagem direta dos conhecimentos de eletroquímica e da regra do octeto e apresentou distâncias verticais da ACM, apontando uma possível dimensão do estudo ou do domínio da língua escrita. Contudo, as respostas corretas desses itens se posicionaram na fração média-baixa no Eixo 1, indicando que ainda guardam alguma relação com as frações de classe. Os resultados mostraram um alinhamento entre as respostas escolhidas e a origem social, tornando a escolha da resposta uma possível forma de distinção social. Esse alinhamento sustenta a tese de que as escolhas das respostas são guiadas pela origem social dos agentes. Este estudo avança em relação à bibliografia dos itens de química do ENEM propor e executar uma metodologia inédita que permitiu analisar diferentes níveis de erros em uma prova em conjunto com indicadores socioeconômicos, sob a perspectiva bourdiana.

Palavras-chave: Pierre Bourdieu; ENEM; capital cultural; química.

ABSTRACT

The literature concerning the Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)—Brazil's primary national college entrance examination—reveals a significant correlation between social conditions and academic performance, while also identifying technical flaws in test items, particularly within the Natural Sciences. Drawing on Bourdieusian theory, studies on ENEM Natural Science items highlight an arbitrary prioritization of specific knowledge and a close relationship between the mastery of scientific language or calculations and social origin. This body of work underscores a research gap: the need for an approach that examines the relationship between item structure and social determinants specifically for Chemistry items. This research aimed to correlate responses to 2019 ENEM Chemistry items with social conditioners, thereby configuring a social space of possible response choices. Microdata from the 2019 ENEM were processed using the R programming language, resulting in a sample of 183,047 respondents. The first stage of analysis employed Multiple Correspondence Analysis (MCA), which facilitated the construction of a social space based on item responses and the positioning of socioeconomic indicators within this framework. The second stage utilized the Graded Response Model (GRM) to measure item quality and the proficiency levels associated with the agents' responses. The MCA results revealed a dispersion of responses along Axis 1 and a clustering of correct answers around higher indicators of family background and attendance at private or federal schools. The GRM results reinforced the argument that each response corresponds to a specific level of mastery in chemical knowledge. Together, the analyses identified two distinct sets of items: three contextualized chemistry items showed greater dispersion on Axis 1, medium difficulty, and higher discrimination values; conversely, three other items with a more direct approach showed greater dispersion on Axis 2, high difficulty, and very low or null discrimination. While the first set of items evaluated the agents more effectively, it also differentiated them more sharply based on social origin. These findings align with the Bourdieusian notion that the requirements of the educational system are not fully provided by the school itself but are primarily inherited from the family. The second group, comprising items with a direct approach to electrochemistry and the octet rule, exhibited vertical distances in the MCA, suggesting a potential dimension related to intensive study or mastery of the written language. Nonetheless, the correct answers for these items were positioned in the lower-middle fraction of Axis 1, indicating a persisting relationship with class fractions. The results demonstrate an alignment between chosen responses and social origin, rendering the choice of an answer a potential form of social distinction. This alignment supports the thesis that response choices are guided by the social origin of the agents. This study advances the literature on ENEM Chemistry items by proposing and implementing an unprecedented methodology that analyzes different levels of error in conjunction with socioeconomic indicators under a Bourdieusian perspective.

Keywords: Pierre Bourdieu; ENEM; cultural capital; chemistry

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: caracterização da mostra em relação às proporções em nível nacional.	36
Tabela 2: Coordenadas e contribuições das modalidades ativas para os três primeiros eixos da ACM, com destaque para as modalidades acima da média.....	54
Tabela 3: Coordenadas das modalidades suplementares para os três primeiros eixos da ACM. .	56
Tabela 4: Valores de discriminação e thresholds de cada item de química obtidos pelo MRG...	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: descrição dos seis itens selecionados da prova do ENEM de 2019.	39
Quadro 2: Apresentação das informações utilizadas como variáveis suplementares na ACM ...	42
Quadro 3: síntese qualitativa das discussões envolvendo os resultados da ACM e do MRG.	68
Quadro 4: Resumo dos resultados obtidos pela ACM, GRM e análise qualitativa dos seis itens de química. O asterisco indica a resposta correta.	87
Quadro 5: Itens ordenados pela coordenada do Eixo 2 e suas descrições de dificuldade, taxa de acertos e exigências de conhecimento.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de CCI para modelos de TRI com a indicação dos parâmetros "a", "b" e "c".	47
Figura 2: Esquema em fluxograma dos procedimentos desenvolvidos nesta pesquisa	52
Figura 3: ACM construída com os itens de química como variáveis ativas (círculos) e as informações socioeconômicas como suplementares (cruzes).	59
Figura 4: ACM ajustada construída com os itens de química como variáveis ativas (círculos) e as informações socioeconômicas como suplementares (triângulos).	60
Figura 5: Enunciado do item 99 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.	70
Figura 6: Enunciado do item 115 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.	72
Figura 7: Curvas características do item p134 à esquerda e a questão correspondente presente no ENEM à direita.	75
Figura 8: Enunciado do item 91 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.	78
Figura 9: Enunciado do item 108 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.	81
Figura 10: Enunciado do item 108 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.	84
Figura 11: Esquema gráfico construído a partir da sobreposição às posições da ACM, representando a direção das respostas. O símbolo de estrela representa a resposta correta.	89

SUMÁRIO

1	Apresentação: do pesquisador à pesquisa	13
2	Introdução	17
3	Fundamentos da teoria bourdiana e os itens de CNT do ENEM.....	22
3.1	Os itens de CNT do ENEM: escolha dos possíveis, herança cultural e estruturas de poder 26	
4	Metodologia	34
4.1	Análise de Correspondência e a teoria de Bourdieu.....	37
4.2	Fundamentos da Teoria de Resposta ao Item.....	45
4.3	Fundamentos do Modelo de Resposta Gradual	49
5	Resultados e discussão	54
5.1	Caracterização dos itens de química.....	66
5.2	Limitações do estudo	93
6	Conclusões	94
7	Referências.....	98
8	Apêndice 1: tabelas de frequências dos 1000 melhores desempenhos na prova de CNT	105
9	Apêndice 2: dados das coordenadas e contribuições da ACM ajustada.....	106
10	Apêndice 3: sumário do resultado da análise de MRG	108

1 Apresentação: do pesquisador à pesquisa

Começo esta tese com uma apresentação que busca contextualizar a relação da minha trajetória com as desigualdades sociais que agem sobre a educação básica e se manifestam na forma de um vestibular. A experiência com vestibulares não poderia começar de outra forma senão pelo meu Ensino Médio e o momento de escolha do curso, do vestibular e da Universidade. Nesse momento, que ainda julgo ser um dos mais complexos momentos na vida de um jovem ao final da adolescência, alguns limites eram claros. Eu não poderia fazer um curso em uma cidade muito distante, pois minha família não tinha condições de me manter. Era necessário ter sucesso na aprovação em uma Universidade pública, pela mesma razão da falta de recursos familiares. Havia também razões pessoais: naquele momento eu queria prolongar meus estudos e eu sabia do meu desempenho escolar, ou seja, eu sabia que não teria sucesso em cursos com alta nota de corte. Nessa composição de condições foi acrescentado o meu gosto por química e a enorme facilidade e interesse que tive por essa disciplina durante o Ensino Médio. Estava então composta a fórmula perfeita, o vestibular da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) para o curso de Licenciatura em Química. A perfeição estava nos detalhes: esse curso apresentava historicamente uma nota mínima bem abaixo do que eu costumava pontuar em simulados e provas e estava situado no Instituto de Química de Araraquara, cidade vizinha à qual eu residia. Começo apresentando essa situação, pois, depois de anos no meio acadêmico, posso notar que no momento do vestibular minhas escolhas foram quase que o destino, ou pelas ideias de Pierre Bourdieu, uma espécie de *amor fati*.

Nessa época, eu também frequentei um cursinho pré-vestibular comunitário, o Grupo Pró-Estudar (GPE), o que me ajudou a realizar o desejo de ingressar na UNESP. Pouparei neste texto detalhes sobre meu período de graduação, que penso não serem relevantes e que já apareceram na apresentação de minha dissertação (Moris, 2021), trago apenas as experiências que foram marcantes para minhas reflexões sobre desigualdades na educação. Durante toda a minha graduação eu também fui professor voluntário no GPE, o que me permitiu estar conectado à educação básica ao mesmo tempo que adentrava na educação superior. Ainda que essas experiências tenham acontecido concomitantemente, para manter a clareza do texto apresento-as uma por vez.

Iniciando pela graduação, fui o tipo de aluno que queria ser químico, ou seja, nos primeiros anos estive focado em estudar os conteúdos das disciplinas. Sempre me interessei pelas complexas interações entre os átomos, as formações das ligações químicas e, meu assunto preferido, as interações intermoleculares. Esse gosto me levou até as iniciações científicas em laboratórios, no primeiro, ano estive em um laboratório de biocatálise e depois migrei para o laboratório de físico-química de materiais, no qual fiquei por três anos. Nesse laboratório pude desenvolver meu gosto pela empiria e pela realização de diversas análises para descrever diferentes fenômenos, no meu caso a organização atômica de minhas amostras. Recordo das difrações de raios-X, das microscopias e dos resultados de espalhamento de raios-X a baixo ângulo. Essas técnicas geravam grande volume de dados que interpretávamos por meio de gráficos e comparação com padrões. O trabalho era extenso e pude, em conjunto com outros pesquisadores, elaborar e publicar meu primeiro artigo, que foi sobre moldes moles para óxido de zircônia sulfatada (Moris *et al.*, 2020).

Contudo, com o tempo me senti insatisfeito com esse tipo de pesquisa, sentia falta de reconhecer as motivações, aplicabilidades e o retorno à sociedade, e me via cada vez mais seduzido pelas discussões das disciplinas específicas da licenciatura. Desde os primeiros anos, eu me engajava nas discussões das disciplinas de metodologia e estágio supervisionado, via nelas reais abordagens sobre a educação e formas com que eu poderia aprimorar minha atuação como professor. Foi assim que, em meu último semestre de graduação, aceitei o convite da professora Luciana Massi para realizar uma iniciação científica. Assim, escolhi desenvolver um levantamento bibliográfico sobre aulas de química em cursinhos populares e comecei a ter contato com os textos de Pierre Bourdieu, que me ajudariam nas discussões sobre desigualdades no sistema de ensino.

O ponto que me manteve sempre conectado ao vestibular foi o GPE. Desde meu primeiro ano da graduação, 2013, faço parte do projeto como professor de química e pude observar que, mesmo sendo todos alunos de escola pública, a relação com a química e o vestibular era diferente. Muitos dos alunos tinham escolhas estratégicas como a minha, outros sentiam que nunca iriam alcançar o sucesso no vestibular e alguns tinham expectativas que não condiziam com os desempenhos que obtinham. Outro aspecto que o cursinho me fez conhecer foi como adequar e transmitir meus conhecimentos de química para um vestibular; enquanto na graduação eu estudava em profundidade as interações dos elementos, no vestibular toda a linguagem, os símbolos e equações da química devem ser compreendidos em questão de segundos. Disso se deriva uma técnica popular em cursinhos que consiste em orientar os alunos a encontrarem dentre as cinco

alternativas as duas mais plausíveis. Essa técnica, quase que uma estratégia de sobrevivência para vestibulares, vive comigo ao longo de todo meu trabalho como professor e fomentou grande parte da inspiração para esta pesquisa.

A mistura entre a iniciação científica e as inquietações relacionadas ao sistema de educação me levaram para o mestrado. Ao desenvolver minha pesquisa, pude focar nos estudos dos textos de Bourdieu juntamente com textos sobre as técnicas estatísticas, em especial a Análise de Correspondências Múltiplas (ACM). Em minha dissertação, estudei o *science capital* (capital da ciência), proposto por Archer et al. (2015), que dialogava diretamente com a relação entre o gosto por ciências da natureza e as chances de sucesso no vestibular. Como principal resultado, o estudo mostrou que o gosto por ciências não se configurava como um capital da teoria bourdiana, ao menos no Brasil. Por meio de uma ACM com os dados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), as análises concluíram que o gosto por ciências da natureza atuava como uma estratégia de agentes que já tinham recursos mínimos para a competição do vestibular (Moris, 2021). Embora minha pesquisa de mestrado tenha resultados robustos, ao finalizá-la, senti que pouco explorei a prova do ENEM, as questões e seus conteúdos.

Esse sentimento ressoa com a minha formação, afinal sou químico, ou melhor, sou professor de química. O mestrado me ajudou a perceber que os dilemas que surgem da minha realidade docente também estão enraizados em um sistema social complexo que não pode ser percebido de maneira imediata. A falta que senti de investigar as questões, em especial as questões de química, foi construindo em minha mente as bases para uma pesquisa de Doutorado. A estratégia ensinada pelos cursinhos de tentar reduzir as cinco respostas de uma questão para as duas mais prováveis deveria ter algum fundamento. Além do fundamento e, mais importante, essa estratégia exige primeiro ser conhecida e depois que se tenha domínio suficiente dos conhecimentos necessários para eliminar três alternativas. De forma mais simples, esta pesquisa germina da ideia de que mesmo ao errar uma questão, a alternativa escolhida não é uma escolha plenamente aleatória. Assim como Bourdieu (1983) argumenta que as práticas ou escolhas são manifestadas a partir do mundo social inscrito em nossos corpos, a escolha de uma alternativa pode carregar a manifestação de toda a história escolar e da posição social de um agente. A proposta aqui é sair de uma análise que observa apenas o erro e o acerto para uma abordagem que considera diferentes formas de errar.

Como também sou produto de minha história social, busco nesta pesquisa investigar como as respostas às questões de química do ENEM podem expressar, mesmo que em pequena escala, um reflexo das desigualdades sociais no Brasil, ao estarem relacionadas com condicionantes sociais. Assim, o objetivo desta tese é relacionar as respostas dos itens de química do ENEM de 2019 aos condicionantes sociais, configurando um espaço social da escolha da resposta possível. Para isso, os objetivos específicos são:

- Estudar a relação entre os condicionantes sociais e as alternativas escolhidas pelos agentes nas questões de química, construindo uma ACM com as alternativas como variáveis ativas.
- Avaliar qualitativamente e em termos psicométricos as questões de química, por meio de análises de Modelo de Respostas Gradual (MRG).
- Analisar as relações entre as posições sociais e as respostas aos itens de química, comparando as posições no espaço social construídas na ACM com as características das questões e das respostas obtidas pela MRG.

Este texto está organizado em uma Introdução sobre ENEM no contexto da educação brasileira. Em seguida, a seção “Fundamentos da teoria bourdiana e os itens de CNT do ENEM” que busca unir uma revisão da literatura com a apresentação da fundamentação teórica desta pesquisa a partir de uma discussão orientada pelos fundamentos da teoria bourdiana sobre os textos que investigaram os itens de ciências da natureza do ENEM. A seção de metodologia apresenta a justificativa para a seleção dos dados estudados bem como, em suas subseções, os fundamentos das técnicas de ACM, da Teoria de Resposta ao Item (TRI), da MRG e uma argumentação sobre como os resultados de MRG serão relacionados com os da ACM. Os resultados estão organizados em duas subseções: a primeira apresenta as análises da ACM, enquanto a segunda traz a discussão entre os resultados da MRG e as posições sociais obtidas pela ACM. Por fim, as conclusões parciais da pesquisa, as limitações e perspectivas futuras.

2 Introdução

Vestibular, um termo tipicamente brasileiro que permeia diversas discussões envolvendo o sistema educacional e representa uma espécie de peneira capaz de selecionar os aptos dos não aptos ao ingresso no ensino superior. Em um primeiro momento esse instrumento pode parecer comum, uma forma de mérito aos anos de dedicação aos estudos, mas, como afirma Catani (2019), a sistemática exclusão de setores da população ao nível superior de ensino não pode ser vista como o curso natural das leis de mercado. Tomar a posição de analisar as segregações providas por vestibulares também permite observar indícios da distribuição do poder, como mostram Loureiro et al. (2024), que estudaram cargos no alto escalão do Estado brasileiro de 1930 a 2023. Os autores encontraram que a Universidade de São Paulo (USP) formou 25% da elite dirigente do país, outras Universidades que se destacaram foram dos estados do Rio de Janeiro, de Pernambuco e de Minas Gerais. Em relação à diferença entre cursos, instituições e diplomas, o vestibular atua como um instrumento na dimensão do sistema de ensino capaz de possibilitar o acesso aos recursos e posições tidas como legítimas (Bourdieu; Passeron, 2014; Bourdieu 1996).

Uma perspectiva sobre as problemáticas envolvendo o ingresso no Ensino Superior é a abordagem sob a ótica da democratização no acesso. Bertolin, Fioreze e Barão (2024) investigaram a expansão do acesso ao nível superior por meio dos dados do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) dos anos de 2009 a 2017 e encontraram uma heterogeneidade no processo de democratização. Enquanto cursos de menor prestígio social apresentaram progressão na equidade de perfil econômico e étnico dos estudantes ao longo dos anos, carreiras tradicionalmente elitizadas como medicina apresentaram pouca mudança (Bertolin; Fioreze; Barão, 2024). Mesmo em cursos de menor prestígio, como o de pedagogia, a lógica do sistema de vestibular tende a dificultar o acesso, como relatado por Cássio, Travitzki e Jacomini (2023). Os autores investigaram o ingresso via ENEM em 150 cursos de pedagogia no período de 2009 a 2017 e encontraram que os mecanismos do jogo do Sistema de Seleção Unificada (SiSU) aumentam a competitividade por vagas (elevando a nota mínima de ingresso), ao mesmo tempo que causa o não preenchimento de todas as vagas disponíveis no curso. Cassio, Travitzki e Jacomini, (2023) ainda argumentam que o desempenho abaixo do mínimo obtido por diversos candidatos está associado a problemas na educação básica, sendo que a resolução disso está além das medidas arbitrárias e elitistas assumidas pelas instituições de ensino superior.

Políticas de ação afirmativa avançam nesses problemas, mas não os resolvem. Como Travitzki (2021) afirma, o ENEM tem um caráter mais democrático que outros vestibulares, mas a ampliação do acesso ao ensino superior ocorre majoritariamente devido às políticas de cotas e apoio social, não ao formato do exame. Dal Moro e Gisi (2023), ao investigar programas como o Programa Universidade para Todos, também encontraram que, nas últimas duas décadas, a democratização do ensino superior ocorreu por políticas públicas, sem mudanças em fatores fundamentais que fomentam as desigualdades educacionais. A noção de democratização presente nesses trabalhos remete aos esforços de tornar o acesso ao ensino superior mais igualitário para as diferentes frações sociais existentes no Brasil. O ENEM se destaca nessa perspectiva por unificar esse processo em um único vestibular, ser aplicado em locais próximos aos candidatos e possibilitar a aplicação de políticas de ação afirmativa.

Além desse olhar para aspectos de estratégias de ampliação no ingresso ou de repensar o sistema de notas, o sucesso no vestibular, entendido nesta pesquisa como uma forma de sucesso escolar, nutre relações com a estratificação social. Bertoncelo (2015) relata que o nível de escolaridade está alinhado às classes sociais e às categorias socioprofissionais, indicando uma forma de reprodução do acesso à cultura. A escolha, ou a escolha dos cursos possíveis, também segue estratificada. Um estudo de Moris *et al.* (2022) mostrou que a nota obtida no ENEM por frações de classe com alto volume de capitais permite a escolha de qualquer curso, enquanto as frações com os menores volumes de capitais poderiam acessar menos de 0,5% dos cursos disponíveis. Diante disso, o sistema de ensino brasileiro parece preservar certas formas de reprodução apontadas por Bourdieu e Passeron (2014), em especial formas de eliminação por exames. Bourdieu e Passeron (2014, p. 16) afirmam que o exame de acesso ao ensino superior “[...] para as classes mais desfavorecidas, trata-se puramente e simplesmente de eliminação”.

Essa contextualização sobre vestibulares buscou reforçar o argumento de que há um paralelo entre esses exames do Brasil contemporâneos e os chamados exames de eliminação descritos por Bourdieu e Passeron (2014). A pesquisa de Almeida (2009) permite acrescentar que os vestibulares são um dispositivo produtor de um esquecimento sobre a relação entre o sucesso escolar e a posição social das famílias. A autora também coloca que há um distanciamento entre as competências exigidas pelo vestibular e aquelas que o espaço escolar é capaz de transmitir. Reforçando o poder das disposições herdadas da família, Nogueira e Almeida (2002, p. 54), ao investigar famílias de empresários, afirma que não bastam os recursos materiais, é necessário que

“[...] os indivíduos estejam predispostos a ambicionar os destinos universitários mais favorecidos e pôr em prática os meios de conquistá-los”.

Dessa forma, os vestibulares podem ser entendidos não apenas como uma prova ou como uma política, mas como um instrumento intimamente conectado às formas de reprodução social no Brasil que contempla diferentes dimensões (políticas, pedagógicas, socioeconômicas etc.). Isso não significa dizer que o instrumento (vestibular) é a origem da causa (reprodução social). Como parte de um sistema social que tende a se reproduzir, o vestibular acaba por cumprir sua parte nesse sistema, bem como o próprio sistema de ensino, os meios de comunicação, rituais culturais etc. Ainda é importante destacar que dentre os vestibulares, o ENEM apresenta particularidades que visam promover uma maior democratização no acesso ao ensino superior, tais como a aplicação acontecer em locais próximos aos inscritos, ser gratuito para estudantes que atenderem a certos critérios e incluir ações afirmativas (Travitzki, 2021).

Como existem diversos vestibulares no Brasil, escolho trabalhar com o ENEM por ser o maior exame a nível nacional e o segundo maior a nível mundial, ficando atrás apenas do exame chinês *gaokao* (Brasil, 2015). Desde sua criação, o ENEM é de responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) que elabora, aplica e corrige as provas.

Ao longo do tempo, a estrutura da prova do ENEM apresentou poucas alterações, tendo mantido o formato de 180 questões divididas igualmente em dois dias de aplicação mais uma redação, alterando apenas a ordem das aplicações em 2017 e padronizando cinco horas de duração para ambas as aplicações em 2018 (Moris, 2021). Contudo, Travitzki (2013) entende que ao passar a ser um vestibular, o ENEM se tornou um intermediário entre um vestibular tradicional focado em conteúdos e o ENEM original que focava no raciocínio. Outro destaque do autor no processo transformação do ENEM em um vestibular foi que o número de inscrições aumentou expressivamente em 2001, com a isenção da inscrição para concluintes do ensino médio, atingindo aproximadamente 2 milhões e saltou para 4 milhões em 2009. Esse salto pode ser associado ao papel de vestibular, pois 80% dos inscritos em 2009 pretendiam usar a nota do ENEM para ingressar no ensino superior (Travitzki, 2013).

Essa transformação sofrida pelo ENEM em 2009 acompanhou certas controvérsias por parte de algumas das pessoas envolvidas na idealização original da prova e em aspectos estruturais. Nilson José Machado, um dos idealizadores do ENEM diz que o aumento no número de questões

desvia o ENEM do objetivo de avaliar a qualidade do ensino médio, que a redação é supervalorizada em relação às outras partes da prova e que a correção utilizando a TRI dificulta a compreensão das notas (ANDIFES, [2012]; TERRA, 2013). Na perspectiva de Lino de Macedo, outro idealizador, o ENEM foi criado para avaliar o aprendizado do processo escolar e a mudança para um vestibular tradicional não é totalmente problemática, mas carrega desvantagens como a perda do princípio de ser para todos e ocasiona uma competitividade que pode levar a problemas de sabotagem (Travitzki, 2013).

O ENEM como vestibular também influenciou o ambiente escolar. Barros (2014) argumenta que os alunos começam a ser, de certa forma, treinados para o ENEM desde o ensino fundamental, o que leva a escolarização a se tornar um subsídio para o vestibular. Carvalho e Rezende (2013) mostraram que escolas com bom desempenho no ENEM se alinham aos documentos e orientações dos exames oficiais, harmonizando a formação da educação básica às exigências dos vestibulares, enquanto escolas de baixo desempenho tendem a se adaptar às condições socioeconômicas de seus alunos. Contudo, ainda que as escolas busquem promover melhores desempenhos no ENEM, Travitzki (2013) estimou que 79% dos resultados no ENEM estão em fatores que a escola não tem controle como renda, escolaridade familiar e tipo de escola. Boneti e Oliveira (2017) estudaram as 10 escolas com maiores notas no ENEM entre 2009 e 2013 e encontraram que a maior parte dessas escolas está localizada na região Sudeste e que 90% delas são da rede privada de ensino. Viggiano e Mattos (2013) também encontraram uma relação entre as regiões e o desempenho no ENEM de 2010, o maior desempenho esteve na região Sudeste, seguida pela região Sul.

Em relação aos itens da prova, Travitzki (2013) analisou os exames aplicados entre 1998 e 2012 e apontou que a prova de 2009 foi mais difícil que suas antecessoras. O autor também mostrou que houve uma diminuição na confiabilidade no ENEM de 2009, causada principalmente pelos itens de matemática e Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Travitzki (2017) utilizou análises psicométricas para classificar os itens das provas do ENEM de 2009 e 2011 em bons, duvidosos ou ruins. Os resultados do autor mostraram que, em 2011, os itens de CNT foram os com maior frequência de duvidosos (20%) e ruins (9%), superando os itens de matemática nessas categorias. Viggiano e Mattos (2013) analisaram os dados do ENEM de 2010 e verificaram que o menor desempenho ocorreu na prova de CNT, sendo menor até mesmo que a prova de matemática. Ao avaliar a prova do ENEM de 2014 e 2015 Travitzki e Primi (2025) encontraram

que a prova de CNT apresentou os menores coeficientes Alfa de Cronbach, indicando que é a prova com menor consistência interna no ENEM. Essas pesquisas apontam para uma possível particularidade na prova de CNT do ENEM, um conjunto de itens geralmente menos acertados e com problemas de consistência interna.

Mesmo com as críticas e os possíveis problemas apresentados, o ENEM continuou, desde 2009, substituindo o vestibular das Universidades Federais (INEP, 2009; 2019) e, a partir de 2023, a USP e a Universidade Estadual Paulista (UNESP) tornaram parte de suas vagas acessíveis pelo ENEM¹. Diante disso, o ENEM interage com o sistema de ensino brasileiro como um importante mecanismo que influencia, de forma arbitrária, a definição de uma educação básica legitimada, e se porta como forma natural de selecionar os aptos ao nível superior de ensino. A influência sobre a atuação das escolas, a relação com aspectos socioeconômicos e os problemas dos itens do ENEM são indícios de que, dentro dos seus limites, esse exame capta parte das disputas sociais envolvendo o universo da educação brasileira. Destaco que mesmo trabalhos preocupados em investigar as provas do ENEM como um todo e em diferentes dimensões (Travitzki, 2013; Travitzki; Primi, 2025; Viggiano; Mattos, 2013) apontam que as áreas do conhecimento podem ter características específicas, especialmente a de CNT. Isso auxilia a sustentar a proposta desta tese de investigar um conjunto específico de itens, os de química. Essa breve literatura apresentada também possibilita notar indícios de uma lacuna no sentido de estudar as possíveis relações entre a estrutura interna da prova e a dimensão socioeconômica dos agentes respondentes. Assim, esta pesquisa está orientada a partir do questionamento: como os recursos socioeconômicos se distribuem no espaço social dos itens de química do ENEM?

Para avançar nesse questionamento, a seção seguinte apresenta uma bibliografia que investigou especificamente os itens de CNT do ENEM em diversos anos, analisada a partir da ótica da teoria bourdiana.

¹ Informações disponíveis nos sites das referidas Universidades disponíveis em:
<https://vestibular.unesp.br/portal#!/arquivo/2024/unesp-enem/> Acesso em: 25 mai. 2025
<https://www.fuvest.br/acervo-enem-usp-2023/> Acesso em: 25 mai. 2025.

3 Fundamentos da teoria bourdiana e os itens de CNT do ENEM

Esta seção está organizada em dois momentos. Primeiro, estão apresentados brevemente os fundamentos do pensamento bourdiano para estabelecer os princípios orientadores dessa teoria e a perspectiva adotada. Em um segundo momento estão apresentados os resultados de trabalhos da área de pesquisa de educação em ciências interpretados na perspectiva bourdiana.

A teoria desenvolvida por Pierre Bourdieu propõe uma forma de estudar as relações sociais a partir de um pensamento dialético relacional, considerando a incorporação do social pelo indivíduo e a externalização da individualidade. Esse pensamento retoma o conhecimento objetivista e o relaciona ao subjetivista considerando a dimensão prática e individual da socialização (Bourdieu, 1983). O ser social passa a ser concebido como agente, uma vez que a ação não pode ser entendida como livre ou como a execução de uma regra, mas sim orquestradas por uma série de disposições incorporadas e reproduzidas socialmente (Bourdieu, 2004). Dessa forma, é essencial ao pensamento bourdiano que o objeto de pesquisa seja pensado e interpretado de forma relacional.

Os equívocos de análises sociológicas tendem a ter origem em uma leitura substancialista do pensamento relacional (Bourdieu, 1996). Na perspectiva relacional, não há propriedades inerentes aos agentes ou às práticas, ambos nutrem apenas significados e valores nas e através das relações nas quais estão inseridos. Bourdieu (2011) afirma que deslocar o substantivo (qualidade) à substância (objeto) seria assumir que as propriedades como profissão, sexo e escolaridade poderiam ser entendidas como forças independentes, livres de relações umas com as outras. Esclarecendo a noção substancialista como um equívoco, Bourdieu (1996, p. 181) enfatiza que: “Nenhuma prática, objeto ou discurso é, em si mesmo, distinto ou vulgar, nobre ou comum, como sugeriria o senso comum, mas apenas em relação a outros objetos, práticas ou discursos”.

É relevante ressaltar a perspectiva de Bourdieu sobre a leitura substancialista, pois essa foi uma vertente frequente em pesquisas anglo-saxônicas (Nogueira, 2021). O estudo de Lamont e Lareau (1988) permite notar que pesquisas que assumiram a alta cultura inerentemente como uma forma de poder tenderam a deslocar a teoria bourdiana de um arcabouço para o estudo da reprodução social, para uma ferramenta de estudo do processo de aquisição de status social. Lareau e Weininger (2003) também destacam a diferença entre pesquisas que tenderam à leitura substancialista e outras que a evitaram. Os resultados dos autores permitem notar que a leitura

substancialista tende a focar acriticamente em padrões institucionais tidos como legítimos, enquanto ao evitar essa leitura é possível examinar como os recursos culturais estão relacionados ao alinhamento de famílias com esses padrões.

A partir desses fundamentos da teoria bourdiana, esta tese busca evitar a leitura substancialista. Para isso, o ENEM será entendido como parte das estruturas sociais, algo gerado pelas e gerador das estruturas de poder estabelecidas sobre o sistema de educação brasileiro. Os itens de química, como parte do ENEM, são aspectos mais específicos desse jogo de poder, podendo representar um conjunto de conhecimentos ou habilidades tido arbitrariamente como legítimos. Os indicadores socioeconômicos são, a princípio, apenas informações sobre os agentes sem relações com os itens de química. Dessa forma, pouco importa a resposta escolhida, o acerto, o erro, ou o conteúdo do item de química, o interesse é investigar as relações que podem emergir entre as respostas e os condicionantes sociais, a partir das análises desenvolvidas.

Ao exercitar a dialética relacional, Bourdieu (2011) passa a entender a prática social como resultado do produto entre o *habitus* e os capitais somado ao campo em que o agente se encontra. Essa equação revela a relação das três noções fundamentais da teoria bourdiana. O *habitus* pode ser entendido como resultado da incorporação do mundo social, o social feito corpo (Bourdieu, 2009). Produto de uma classe particular de condições de existência, o *habitus* representa uma não consciência que orienta a prática em reconhecer o possível e o impossível, em aceitar o inevitável, transformando a necessidade em virtude (Bourdieu, 2009). O *habitus* também age como uma inércia de grupo, a resistência às mudanças que, para além das normas explícitas, garante o alinhamento das práticas de um grupo ao longo de gerações (Bourdieu, 2015b). Dessa forma, no princípio de qualquer escolha reside uma singela manifestação do *habitus* do agente. A escolha das respostas aos itens de química pode refletir aspectos como a incorporação do social e princípios de um grupo, embora não seja possível e não é o objetivo desta pesquisa capturar o *habitus* dos agentes. O conceito de *habitus* será utilizado como princípio para argumentar que as escolhas (mesmo em uma prova) não são plenamente livres, mas em parte guiadas por toda experiência social dos agentes.

A noção de capital implica reconhecer que quando um grupo ou agente se apropria de um trabalho social acumulado, é possível transformar essa energia social em outra forma de trabalho (Bourdieu 1986). Os capitais representam formas de poder que podem ser acumuladas e especialmente transformadas, sendo capaz de posicionar os agentes no espaço social (Bourdieu,

1986; 2011). Para além das formas específicas de capital, é importante retomar o cuidado com a leitura substancialista, especialmente para o capital cultural. Prieur e Savage (2013) mostram que não podemos assumir o valor inerente a um grau de escolarização ou diploma, uma vez que quando mais pessoas ingressam no nível superior, as posições de elite associadas às Universidades mudam e essas instituições deixam de conseguir comandar seu status social. Nogueira (2021) argumenta que uma noção que considera a incorporação de esquemas mentais e estruturas linguísticas no agente é mais fiel à proposta de Bourdieu sobre capital cultural do que a ideia de que o capital cultural seria um sinônimo de alta cultura (visita a museus, posse de quadros, alta escolaridade etc.). Dessa forma, a classificação entre certo e errado das respostas dos itens de química ou até mesmo o desempenho no ENEM não podem ser concebidos *a priori* como capital cultural, a disposição das respostas na ACM e a proximidade delas aos indicadores socioeconômicos serão as condições para indicar uma possível forma de capital.

A noção de campo constrói uma abstração teórica de um espaço de disputas, ou de jogo, um microcosmo social que opera a partir da crença dos agentes nas regras (não ditas) do jogo e nos objetos de disputas específicos, a exemplo o campo político e o campo acadêmico (Bourdieu, 1983). Contudo, o campo tende a ter barreiras bem estabelecidas e um objeto de disputa específico, condições que não são plenamente atendidas pelos agentes investigados nesta pesquisa, principalmente por não estarem disputando qualquer forma de poder, estão apenas realizando a prova do ENEM. Assim, é mais frutífero mobilizar uma noção mais geral, a de espaço social, que também apresenta uma estrutura multidimensional construída pelo volume e estrutura dos capitais mobilizados pelos agentes (Bourdieu, 2011). O espaço social permite observar a distinção entre grupos a partir das distâncias relativas de suas posições, sendo possível interpretar esse espaço nas divisões entre alto ou baixo volume de capitais e a diferenciação entre os tipos de capitais (alto capital cultural e baixo econômico vs baixo capital cultural e alto econômico, por exemplo) (Bourdieu, 2011). Nesta pesquisa, a construção do espaço social por meio de uma ACM constitui uma análise fundamental, pois permite encontrar a distribuição dos agentes em função de suas respostas aos itens de química e as distâncias entre essas respostas e os indicadores socioeconômicos.

Bourdieu ao longo de sua bibliografia faz pouca menção à educação, contudo duas de suas obras são centradas no estudo do sistema educacional, sendo elas *A reprodução* (Bourdieu; Passeron, 2014) e *The State Nobility* (Bourdieu, 1996). *A reprodução* foi uma obra importante

para, a partir de quatro estudos empíricos, estabelecer proposições sobre as formas de reprodução social via sistema de ensino. Já “*The State Nobility*” foi chamada por Wacquant (2007) de o capital de Bourdieu, demonstrando a relevância desta obra diante da bibliografia do autor. Wacquant (2007) coloca que o objetivo de “*The State Nobility*” foi investigar uma aparente aristocracia da inteligência, revelando uma ordem social arbitrária no poder econômico e político que envolvia as grandes Universidades da França. “[...] O duradouro interesse de Bourdieu pela escola (e, por esta via, pela arte) deriva do papel que ele lhe atribui como garantidor da ordem social contemporânea via magia do Estado que consagra as divisões sociais [...]” (Wacquant, 2007, p. 57). Essas duas obras destacam a relevância do sistema de ensino como parte da estrutura de reprodução social e o potencial da teoria bourdiana em fundamentar pesquisas na área da educação ou ensino.

3.1 Os itens de CNT do ENEM: escolha dos possíveis, herança cultural e estruturas de poder

Diante dessa apresentação dos fundamentos bourdianos, é possível construir um novo olhar sobre os trabalhos que investigaram os itens de CNT. Os trabalhos da educação em ciência foram obtidos por meio de uma revisão bibliográfica nas revistas da área com Qualis entre A1 e A4 (quadriênio 2017-2020), utilizando as palavras-chaves “vestibular”, “Exame Nacional do Ensino Médio” e “ENEM”. Os artigos selecionados foram aqueles que analisavam o ENEM e tinham foco nos itens ou estrutura da prova de CNT.

Stadler e Hussein (2017) investigaram as provas do ENEM entre 2009 e 2014 preocupados com a interdisciplinaridade dos itens de CNT e relataram que os itens foram predominantemente disciplinares e propedêuticos, características que contradizem os Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares (PCN+). Passos e Vasconcelos (2023) analisaram os itens de química dos ENEM de 2017, 2020 e 2021 para classificar a dimensão cognitiva dos itens e encontraram que os três níveis cognitivos mais baixos da classificação utilizada foram predominantes. A perspectiva da alfabetização científica foi utilizada por Rosa, Lorenzetti e Lambach (2019) que avaliaram as provas aplicadas entre 2013 e 2018 e relataram que a maior parte dos itens de química exigiam o menor nível de alfabetização científica, chamados de nominal. Também utilizando a alfabetização científica, Pereira e Moreira (2018) investigaram os itens de química e encontraram que mais de 80% dos itens das provas entre 2009 e 2015 eram focados nos termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais. Esse cenário é contraditório com as orientações da matriz de referência que orienta o ENEM (Pereira; Moreira, 2018). Cintra, Marques Júnior e Sousa (2016) também encontraram incoerências nos itens de química nas provas de 2009 a 2013. Os autores colocam que a maioria dos itens era de baixa demanda cognitiva, enquanto cerca de um terço da matriz de referência apresenta habilidades e competências de alta demanda cognitiva.

Esse conjunto de artigos apresentou em comum uma análise da estrutura das provas do ENEM com base em perspectivas pedagógicas como a alfabetização científica, níveis cognitivos de aprendizado e interdisciplinaridade. O apontamento feito por praticamente todos esses trabalhos foi o de reconhecerem um desalinhamento entre parâmetros oficiais (matriz de referência e PCN+) e as exigências da prova. Esse distanciamento entre a expectativa pedagógica e a exigência do ENEM pode representar uma manifestação da quarta proposição da reprodução proposta por Bourdieu e Passeron (2014) que coloca que o sistema de ensino não é capaz de produzir o arbitrário

cultural que reproduz. Entendendo que o ENEM representa um ato de seleção que legitima a entrada no nível superior, essas pesquisas parecem mostrar que os conhecimentos valorizados no ENEM se sobrepõem às preocupações da educação básica em ciências. Bourdieu (1996, p. 111), ao discutir sobre as disputas envolvendo o que se ensina nas classes preparatórias para as *grandes ecoles*, afirma que “[...] o material ensinado é menos importante em si mesmo do que o que é ensinado além desse material por meio do desafio exigido para sua aquisição”. As exigências de interpretação de texto, alfabetização científica básica e caráter não interdisciplinar estão presentes nos itens de CNT, especialmente nos de química (Pereira; Moreira, 2018; Cintra; Marques Júnior; Sousa, 2016). Esses aspectos podem representar as exigências mais valiosas (de maneira não direta) em itens que agem como legitimadores, permitindo distinguir os pertencentes dos não pertencentes ao nível superior.

O foco na estrutura da prova foi útil para notar o desalinhamento entre as exigências do ENEM e as propostas de caráter curricular e escolar. Um segundo grupo de artigos ajuda a avançar nessa discussão ao incluir as respostas dadas aos itens nessa análise. Ciszewski, Sousa e Cintra (2019) investigaram os acertos nos itens de química dos ENEM de 2009 a 2013 para encontrar os conceitos exigidos e compará-los ao currículo e ao material didático paulista. Os autores mostraram que esse material didático não foi capaz de fornecer plenamente os subsídios para resolver cerca de 33% das questões avaliadas e que as menores taxas de acertos estavam nas subáreas de físico-química, química ambiental e química orgânica. Ciszewski, Sousa e Cintra (2019) também criticam o relativo aumento no número de itens envolvendo química orgânica, uma vez que esse é um assunto abordado por apenas um quarto do currículo proposto para o último ano da educação básica. Vizzotto (2022a) executou técnicas psicométricas para avaliar os itens de física dos ENEM aplicados entre 2009 e 2019 e encontrou que aproximadamente 80% dos itens são inadequados, apresentando distorções nos indicadores de qualidade. Utilizando a mesma abordagem, Vizzotto (2022b; 2022c) também avaliou os itens de biologia. Os resultados do autor mostraram que, para os itens classificados como ruins, a biologia apresentou a menor proporção (13%), seguida pela química e física, que apresentaram aproximadamente metade dos itens como ruins. As dificuldades nos itens de física foram investigadas por Marcom e Kleinke (2016), nas provas de 2009 a 2012, sendo elas: erros de unidades de medidas, formas simbólicas da física, conceitos não científicos e má interpretação de imagens. De forma semelhante, Barroso, Rubini e Silva (2018) avaliaram as respostas dadas aos itens de física dos ENEM entre 2009 e 2014 e

relataram dificuldades conceituais nos temas de força e movimento, atrito e gravidade. Isso levou os autores a concluir que conceitos básicos de mecânica, fenômenos térmicos e ótica geométrica praticamente não são aprendidos pelos concluintes da educação básica.

Ao incluir as respostas nas análises, esse segundo grupo de artigos contribui para a interpretação de que há conhecimentos ou habilidades que são priorizadas em detrimento de outras e que isso gera especificidades de áreas do conhecimento e até mesmo de currículos. Mesmo considerando as áreas da prova de CNT, foi possível encontrar temas ou conhecimentos que são dominados por poucos agentes como a química orgânica (Ciszevski; Sousa; Cintra, 2019), óptica geométrica (Barroso; Rubini; Silva, 2018) e até a influência de concepções não científicas sobre a capacidade de resolver o exame (Marcon; Kleinke, 2016). A existência desses temas marcados pela dificuldade, acrescidos por problemas da dimensão da organização escolar (Ciszevski; Sousa; Cintra, 2019) e da qualidade dos próprios itens da prova (Vizzotto, 2022a; 2022b; 2022c) compõe um amálgama que parece revelar a ação pedagógica como um trabalho de violência simbólica (Bourdieu; Passeron, 2014). Enquanto uma imposição de um arcabouço cultural ou mental alheio e tido como legítimo sobre todos, a violência simbólica está na base do sistema de ensino (Bourdieu; Passeron, 2014) e pode estar se manifestando no ENEM na forma dessas dificuldades. Esses dados retomam a preposição da escolar reproduzir o que não produz e fomenta primeiros indícios de que o alinhamento entre família e escola é a base para a boa relação entre o agente e o sistema de ensino, uma vez que a escola tende a não ensinar aquilo que exige (Bourdieu, 2015a).

As dificuldades também podem representar indícios de uma hierarquia interna às próprias áreas do conhecimento, ao tornarem certos manejos e habilidades mais raras. Discorrendo sobre a função dualista das instituições de nível superior, Bourdieu (1996) reconhece que essas instituições não podem ser reduzidas à função técnica de reproduzir habilidades técnicas. As instituições de nível superior operam em uma estrutura quiasmática que direciona estudantes menos selecionados aos docentes e a educação mais cientificamente raros, enquanto os estudantes mais preparados para a pesquisa são submetidos a uma educação mais escolástica (Bourdieu, 1996). Essa dinâmica peculiar é explicada por Bourdieu (1996, p. 100, tradução nossa) ao dizer que “[...] a lógica da divisão do trabalho intelectual e científico é constantemente obscurecida pela lógica da divisão do trabalho de dominação”. Assim, esses conhecimentos ou habilidades rarefeitas entre os agentes que almejam ingressar na dimensão científica do sistema de educação brasileiro, podem nutrir alguma relação de poder, de dominação.

Ainda que esses resultados fomentem indícios dos mecanismos de reprodução e de poder na prova de CNT, os contextos sociais dos agentes não foram incluídos nas análises. Um terceiro grupo de trabalhos desenvolveram análises a partir da relação entre as respostas do questionário socioeconômico e dos itens de CNT do ENEM. Navarro et al. (2021) investigaram o ENEM de 2017 e encontraram que a distância do desempenho na prova de CNT entre alunos de escola estadual e privada é maior quanto maior o desempenho; na faixa de 900 pontos existem 55 alunos de escola privada para um de escola estadual. Lima Júnior e Fraga Júnior (2021) investigaram o desempenho em CNT entre os ENEM de 2012 a 2019 e também encontraram a escola como fator relevante, sendo mais impactante que a origem social (escolaridade e renda familiar) nos modelos analíticos utilizados. Kleinke (2017) utilizou os dados dos ENEM de 2011 a 2014 para construir um indicador de classe social (baseada principalmente em recursos familiares) e relacioná-lo às respostas dos itens de física. Como principais resultados, o autor encontrou que a média de acertos da classe alta é o dobro da classe baixa e que itens que exigem mais fixação de conteúdos e desenvolvimento de cálculos estão mais associados às classes sociais.

Esse terceiro conjunto de trabalhos inclui um aspecto essencial para a teoria bourdiana, a origem social dos agentes. Em especial, os três trabalhos citados de alguma forma conectam família e escola aos resultados do ENEM. Essa relação é importante, pois a trajetória escolar é dependente e exige certas disposições, formas de comunicação, disciplinas, perspectivas, uma espécie de *habitus* herdado da família, nas palavras de Bourdieu e Passeron (2014, p. 67):

“[...] a aceitação do TP [trabalho pedagógico] secundário pressupõe que os destinatários sejam dotados do *habitus* adequado (isto é, do *ethos* pedagógico e do capital cultural próprio aos grupos ou classes dos quais ele reproduz o arbitrário cultural)”.

A relação dos bens familiares, como a escolaridade dos pais e renda, desempenham um significativo efeito sobre a nota em CNT do ENEM (Kleinke, 2017; Lima Júnior; Fraga Júnior, 2021) é um indício de conexão entre um capital cultural e as exigências envolvendo os itens de CNT. Essa herança familiar de disposições incorporadas, o capital cultural incorporado (Bourdieu, 1986), harmoniza o agente à escola e torna a trajetória escolar como algo natural (Bourdieu, 2015a). Na ausência dessa harmonização, as expectativas subjetivas conflitam com as probabilidades objetivas, o que pode levar a exclusão sem exame ou em última instância ao fracasso nos exames de seleção (Bourdieu; Passeron, 2014). As dificuldades da prova de CNT mostram que aspectos como a não familiaridade com formas de linguagem das CNT e noções conceituais não científicas (Marcon; Kleinke, 2016) podem indicar partes um arbitrário cultural

legítimo que conflita com as disposições e experiências dos grupos familiares dos agentes. Já as dificuldades relacionadas a conteúdos específicos das CNT (Barroso; Rubini; Silva, 2018; Ciszewski; Sousa; Cintra, 2019) pode refletir a escolaridade de famílias que não concluíram a educação básica. Claussen e Osborne (2013) afirmam que as ciências naturais tendem a ter o próprio vocabulário e uma comunicação em linguagem acadêmica que não é compressível aos alunos, o que compõe uma forma de violência simbólica.

O relevante papel da escola sobre o desempenho não deve ser entendido como separado dos costumes familiares, uma vez que a família tem o poder da escolha da escola. Essa escolha pode ser bem planejada e, ao mesmo tempo, denegada de uma lógica simples, assim como Almeida e Nogueira (2002) relatam ao investigar a escolarização de famílias de elite no Brasil. O primeiro fator das elites analisadas é a trajetória completa na rede privada de ensino, escolha que se dá principalmente pela localização das escolas, pelas famílias que a frequentam e pela moral do processo pedagógico (Almeida; Nogueira, 2002). A desconfiança do setor público de ensino e essa exclusividade de uma forma de educação essencialmente privada e focada em garantir uma hegemonia de público também era característica das escolhas da burguesia empresarial estudadas por Bourdieu (1996). Nas palavras de Bourdieu (1996, p. 6, tradução nossa):

A modalidade da relação que um indivíduo mantém com a escola, com a educação que ela transmite e com a linguagem que ela usa e exige depende da distância entre o seu meio familiar e o mundo acadêmico e das suas chances genéricas de sobrevivência no sistema.

Dessa forma, a relação do aluno com a escola é homóloga a posição acadêmica associada objetivamente ao seu grupo de origem, a facilidade na escola ou na trajetória escolar é o reflexo da cultura acadêmica tida como cultura nativa. Entendo ser importante destacar também que a escolha da escola no Brasil está associada à posse de recursos financeiros familiares suficientes para realizá-la. Esses recursos podem ser entendidos como indicadores do capital econômico familiar (Bourdieu, 1986), pois dispõe de posses de caráter econômicas fartas o suficiente para manter ou reproduzir o status social da família. Assim, a escolha da escola e no geral a relação com o sistema de ensino também pode representar a reprodução, reconversão ou até a diversificação do volume de capitais tradicionalmente presentes nesses grupos familiares (Bourdieu, 1986).

Essa relação entre os itens das provas, as respostas e os contextos dos agentes respondentes foram desenvolvidos em dois dos trabalhos encontrados. Marcon e Kleinke (2021) analisaram os itens de física do ENEM entre 2009 e 2017 caracterizando a dimensão cognitiva dos itens,

contabilizando as taxas de acertos e cruzando esses dados com variáveis extraclasse como escolaridade dos pais. Em relação à dificuldade, em torno de 64% dos itens envolvendo o domínio de conceitos da física e 82% dos que exigiam domínio de cálculos foram classificados como difíceis (Marcon; Kleinke, 2021). Os autores também notaram que maiores frequências de acertos em itens que exigiam familiaridade com a linguagem da física estavam relacionadas a maiores níveis de escolaridade da mãe. Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) investigaram os itens de física do ENEM de 2009, buscando aqueles com baixa associação entre o acerto e o nível socioeconômico dos respondentes. Por meio do cálculo de um indicador de nível socioeconômico e uma análise de índice de Gini, os autores notaram que dois grupos de itens se destacavam, itens de caráter quantitativo e os de caráter qualitativo. Enquanto os itens qualitativos apresentaram maior média de acertos e baixa associação com o nível socioeconômico, os quantitativos apresentaram baixa taxa de acerto e intensa associação ao nível socioeconômico (Nascimento; Cavalcanti; Ostermann, 2018). Os autores ainda sugerem que seria possível construir uma prova com itens de física capazes de avaliar os conhecimentos dos candidatos, buscando elaborar itens qualitativos semelhantes aos menos associados com o nível socioeconômico.

Os trabalhos de Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) e Marcon e Kleinke (2021) sustentam minha argumentação sobre a escolha das respostas não serem plenamente aleatórias ou completamente conscientes, mas fruto de um complexo sistema que reflete relances do *habitus* e dos capitais dos agentes. Ao condensar os três aspectos que puderam ser observados nos conjuntos de trabalhos anteriores, Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) e Marcon e Kleinke (2021) também permitiram notar que um possível espaço escolar (espaço social que abriga os agentes inseridos de forma ampla em instituições educacionais) reflete por homologia a distribuição do campo das classes sociais, sendo que essa distribuição apresenta características próprias nas diferentes áreas do conhecimento. Nas palavras de Bourdieu (1996, p. 117, tradução nossa, grifo nosso), a instituição escolar

[...] distribui os alunos entre classes acadêmicas que estão (estatisticamente) alinhadas com sua classe social de origem, impondo princípios de divisão que são tanto objetivados em estruturas quanto incorporados em disposições. Por outro lado, ela faz com que os alunos contribuam para sua enorme tarefa de agregação e segregação, implementando **em suas escolhas entre trilhas, disciplinas e áreas de estudo**, assim como os professores fazem ao avaliar seu trabalho, taxonomias acadêmicas que, como simples taxonomias sociais renunciadas, foram lentamente inscritas em seu inconsciente por meio de sua experiência prolongada com veredictos magistrais e divisões da instituição educacional [...].

Isso permite reconhecer que as divisões e disposições construídas pela instituição educacional inscrevem nos agentes os fundamentos para a reprodução de sua estrutura, sendo a dimensão da área de estudo um dos fatores que constitui as taxonomias acadêmicas. Pensando na teoria da reprodução enquanto uma visão geral do sistema de ensino como parte de uma estrutura de poder, reconheço que os resultados apresentados na bibliografia citada refletem aspectos desse fenômeno. Contudo, foi possível reconhecer certas especificidades relacionadas a áreas do conhecimento, especificamente para esta pesquisa as áreas de ciências naturais como química, física e biologia, mas que provavelmente também poderiam ser observadas nas ciências humanas, por exemplo. Essas características podem ser aspectos bastante específicos em relação a outros fatores sociais como renda e escolaridade, mas constituem expressões dos mecanismos de reprodução manifestados à maneira de cada área do conhecimento.

Essa breve revisão bibliográfica também possibilitou reconhecer outros aspectos da lacuna sobre relações entre a estrutura da prova e a dimensão socioeconômica. A princípio é possível reconhecer que há estudos traçando essa relação, mas que são poucos e recentes e nenhum abordou os itens de química. Trabalhos como os de Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) Lima Júnior e Fraga Júnior (2021) mobilizaram conceitos bourdianos para analisar parte dos dados, mas não desenvolveram uma abordagem analítica mais descritiva do espaço social como a ACM. Já os trabalhos que abordaram os itens de química tiveram caráter qualitativo e focaram nas propriedades internas dos itens ou em relação a aspectos curriculares.

Outro aspecto possível de ser reconhecido são as formas de abordar as respostas ou distratores do ENEM pela área de educação em ciências. Observando apenas os trabalhos que propuseram analisar os itens do ENEM e suas respostas, existe uma abordagem focada na estatística dos itens (Barroso; Rubini; Silva, 2018; Marcom; Kleinke, 2016; 2021; Vizzoto, 2022a; 2022b; 2022c; Ciszewski.; Sousa; Cintra, 2019). Seja utilizando estatísticas elaboradas como a TRI ou abordagens mais simples como média e frequência, esses trabalhos avaliam os itens em si, não incluindo variáveis socioeconômicas ou de qualquer outra natureza. O trabalho de Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) inclui as variáveis socioeconômicas ao custo de não contemplar os distratores individualmente, considerando as respostas como correta ou incorreta. Kleinke (2017) empenhou um esforço de construir uma medida de nível socioeconômico e observou a frequência com que cada resposta era escolhida em função desse nível. Essa abordagem se aproxima da proposta desta pesquisa, contudo apresenta limitações. A primeira limitação que pode

ser apontada é que uma resposta ser mais frequente em um determinado grupo não significa que há uma relação, correlação ou causalidade entre essas duas variáveis. Uma outra limitação pode ser observada ao analisar os resultados obtidos pelo autor, muitos dos itens tinham uma sobreposição das respostas incorretas, o que gerou situações que não permitiam análises diferentes de considerar uma resposta correta e as outras incorretas, sem diferenciações entre as incorretas. Esses trabalhos revelam que a abordagem das respostas individualmente é rara nessa área e que formas de incluir discussões socioeconômicas ainda se mostram um desafio. A bibliografia citada revela que as pesquisas utilizam as abordagens em isolado, TRI e estatística, por exemplo, ou abordagem qualitativas e sociológicas. Sendo assim, uma abordagem que busca observar resultados psicométricos e outras formas de estatística a partir de um referencial sociológico não foi relatada na literatura da área. Esta pesquisa toma por base os estudos precedentes e busca avançar na abordagem das respostas ao utilizar uma técnica que permite relacionar as respostas individuais com os indicadores socioeconômicos e outra que possibilita relacionar o nível de habilidade com a resposta escolhida. Ainda que as técnicas sejam diferentes e que a relação entre os resultados seja construída de forma argumentativa, essa abordagem é inédita, com potencial de superar as limitações apontadas nos estudos anteriores e de apresentar uma nova forma de interpretar os resultados do ENEM.

Reconheço então que há uma lacuna de estudos estatísticos que focam na relação entre a estrutura dos itens e os condicionantes sociais para áreas do conhecimento diferentes da física, em específico a química. A partir dessa lacuna, as análises sobre os itens de química da prova do ENEM aplicada em 2019 estão desenvolvidas partindo de uma ACM que posicione os agentes a partir de suas respostas.

4 Metodologia

Esta pesquisa iniciou com a coleta e organização dos microdados do ENEM disponibilizados no site do INEP², na forma de dados abertos. O ENEM ocorre uma vez ao ano, evento nomeado de aplicação, podendo acontecer mais de uma aplicação do exame ao ano, por conta de imprevistos ou de públicos especiais, como a aplicação em unidades prisionais. As provas são impressas em diferentes versões, chamados cadernos, diferenciados de acordo com a cor de sua capa, podendo ser, por exemplo, amarelo, azul, branco ou rosa. Todas as cores dos cadernos contêm as mesmas questões, mas em ordem diferente. As aplicações são feitas ao longo de dois dias com um caderno contendo 90 itens em cada dia e uma redação em um dos dias. Itens, denominação das questões no ENEM, são planejados para medir habilidades escolares, facilitar a correção e são compostos pelas partes: o texto base apresenta o item a partir de uma situação-problema, que contextualiza a questão em algum aspecto do cotidiano; o enunciado conecta o texto base à pergunta e apresenta de forma clara a exigência para resolver o problema; os distratores são as respostas incorretas, que devem ser plausíveis, retratar alguma dificuldade em relação à habilidade avaliada e não ter caráter de confundir ou de enganar o respondente; o gabarito corresponde à resposta correta (Brasil, 2005). A estrutura do item mostra que os distratores, as respostas incorretas, buscam contemplar uma estrutura lógica em relação ao conhecimento exigido pelo problema, o que contribui para a tese central desta pesquisa.

Dentre os mais de 20 anos de aplicações disponíveis, a aplicação do ano de 2019 foi selecionada por ser a aplicação mais recente que não sofreu os efeitos da pandemia de Covid-19. Há cinco anos, a Organização Mundial da Saúde declarou o início da pandemia do coronavírus, o que afetou diversas dimensões da vida de todos e, em especial, as atividades públicas e presenciais como a escola. No Brasil, as escolas foram fechadas e houve a tentativa de manter as atividades por meio de plataformas digitais. Contudo, diversas notícias³ mostram que o fechamento das escolas foi prejudicial ao processo de escolarização, especialmente ao intensificar a evasão escolar.

² Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos>, acesso em 15 jun. 2024.

³ A exemplo das notícias sobre os impactos da pandemia na escolarização, os seguintes *links* podem ser consultados: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/covid-19-extensao-da-perda-na-educacao-no-mundo-e-grave> Acesso em: 01 jun. 2025
<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/rfi/2021/04/05/fechamento-de-escolas-durante-pandemia-fez-brasil-regredir-duas-decadas-em-materia-de-evasao-escolar-diz-representante-do-unicef.htm> Acesso em: 01 jun. 2025

O arquivo disponibilizado pelo INEP contém, além dos microdados, cópias dos gabaritos, um dicionário das abreviações utilizadas, documentos oficiais como o manual do candidato e a matriz de referência da prova e a relação de cada item da prova com as habilidades e competências da matriz de referência. Os microdados em conjunto com o dicionário permitem acessar as respostas do questionário socioeconômico, enquanto o documento que relaciona as habilidades e competências aos itens permite saber qual área específica do conhecimento está sendo avaliada em cada item da prova. Esses dois conjuntos de informações são centrais para esta pesquisa e serão mais detalhados ao longo desta seção.

A linguagem de programação R, por meio do *software* RStudio, foi utilizada para a leitura, tratamento e análise dos dados. O primeiro tratamento consistiu em selecionar apenas os agentes que responderam ao caderno azul (selecionado de forma aleatória), por meio do filtro da variável correspondente à cor da prova (CO_PROVA_CN). O segundo passo foi separar as respostas aos itens em colunas individuais e nomeá-las com a mesma numeração da prova, esse processo foi realizado por meio da biblioteca *tidyr* pela função *tidyr::separate*. A partir dos dados organizados, foram selecionadas as questões que coletam informações de dimensão socioeconômica, que podem ser entendidas como indicadores de capitais, como realizado em um trabalho anterior (Moris *et al.*, 2022). Assim, foram selecionadas questões sobre a escolaridade dos pais, a categoria socioprofissional dos pais, a renda familiar, a dependência administrativa da escola de ensino médio e o domínio da escrita formal da língua (medido em uma das competências da redação).

Esse conjunto de variáveis contempla indicadores de capital cultural (escolaridade dos pais), uma vez que esse capital é fortemente herdado da família, e de capital econômico, na forma da renda e da profissão dos pais (Bourdieu, 1986). Esses capitais podem posicionar seus detentores em um espaço social multidimensional, organizado em razão do volume e estrutura de capitais (Bourdieu, 2011). Dessa forma, essas informações não são entendidas diretamente como capitais, mas como aspectos que podem distinguir os agentes analisados.

O segundo conjunto de dados consistiu na seleção dos itens do ENEM focados em avaliar a habilidade em química no caderno azul que contém a prova de CNT com 45 questões de múltipla escolha. Segundo o documento disponibilizado junto aos microdados pelo INEP, seis dos 45 itens

<https://cienciaparaeducacao.org/blog/2023/09/29/o-impacto-da-pandemia-de-covid-19-na-educacao-panorama-e-desafios-no-cenario-brasileiro/> Acesso em: 01 jun. 2025

<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2021/04/05/fechamento-de-escolas-durante-pandemia-fez-brasil-regredir-duas-decadas-em-materia-de-evasao-escolar-diz-unicef.ghtml> Acesso em: 01 jun. 2025

avaliaram a competência de Área 7, descrita como: “Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas” (Brasil, 2019b). No total a matriz de referência do ENEM apresenta oito competências e 27 habilidades. As três últimas competências, seis, sete e oito, fazem menção direta às disciplinas de física, química e biologia, respectivamente. As demais competências geralmente tratam as áreas do conhecimento como ciências da natureza, buscando avaliar aspectos como a preservação ambiental, saúde humana e processos e tecnologias próprias das ciências da natureza. Dessa forma, os seis itens da competência sete foram selecionados, por avaliarem conhecimentos específicos da área da química e garantir uma classificação mais objetiva dos itens. Os itens selecionados foram nomeados de acordo com sua numeração no caderno azul, isso permite ao leitor saber a ordem em que os itens aparecem na prova e um possível diálogo com outros trabalhos que avaliam esse mesmo caderno do ENEM.

Com todos os dados selecionados, executei filtros para remover respostas em branco e respostas do tipo “não sei”, para garantir maior homogeneidade, resultando em um total de 183.047 respondentes. A principal variável responsável pela redução no número de respondentes foi a informação sobre a dependência administrativa da escola. Essa variável, nomeada pelo dicionário do INEP como “TP_DEPENDENCIA_ESCOLA” apresentou cerca de 77% de respostas em branco (NA) considerando os microdados completos e aproximadamente 74% considerando os respondentes do caderno azul selecionado. Assim, este filtro excluiu cerca de 680 mil respondentes de um total aproximado de 925 mil respondentes do caderno azul. A escolaridade e categoria profissional dos pais também contribuíram para uma redução significativa. Somando as respostas “não sei” dessas quatro variáveis, houve a exclusão de aproximadamente 52 mil respondentes. Uma breve caracterização dessa amostra em função de gênero, etnia e dependência administrativa da escola em comparação com os dados do censo demográfico e escolar está apresentada na Tabela 1 abaixo. Informações sobre geolocalização como município, estado ou região do país não são fornecidas nos microdados do ENEM de 2019.

Tabela 1: caracterização da mostra em relação às proporções em nível nacional.

ENEM 2019	Brasil ⁴
-----------	---------------------

⁴ Informações sobre sexo e cor/raça retiradas da última pesquisa do censo disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=BR>. Acesso em: 30 mai. 2025.

Sexo	Homens	42%	48%
	Mulheres	58%	51%
Cor/raça	Branca	41%	43%
	Parda	45%	45%
	Preta	11%	10%
	Amarela + Indígena	3%	~1%
Escola	Estadual	75%	84%
	Federal	5%	3%
	Municipal	1%	1%
	Privada	18%	13%

Fonte: elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e INEP.

A Tabela 1 permite notar que a seleção aleatória do caderno azul do ENEM de 2019 guarda proximidade ao cenário brasileiro, o que indica que os casos com baixa representatividade como cor ou raça Amarela e Indígena e estudantes de escolas municipais e federais são reflexo do cenário nacional. Dessa forma, a amostra apresenta um equilíbrio entre homens e mulheres e brancos e não brancos e um maior percentual de estudantes de escolas estaduais.

Com uma amostra de mais de 180 mil respostas e 12 variáveis diferentes, faz-se necessária a utilização de análises estatísticas para a interpretação desse alto volume de dados. A forma de estudo da sociedade proposta pela teoria bourdiana parte geralmente das análises das distâncias entre agentes no espaço social, construído a partir da técnica de ACM (Bourdieu, 1996; 2011). Dessa forma, nas próximas subseções, são apresentados os fundamentos da ACM, o tratamento das variáveis para construção do espaço social dos itens de química do ENEM e os princípios do conjunto de técnicas psicométricas chamado de Teoria de Resposta ao Item (TRI) e os fundamentos da aplicação do Modelo de Resposta Gradual (MRG).

4.1 Análise de Correspondência e a teoria de Bourdieu

Para investigar as possíveis relações entre as respostas aos itens de química e os condicionantes sociais, é preciso posicionar os agentes para observar as distâncias que os distinguem. Em *A Distinção*, Bourdieu (2011) utilizou respostas sobre os gostos envolvendo música, compositores, alimentação e arte para construir um gráfico que apresentava distâncias entre os agentes, por meio de uma análise de correspondência. Esse gráfico, interpretado como o espaço social, possibilitou uma percepção visual sobre quais gostos tendem a se aproximar e quais tendem a se afastar. Contudo, esses dados não permitem saber o que pode produzir essas posições. Para avançar na discussão, Bourdieu (2011) inclui dados socioeconômicos à análise de uma forma que não afete a posição dos agentes. Esse espaço social combinando gostos e informações socioeconômicas permite observar quais condicionantes sociais (renda, profissão, escolaridade etc.) ocupam posições próximas aos agrupamentos de gosto. A proximidade entre as variáveis que construíram as posições (gostos) e os condicionantes sociais possibilita a interpretação de que o espaço social dos gostos é estruturado pelos condicionantes sociais (Bourdieu, 2011; Le Roux; Rouanet, 2010). Outro alinhamento da ACM à teoria bourdiana é a não necessidade da pressuposição de relações *a priori* entre as variáveis (como a definição de uma variável independente), o que minimiza o risco de realizar uma leitura substancialista sobre a relação entre as práticas e as condições sociais dos agentes (Bertoncelo, 2022).

Um exemplo de uso de técnicas de análises de correspondência para um espaço relacionado à educação é apresentado por Rouanet (2006). O autor começa propondo um estudo de um espaço educacional construído a partir de respostas de alunos sobre vários assuntos, sendo essas respostas as variáveis que constroem as posições dos agentes. Rouanet (2006) continua dizendo que, ao inserir variáveis como gênero ou idade nesse espaço, possibilitaria refletir sobre como meninos e meninas se dispersam ou, até mesmo, observarmos um efeito de gênero ou predição. Esses exemplos mostram como dois conjuntos de variáveis são empregados para a construção de uma ACM, as variáveis ativas e as suplementares. As variáveis ativas são as responsáveis por construir as distâncias e posições dos agentes ao longo das dimensões (eixos) do espaço social (Le Roux; Rouanet, 2010). Já as variáveis suplementares não contribuem para a definição das distâncias, são pontos sem peso ou massa projetados sobre as nuvens de modalidades (Bertoncelo, 2022; Le Roux; Rouanet, 2010).

Como no exemplo de Rouanet (2006), se uma pesquisa busca explicar o espaço do estilo de vida, ela pode utilizar perguntas sobre estilo de vida como variáveis ativas e outras variáveis (socioeconômicas, por exemplo) para auxiliar a entender essas posições no espaço estilo de vida. De modo similar, esta pesquisa, que busca entender um espaço social sobre o desempenho em uma prova, pode utilizar as respostas aos itens da prova como variáveis ativas para construir um espaço social e as informações sobre a origem socioeconômica como variáveis suplementares para investigar a estrutura desse espaço. Nesta pesquisa, as respostas aos itens de química são as variáveis ativas usadas para construir as distâncias e posições dos agentes. Essa configuração permite que as posições dos agentes sejam calculadas a partir do padrão de respostas aos itens de química, um indicador do domínio ou habilidade do agente sobre essa área do conhecimento. Para buscar uma possível predição para essas posições, as informações socioeconômicas são utilizadas como variáveis suplementares.

No Quadro 1 abaixo, apresento de forma sintética os seis itens selecionados como variáveis ativas. Cada item será mostrado na íntegra ao longo da seção de Resultados e Discussão como forma de deixar o texto mais coeso e fluído.

Quadro 1: descrição dos seis itens selecionados da prova do ENEM de 2019.

Item	Habilidades	Objeto do conhecimento
P91	H27 – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.	Transformações Químicas e Energia
P99	H27 – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.	Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente
P108	H24 – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.	Transformações Químicas
P115	H26 – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.	Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente
P118	H25 – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.	Transformações Químicas e Energia
P134	H24 – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.	Materiais, suas propriedades e usos

Fonte: elaboração própria com informações dos microdados no ENEM de 2019 (Brasil, 2019b).

As competências determinadas pelo INEP presentes na matriz de referência do ENEM contemplam habilidades correspondentes, sendo que a competência sete apresenta quatro

habilidades (Brasil, 2019b). O INEP não disponibiliza uma relação entre os itens e os objetos do conhecimento, assim, o Quadro 1 foi construído com base em outros trabalhos que também discutiram os itens de química no ENEM (Pereira; Moreira, 2018; Cintra; Marques Júnior; Sousa, 2016; Ciszewski; Sousa; Cintra, 2018). O Quadro 1 mostra que o conjunto dos seis itens selecionados agrupa todas as habilidades que a competência sete aborda. As habilidades H24 e H27, que avaliam a utilização de códigos da química e propostas de intervenção, respectivamente, foram as únicas que se repetiram. Em relação aos objetos do conhecimento, ainda que a matriz de referência apresente divisões como Transformações Químicas e Transformações Químicas e Energia, noções sobre transformações químicas foram avaliadas por metade dos itens selecionados. Nesse sentido, o conjunto de itens selecionados, classificados pelo INEP como capazes de avaliar a competência dos agentes em apropriar-se dos conhecimentos de química, tenderam a priorizar a habilidade de compreender os códigos da química, propor intervenções e o conhecimento sobre as transformações químicas. Essas características podem representar os primeiros indícios do espaço social que será construído a partir desses itens. O conhecimento das transformações químicas e o reconhecimento dos códigos químicos podem representar indícios de uma forma legítima de conhecimento, legitimado arbitrariamente nesse espaço social pela entidade detentora do poder de legitimar, o INEP (Bourdieu, 2014).

O conjunto de variáveis ativas contemplou um total de seis variáveis e, consequentemente, 30 categorias ou modalidades. Ao realizar a ACM, cada modalidade contribuirá para a construção do eixo, valor chamado de inércia do eixo (Hjellbrekke, 2019). Como cada eixo representa uma dimensão do espaço social, uma forma de interpretá-los é analisar as modalidades que apresentam contribuições acima da média, ou seja, acima do valor resultante da divisão de 100 pelo número de modalidades (Le Roux; Rouanet, 2010; Hjellbrekke, 2019). Esse cálculo permite reconhecer quais alternativas de cada item contribuíram mais para criar as distâncias e posições dos agentes, o que permite inferir interpretações das dimensões do espaço social. Contudo, apenas o conjunto de variáveis ativas não fornece informações sobre possíveis explicações para essas posições. As variáveis suplementares são utilizadas para auxiliar nessa lacuna, ao observarmos a proximidade das categorias das variáveis suplementares em relação às ativas, podemos reconhecer um efeito de predição, como mencionado no exemplo de Rouanet (2006). Para ampliar a interpretação desse possível espaço social dos itens de química do ENEM, os indicadores socioeconômicos foram

inseridos como variáveis suplementares. O Quadro 2 abaixo apresenta uma descrição de cada variável suplementar, as possíveis respostas e a codificação realizada.

Quadro 2: Apresentação das informações utilizadas como variáveis suplementares na ACM

Descrição da variável	Respostas	Categorias codificadas
Renda familiar mensal (em Salário Mínimo vigente em 2019, 998,00R\$)	Nenhuma renda.	1SM
	Até R\$ 998,00.	
	De R\$ 998,01 até R\$ 1.497,00.	1_2SM
	De R\$ 1.497,01 até R\$ 1.996,00.	
	De R\$ 1.996,01 até R\$ 2.495,00.	2_3SM
	De R\$ 2.495,01 até R\$ 2.994,00.	
	De R\$ 2.994,01 até R\$ 3.992,00.	3_5SM
	De R\$ 3.992,01 até R\$ 4.990,00.	
	De R\$ 4.990,01 até R\$ 5.988,00.	5_8SM
	De R\$ 5.988,01 até R\$ 6.986,00.	
	De R\$ 6.986,01 até R\$ 7.984,00.	
	De R\$ 7.984,01 até R\$ 8.982,00.	8_11SM
	De R\$ 8.982,01 até R\$ 9.980,00.	
	De R\$ 9.980,01 até R\$ 11.976,00.	
	De R\$ 11.976,01 até R\$ 14.970,00.	>11SM
	De R\$ 14.970,01 até R\$ 19.960,00.	
	Mais de R\$ 19.960,00.	
Domínio da escrita formal da língua portuguesa	Até 40 pontos – desconhecimento ou domínio precário	Dom.1
	Entre 40 e 80 pontos – domínio insuficiente	Dom.2
	Entre 80 e 120 pontos - domínio mediano	Dom.3
	Entre 120 e 200 pontos - bom a excelente	Dom.4
Dependência administrativa da escola de ensino médio	Estadual	E.Es
	Federal	E.Fe
	Municipal	E.Mu
	Privada	E.Pr
Escolaridade da mãe	Nunca estudou.	E_m_ne
	Não completou a 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental.	E_m_EF
	Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental.	
	Completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, mas não completou o Ensino Médio.	E_m_EMi
	Completou o Ensino Médio, mas não completou a Faculdade.	E_m_EM
	Completou a Faculdade, mas não completou a Pós-graduação.	E_m_ES
	Completou a Pós-graduação.	E_m_PG
Escolaridade do pai	Nunca estudou.	E_p_ne
	Não completou a 4ª série/5º ano do Ensino Fundamental.	E_p_EF
	Completou a 4ª série/5º ano, mas não completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental.	
	Completou a 8ª série/9º ano do Ensino Fundamental, mas não completou o Ensino Médio.	E_p_EMi

Categoria socioprofissional da mãe	Completo o Ensino Médio, mas não completo a Faculdade.	E_p_EM
	Completo a Faculdade, mas não completo a Pós-graduação.	E_p_ES
	Completo a Pós-graduação.	E_p_PG
	Grupo 1: Lavrador, agricultor sem empregados, bóia fria, criador de animais (gado, porcos, galinhas, ovelhas, cavalos etc.), apicultor, pescador, lenhador, seringueiro, extrativista.	P_m_G1
	Grupo 2: Diarista, empregado doméstico, cuidador de idosos, babá, cozinheiro (em casas particulares), motorista particular, jardineiro, faxineiro de empresas e prédios, vigilante, porteiro, carteiro, office-boy, vendedor, caixa, atendente de loja, auxiliar administrativo, recepcionista, servente de pedreiro, repositor de mercadoria.	P_m_G2
	Grupo 3: Padeiro, cozinheiro industrial ou em restaurantes, sapateiro, costureiro, joalheiro, torneiro mecânico, operador de máquinas, soldador, operário de fábrica, trabalhador da mineração, pedreiro, pintor, eletricista, encanador, motorista, caminhoneiro, taxista.	P_m_G3
	Grupo 4: Professor (de ensino fundamental ou médio, idioma, música, artes etc.), técnico (de enfermagem, contabilidade, eletrônica etc.), policial, militar de baixa patente (soldado, cabo, sargento), corretor de imóveis, supervisor, gerente, mestre de obras, pastor, microempresário (proprietário de empresa com menos de 10 empregados), pequeno comerciante, pequeno proprietário de terras, trabalhador autônomo ou por conta própria.	P_m_G4
	Grupo 5: Médico, engenheiro, dentista, psicólogo, economista, advogado, juiz, promotor, defensor, delegado, tenente, capitão, coronel, professor universitário, diretor em empresas públicas ou privadas, político, proprietário de empresas com mais de 10 empregados.	P_m_G5
Categoria socioprofissional do pai	Grupo 1: Lavrador, agricultor sem empregados, bóia fria, criador de animais (gado, porcos, galinhas, ovelhas, cavalos etc.), apicultor, pescador, lenhador, seringueiro, extrativista.	P_p_G1
	Grupo 2: Diarista, empregado doméstico, cuidador de idosos, babá, cozinheiro (em casas particulares), motorista particular, jardineiro, faxineiro de empresas e prédios, vigilante, porteiro, carteiro, office-boy, vendedor, caixa, atendente de loja, auxiliar administrativo, recepcionista, servente de pedreiro, repositor de mercadoria.	P_p_G2
	Grupo 3: Padeiro, cozinheiro industrial ou em restaurantes, sapateiro, costureiro, joalheiro, torneiro mecânico, operador de máquinas, soldador, operário de fábrica, trabalhador da mineração, pedreiro, pintor, eletricista, encanador, motorista, caminhoneiro, taxista.	P_p_G3
	Grupo 4: Professor (de ensino fundamental ou médio, idioma, música, artes etc.), técnico (de enfermagem, contabilidade, eletrônica etc.), policial, militar de baixa patente (soldado, cabo, sargento), corretor de imóveis, supervisor, gerente, mestre de obras, pastor, microempresário (proprietário de empresa com menos de 10 empregados), pequeno comerciante, pequeno proprietário de terras, trabalhador autônomo ou por conta própria.	P_p_G4
	Grupo 5: Médico, engenheiro, dentista, psicólogo, economista, advogado, juiz, promotor, defensor, delegado, tenente, capitão, coronel, professor universitário, diretor em empresas públicas ou privadas, político, proprietário de empresas com mais de 10 empregados.	P_p_G5

Fonte: elaboração própria com informações do INEP.

O Quadro 2 permite demonstrar que a codificação teve a intenção de agrupar algumas respostas para que a quantidade de respostas de cada variável suplementar fosse semelhante, em torno de cinco opções, o que ajuda na interpretação visual do gráfico gerado pela ACM. A variável de renda familiar pode ser um indicador de capital econômico. Ainda que dinheiro não seja sinônimo de capital econômico, entendendo a renda como um recurso plausível de ser convertido em formas de capitais (Bourdieu, 1986). Bertonecelo (2015) coloca que o Brasil apresenta um sistema educacional estratificado economicamente, o que torna o capital cultural dependente do capital econômico.

O tipo de escola frequentada pode ser um indicador intermediário entre os capitais cultural e econômico, pois envolve a relação da família com a escola, no sentido do que a escolarização representa para a reprodução da posição dessa família no espaço social. Almeida e Nogueira (2002) mostram que a escolha da escola vai além da qualidade do ensino, aspectos como localização geográfica na cidade (regiões nobres), público frequentado e visão ideológica são fatores decisivos para famílias de empresários, por exemplo. Contudo, essa escolha da escola apenas se dá em famílias com os recursos financeiros suficientes para optar pela rede privada. Assim, é mais frutífero entender o tipo de escola em conjunto com outras variáveis, entendendo a escola como uma escolha alinhada aos aspectos familiares de distinção.

Já as variáveis relacionadas à cultura e ao universo escolar foram entendidas como indicadores de capital cultural. A escolaridade dos pais ou responsáveis, para além do diploma, pode representar a herança transmitida da relação escolar e da visão da escola como algo familiar e natural ou como um universo alheio e abstrato (Bourdieu, 2014; 2015a). A relação com a língua capturada pela nota de redação pode representar parte do capital cultural incorporado do agente (Bourdieu, 1986). Além das relações sociais envolvendo o pleno domínio da língua, no ENEM a nota de redação representa 50% da nota final da prova, o que sustenta assumi-la como um indicador de capital cultural plausível de distinguir os agentes no espaço analisado. Para a classificação do domínio da escrita formal, foram utilizadas as categorias de pontuação disponíveis no documento “A redação no Enem 2019”, disponibilizado pelo INEP (Brasil, 2019a). Nesse documento, o corretor da redação atribui uma quantidade definida de pontos de acordo com o domínio da escrita que o agente demonstra na redação.

As discussões sobre a estratificação social e as categorias socioprofissionais de Carvalhaes e Souza (2014), Scalon (2013) e Scalon e Salata (2012) foram utilizadas para organizar as

categorias socioprofissionais desde ocupações manuais não qualificadas até ocupações qualificadas de gestão. Essas categorias não indicam necessariamente uma forma de capital, mas colaboram para a discussão sobre formas de trabalho mais ou menos prestigiadas socialmente. Em síntese, com base nos autores e em um trabalho anterior (Moris et al., 2022), o Grupo 1 envolve profissões manuais e não-qualificadas, em geral, fora do ambiente urbano; o Grupo 2 contempla ocupações urbanas manuais e não-qualificadas; o Grupo 3 representa as ocupações industriais manuais-qualificadas, geralmente no ambiente industrial; o Grupo 4 representa as ocupações não-manuais qualificadas de rotina; o Grupo 5 agrupa as ocupações qualificadas de gestão.

Ainda que a ACM permita encontrar proximidades entre as alternativas dos itens de química e os condicionantes sociais e está intimamente inserida na teoria bourdiana, ela não nos permite inferir sobre as diferenças que podem existir entre cada alternativa. Com base em um guia de elaboração de itens publicado pelo INEP, temos que cada alternativa incorreta, também chamada de distrator, representa uma dificuldade real, sendo que um “[...] distrator plausível deve retratar hipóteses de raciocínio utilizadas na busca da solução da situação-problema apresentada” (Brasil, 2010, p. 11). No documento sobre a fundamentação teórico metodológica do ENEM, também é esclarecido que “[...] as alternativas incorretas (distratores) representam relações possíveis de serem estabelecidas pelo participante, mas não são condições suficientes para a resolução dos problemas” (Brasil, 2005, p. 104). Dessa forma, é possível entender que os distratores carregam certa ordem representada pelo domínio do conhecimento ou das habilidades necessárias para resolver os itens. Isso expande a compreensão das respostas para além de certas ou erradas e possibilita avançar na interpretação da ACM. Contudo, simultaneamente, é necessário agregar às análises técnicas que sejam capazes de avaliar essas diferenças nas respostas, o que pode ser feito por meio das técnicas de TRI que buscam encontrar traços latentes.

4.2 Fundamentos da Teoria de Resposta ao Item

Esta subseção trata dos fundamentos dos modelos de TRI que englobam as análises de MRG utilizadas para analisar os resultados e possibilitar expandir as interpretações da ACM. A princípio, pode existir certa incompatibilidade entre os modelos de TRI e os fundamentos do pensamento bourdiano, pois esses modelos pressupõem variáveis dependentes e independentes

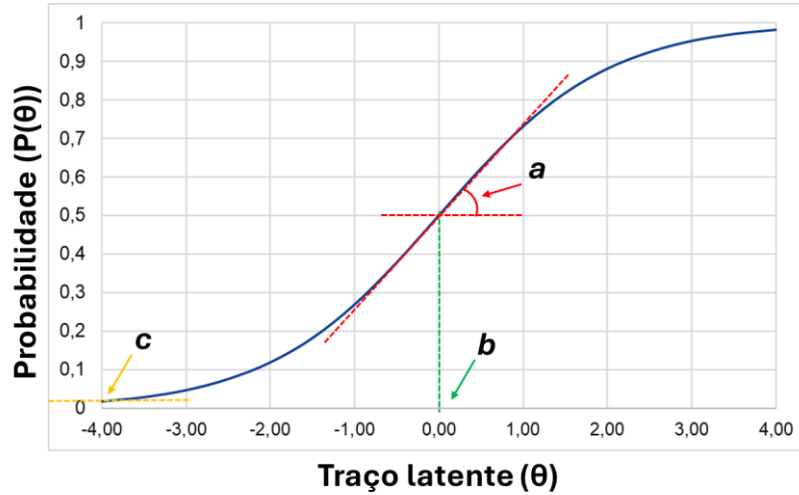
(Embretson; Reise, 2000). Como Bourdieu (2011) argumenta, não seria coerente, no mundo social, pressupor a existência de variáveis que não dependam umas das outras, a exemplo de assumir que renda e escolaridade sejam independentes entre si. Também trabalhei com essa problemática quando argumentei sobre problemas nos estudos sobre capital da ciência que utilizaram apenas análises de regressão logística para classificar atitudes e gostos como partes de um capital (Moris 2021; Moris; Massi; Nascimento, 2022). Contudo, os modelos de TRI serão utilizados não como um quantificador sobre o quanto o acerto depende de outras variáveis, mas sim como um indicador da relação entre características do item e o processo de escolha de uma resposta pelo agente respondente. Assim, o potencial dos modelos de TRI reside na capacidade de avaliar a qualidade dos itens junto à medida de algo que não está explicitamente contido nesses itens, o que é chamado de traço latente (Embretson; Reise, 2000). Esse traço latente representaria o ápice de uma escolha guiada pela incorporação que o agente nutriu ao longo de sua vida, a manifestação do social incorporado (Bourdieu, 2009) que se faz presente na escolha de uma dentre as cinco opções ofertadas pela prova do ENEM.

A TRI é uma abordagem matemática profundamente enraizada na psicologia que visa, em termos probabilísticos, descrever como a resposta de uma pessoa com elevado traço ou característica tende a ser diferente da resposta de outra pessoa com menos desse mesmo traço (Ostini; Nering, 2006). Em um universo em que há respostas corretas, é possível interpretar esse traço, chamado traço latente, como um nível de habilidade, uma vez que é mais provável que indivíduos com altas habilidades forneçam respostas corretas (Araujo; Andrade; Bortotti, 2000). Embretson e Reise (2000) colocam que o objetivo de um modelo de TRI é o encontro entre uma pessoa e um item, uma vez que o padrão das respostas fornecidas é a base para a estimativa do traço latente. Travitzki (2017, p. 264) sintetiza essa medida de habilidade como “[...] um traço unidimensional, porém não observável: tipicamente, uma característica psicológica”.

Os modelos de TRI apresentam duas características fundamentais: a Curva Característica do Item (CCI) possui forma característica (usualmente forma de ogiva) e a independência local entre os itens (Embretson; Reise, 2000). Os modelos de TRI podem ser dicotômicos (certo e errado, elevado e baixo etc.) ou politômicos (mais de duas opções de resposta, a exemplo a escala Likert) (Ostini; Nering, 2006). Também podemos classificar os modelos de acordo com o número de parâmetros medidos e relacionados ao traço latente, o ENEM, por exemplo, utiliza o modelo de

três parâmetros para a correção e cálculo da nota (Brasil, 2021). A Figura 1 abaixo representa um exemplo de CCI, seguindo o formato esperado, e a indicação de três parâmetros nomeados de “a”, “b” e “c”.

Figura 1: Exemplo de CCI para modelos de TRI com a indicação dos parâmetros "a", "b" e "c".



Fonte: elaboração própria.

O modelo de um parâmetro mede o parâmetro “b”, tratado como dificuldade do item, pois representa a quantidade de traço necessária para que a resposta correta seja mais provável (Ostini; Nering, 2006). Já o modelo de dois parâmetros adiciona o parâmetro “a”, chamado de discriminação do item, que apresenta correlações bisseriais com “b” e representa a inclinação da ogiva na CCI (Embretson; Reise, 2000). O terceiro parâmetro, “c”, chamado de acerto casual, mede as chances de pessoas com baixo traço latente acertarem itens que exigem alto traço latente e ajuda no cálculo de itens em que a CCI não atinge o zero (Embretson; Reise, 2000; Ostini; Nering, 2006). O modelo de três parâmetros calcula a probabilidade de acerto considerando os parâmetros “a”, “b” e “c” seguindo a Equação 1 abaixo:

Equação 1: cálculo da probabilidade para um modelo de três parâmetros para respostas dicotômicas.

$$P_{ij} = c_i + (1 + c_i) \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i)}}$$

Fonte: Araujo, Andrade e Bortotti (2000).

Na Equação 1, “i” representa a identificação do item e “j” a do respondente, assim P_{ij} é a probabilidade que o respondente “j”, portador do traço latente θ_j , tem de responder corretamente

ao item “i” que apresenta a dificuldade b_i , a discriminação a_i e o acerto casual de c_i (Araujo; Andrade; Bortotti, 2000). Araujo, Andrade de Bortotti (2000) também esclarecem que não são esperados valores negativos para “a” e que “D” é uma constante igual a 1 ou a 1,7, caso haja necessidade de aproximar os valores aos da função da ogiva normal.

É importante abordar a diferença entre a concepção psicológica presente na fundamentação das técnicas de psicometria, ou seja, na TRI, e a abordagem sociológica bourdiana que fundamenta esta pesquisa. É possível reconhecer um certo conflito entre a ideia de que as respostas seriam explicadas por aspectos psicológicos pessoais e a ideia de que a incorporação do mundo social é uma espécie de orientador das ações. Esta pesquisa não busca unir essas duas perspectivas distintas, mas elaborar e propor um modo de analisar os microdados do ENEM, unindo informações de contexto socioeconômico e de habilidades escolares. Dessa forma, a TRI está sendo empregada como uma ferramenta para captar formas de expressão do processo de escolarização do agente como seu manejo com os conhecimentos transmitidos, o alinhamento de suas ações com as disposições exigidas pela escola e pelo exame e suas chances objetivas de sucesso escolar. Não há uma negação dos fundamentos psicológicos, tampouco das adaptações e pressuposições exigidas pela estatística para transformar as respostas em valores numéricos. Na abordagem proposta, os valores exatos dos traços latentes, discriminação ou dificuldade dos itens não são importantes enquanto um número em si, mas sim como indicadores de diferenciações. A pretensão do emprego dessas técnicas é reconhecer como a escolha de uma resposta pode estar relacionada com aspectos incorporados pelo agente e como essa relação pode diferenciá-los. Pouco importa o valor de -2 ou de +2 de traço latente, o que será observado é a diferença causada por esse traço latente na escolha da resposta. Maiores detalhes sobre a forma de abordar os resultados da TRI estão apresentados nas próximas seções.

Ainda que o modelo de três parâmetros seja uma poderosa ferramenta capaz de estimar uma medida de habilidade ou proficiência (traço latente) em uma prova como o ENEM, há a limitação de reduzir as respostas para apenas duas categorias, certo e errado. Considerando que o INEP (Brasil, 2005; 2010) explicita que as respostas incorretas ainda contemplam certo nível de proficiência, proponho abordar os itens por meio de modelos politômicos. Esses modelos também são sustentados pelos fundamentos da TRI, mas são capazes de abordar mais de duas respostas.

Na subseção seguinte, apresento e discuto o MRG a partir de seus fundamentos e da relação que busco construir com os resultados da ACM.

4.3 Fundamentos do Modelo de Resposta Gradual

A necessidade de avançar para um modelo politômico reside especialmente na ideia que sustenta esta tese, a de que as respostas incorretas não são escolhidas ao acaso; argumento que também encontra força nos fundamentos da elaboração dos itens do ENEM. Além disso, ao construir a ACM tendo os itens como variáveis ativas, já existe um pressuposto de que a distribuição das respostas não formaria um cenário simples, com as respostas corretas agrupadas em um extremo e as incorretas em outro. Não seria suficiente para esta pesquisa resultados de traço latente que indicassem apenas a diferença entre os que acertam e os que erram, o objetivo aqui é buscar a diferença (e se ela existe) entre a escolha de cada uma das cinco respostas possíveis. O MRG proposto por Samejima (1997) atende a essa necessidade, pois pode ser usado para avaliar um nível de aprovação de algum tema, como em uma escala Likert, ou até o desempenho de estudantes em itens de múltipla escolha (Matteucci; Stracqualursi, 2006).

O MRG mede um traço latente que “[...] representa uma construção hipotética subjacente a determinado comportamento humano, como a capacidade de resolução de problemas [...]” (Samejima, 1997, p. 85). Essa medida pode assumir qualquer valor real e tem relação com o padrão de respostas do respondente, permitindo calcular a probabilidade de uma resposta ser escolhida em função do traço latente (Samejima, 1997). Em relação a avaliações escolares, Samejima (2015) afirma que a MRG pode ser usada com categorias de letras ordenadas como A, B, C e D para medir comportamentos como a capacidade de resolução de problemas. Embretson e Reise (2000) também destacam que os modelos politômicos são mais informativos e confiáveis do que os modelos dicotômicos e representam uma relação não linear entre o traço latente e a probabilidade de resposta.

Ostini e Nering (2006) dizem que o fundamento para a elaboração do MRG está na ideia de que cada resposta aos itens exerce certa atração sobre os indivíduos. Essa atração é representada pela função do traço latente, informando a probabilidade de ser atraído por uma resposta específica e de se rejeitar as outras respostas (Ostini; Nering, 2006). O MRG é um modelo de dois parâmetros,

discriminação e dificuldade do item, apropriado para o uso em casos em que exista uma ordem entre as categorias (Embretson; Reise, 2000). Contudo, por existirem mais de duas respostas possíveis, também existe mais de uma delimitação entre a escolha de uma ou outra resposta. Como exemplo, se um item apresenta cinco categorias de respostas, haverá quatro delimitações, chamadas de *thresholds*, a primeira entre a categoria um e a dois, a segunda entre a categoria dois e a três, a terceira entre a categoria três e quatro e a quarta entre a categoria quatro e cinco (Ostini; Nering, 2006). Esses *thresholds* se assemelham ao parâmetro de dificuldade do item nos modelos dicotômicos, pois representam o valor de traço latente em que a probabilidade de escolha é 50% entre as respostas ordinalmente próximas (por exemplo, entre a categoria quatro e a cinco) (Embretson; Reise, 2000).

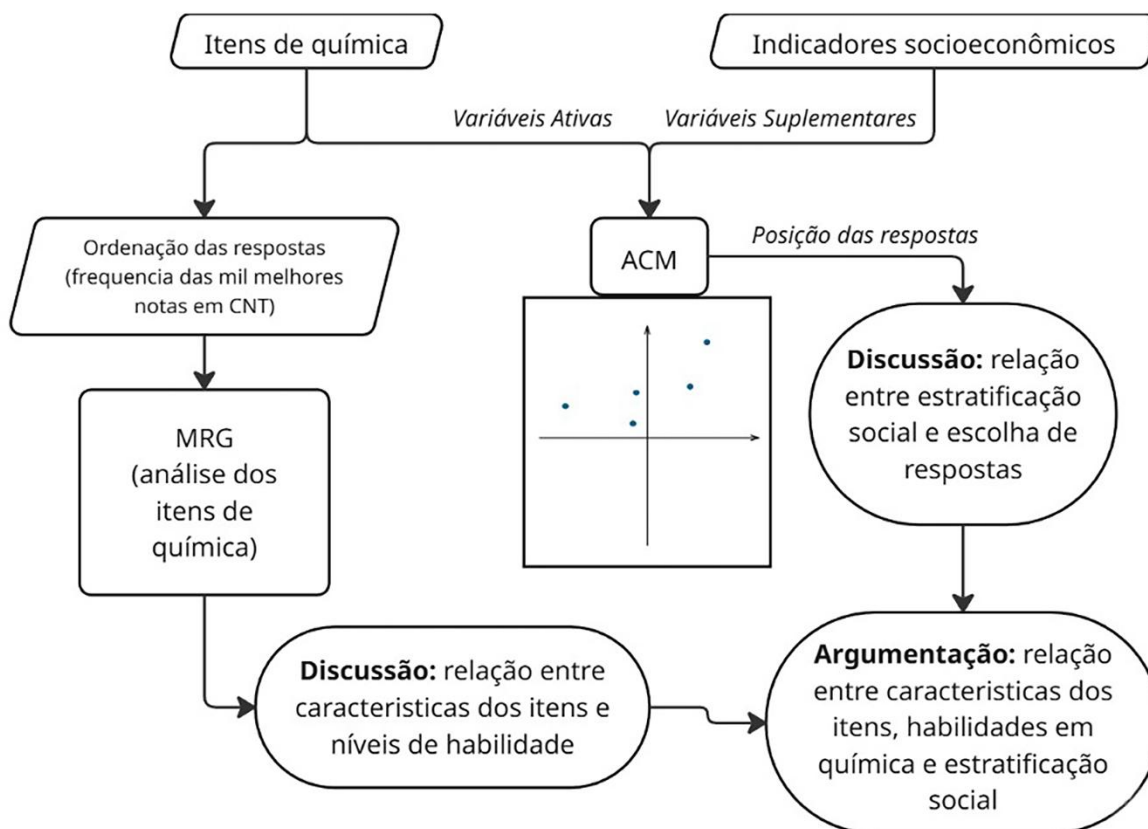
Os *thresholds* são valores que permitem estimar os limites do traço latente em cada resposta possível, mas não devem ser entendidos como passos ou níveis sequenciais. Andrich (2015) alerta sobre a interpretação equivocada dos *thresholds* em modelos politômicos como passos sequenciais que um indivíduo percorre para ir de um nível de habilidade para outro. O autor coloca que os *thresholds* são mais comparáveis ao peso de um corpo medido por uma balança. Ao pesar uma pessoa sabemos apenas o peso atual, mas não conhecemos os motivos ou trajetórias que levaram a esse valor medido. Assim, Andrich (2015) reforça a interpretação dos *thresholds* como parâmetros de dificuldade, mesmo desconsiderando o processo, se um respondente atinge um nível de habilidade superior a um *threshold*, isso significa que houve a superação do limite de habilidade anterior.

Um ponto crítico para a utilização do MRG é a ordenação das respostas, pois não há uma classificação oficial do INEP sobre uma ordem lógica das alternativas. O guia de elaboração de itens (Brasil, 2010) coloca que entre as alternativas de respostas há uma ordem sobre o domínio das habilidades e competências avaliadas, mas não explicita qualquer forma de ordenação das respostas. O processamento do MRG depende dessa ordenação, influenciando todo o resultado da análise (Ostini; Nering, 2006; Samejima, 2015). Para realizar a ordenação de forma objetiva, foram selecionadas as mil maiores notas na prova de CNT dos candidatos de cada categoria de escola. A partir desses melhores mil desempenhos, entendidos como os agentes mais proficientes na prova de CNT existentes na base de dados, foi verificada a frequência de cada resposta em cada um dos seis itens de química. A ordenação foi construída por meio da frequência, a resposta mais frequente

recebeu o valor de cinco e sucessivamente até a menos frequente com o valor de um. Uma tabela com as frequências utilizadas para a ordenação está disponível no Apêndice 1.

A partir desses fundamentos é possível notar que o MRG avança em relação aos modelos de TRI ao informar mais sobre a escolha das respostas e partir de uma noção de que as pessoas são, de alguma forma, atraídas pela categoria que escolhem. A possibilidade de medir diferentes respostas em relação a uma característica não consciente e a noção de atração das escolhas permite certas proximidades ao pensamento bourdiano (Bourdieu, 2009), especialmente à ideia de que nossas ações ou escolhas não são plenamente livres e conscientes. Não entendo que seja plausível extrapolar a escolha de uma resposta em um teste como um *habitus* ou um senso prático diretamente, mas que essa ação nutre uma conexão ou alinhamento a alguma dimensão do *habitus* dos agentes. A aproximação entre os princípios da teoria bourdiana, a ACM e a MRG que estou buscando construir é de que todos esses recursos teóricos e metodológicos se preocupam em investigar ações não conscientes capazes de distinguir pessoas. O esquema apresentado na Figura 2 busca representar de forma simplificado as duas técnicas de análise independentes e a união das discussões que serão desenvolvidas neste trabalho.

Figura 2: Esquema em fluxograma dos procedimentos desenvolvidos nesta pesquisa



Fonte: elaboração própria.

Como apresentado de forma sintética na Figura 2, a ACM será utilizada como uma primeira análise exploratória dos itens de química para revelar padrões entre as respostas e a sua relação com aspectos de origem social dos agentes respondentes. Dessa forma, a ACM tem o poder de construir um espaço social que aponta proximidades e distanciamentos entre as respostas, mas que não pode explicar plenamente esses padrões, especialmente em nível de habilidades escolares ou sobre informações psicométricas. Como exemplos, os trabalhos de Moris (2021) e Nascimento (2019) utilizaram dados do ENEM para construir ACM e analisar a prova de CNT, o que permitiu encontrar nuances na relação entre desigualdade social e desempenho como os a influência dos níveis de escolaridade dos pais, as diferenças entre os tipos de escolas e o gosto estratégico por ciências da natureza. Contudo, a discussão desses trabalhos não aborda a prova, os conteúdos dos itens e as dificuldades e habilidades exigidas pelas questões. Em uma tentativa de expandir a ACM, Lima Júnior e Fraga Júnior (2021) utilizaram técnicas de regressão linear para mensurar o poder

explicativo dos indicadores sociais que a ACM havia apontado relações com o desempenho na prova de CNT do ENEM, entretanto ainda não houve a abordagem dos itens da prova.

Por outro lado, a TRI, que inclui o MRG, não capta elementos socioeconômicos, mas é capaz de fornecer as informações da qualidade dos itens, da dificuldade e da relação entre a habilidade e a escolha de cada resposta. Vizzotto (2022a; 2022b; 2022c) avaliou os itens das três disciplinas, física, biologia e química, e classificou a maior parte desses itens como ruins, pois apresentaram baixa discriminação e outros problemas psicométricos. Já Barroso, Rubini e Silva (2018) utilizaram a TRI de três parâmetros e encontraram dificuldades específicas dos itens de física. Entretanto, esses trabalhos não discutiram sobre como a origem social dos respondentes poderia afetar suas dificuldades ou sua capacidade de responder um item problemático, o que reflete a limitação da TRI.

Assim, a proposta construída nesta tese é de desenvolver duas análises distintas, uma ACM e um MRG, com o objetivo de que uma análise permita diminuir as limitações da outra. Os resultados dessas duas técnicas permitirão desenvolver discussões que ampliam o entendimento do espaço social construído pela ACM com as informações dos itens obtidas no MRG. O ponto em comum para construir essa discussão é o fato de que ambas as técnicas têm como ideia geral que as escolhas das respostas são influenciadas por elementos não captados diretamente nas respostas. A ACM bourdiana entende as escolhas como expressões da prática (resultado dos capitais, hábitos e campo), enquanto o MRG considera a probabilidade da escolha da resposta em função do traço latente ou habilidade. Enquanto a ACM constrói um espaço multidimensional que posiciona os agentes, a MRG calcula um traço que informa sobre como diferentes pessoas escolhem diferentes respostas em testes. O MRG não está plenamente alinhado à teoria bourdiana ou pode ser comparado à ACM, a proposta desta tese entende que esse modelo pode auxiliar a obter mais informações sobre como diferentes respostas podem diferenciar grupos de respondentes.

5 Resultados e discussão

O primeiro movimento de análise realizado foi a execução da ACM com as respostas aos itens de química como variáveis ativas. A ACM contou com todas as categorias dos seis itens como ativas, resultando em uma inércia por eixo de 5,76% para o Eixo 1, 4,76% para o Eixo 2 e 4,46% para o Eixo 3. Contudo, a categoria “B” do item “p99” apresentou-se como um ponto *outlier* para os planos dos eixos 1 e 2 e 1 e 3, o que pode ter ocorrido devido à baixa frequência (3,58%) dessa categoria. Seguindo as orientações de Hjellbrekke (2019), uma categoria com frequência menor que 5% e que se posiciona como um ponto *outlier* pode ser considerada como uma categoria passiva. Uma categoria passiva de uma variável ativa deixa de ter o poder de orientar os eixos, o que aumenta o poder das outras categorias (Hjellbrekke, 2019). Hjellbrekke (2019) também coloca que uma ACM com categorias passivas se trata de uma ACM específica, o que muda alguns aspectos da dimensionalidade, mas, analiticamente, não há diferenças entre uma ACM e uma ACM específica. Assim, uma segunda ACM, contendo a categoria “B” do item “p99” como passiva, foi executada, contemplando um total de seis variáveis ativas e 29 modalidades. A inércia total por eixo obtida foi de 6,00% para o Eixo 1, 4,87% para o Eixo 2 e 4,62% para o Eixo 3, uma melhora para todos os eixos, em relação à primeira ACM. As coordenadas e contribuições de cada modalidade aos respectivos eixos estão apresentadas na Tabela 2 abaixo. As contribuições das modalidades acima da média estão destacadas em negrito e as três maiores contribuições de cada eixo estão destacadas em sublinhado.

Tabela 2: Coordenadas e contribuições das modalidades ativas para os três primeiros eixos da ACM, com destaque para as modalidades acima da média.

Variável_modalidade	Coordenadas			Contribuições (%)		
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
p91_A (correta)	-0,336	-0,241	0,453	2,64	1,67	6,22
p91_B	0,471	0,89	-0,532	1,62	7,11	2,69
p91_C	-0,096	0,099	-0,431	0,21	0,27	5,39
p91_D	0,468	-0,051	0,342	3,17	0,05	2,21
p91_E	-0,043	-0,482	-0,418	0,01	1,39	1,1
p99_A (correta)	-1,01	0,403	0,53	<u>16,8</u>	3,29	6,03
p99_C	0,331	-0,402	-0,303	2,3	4,19	2,52
p99_D	0,043	-0,061	-0,418	0,05	0,11	5,66
p99_E	1,123	0,357	1,11	9,32	1,16	<u>11,83</u>
p108_A	-0,194	0,165	-0,22	0,46	0,41	0,76

p108_B	-0,246	-0,433	-0,198	1,79	6,8	1,51
p108_C (correta)	-0,11	0,607	0,772	0,16	5,93	<u>10,12</u>
p108_D	0,496	0,631	-0,583	2,37	4,72	4,25
p108_E	0,782	-0,404	0,504	4,91	1,62	2,65
p115_A (correta)	-0,577	-0,214	-0,056	<u>10,29</u>	1,75	0,13
p115_B	-0,06	0,555	-0,161	0,03	3,37	0,3
p115_C	0,503	0,798	-0,482	2,02	6,24	2,41
p115_D	0,798	-0,504	0,272	9,96	4,9	1,51
p115_E	0,21	0,36	0,305	0,39	1,43	1,09
p118_A	-0,002	1,46	0,333	0	<u>13,96</u>	0,77
p118_B	0,25	0,243	-0,329	0,51	0,59	1,14
p118_C	0,5	0,977	-0,077	1,73	<u>8,13</u>	0,05
p118_D	-0,486	0,192	-0,442	3,52	0,68	3,77
p118_E (correta)	0,047	-0,52	0,215	0,08	<u>12,4</u>	2,23
p134_A	0,284	0,349	0,099	0,96	1,79	0,15
p134_B	-0,038	-0,096	-0,907	0,02	0,18	<u>17,47</u>
p134_C	0,664	-0,405	0,187	7,8	3,57	0,8
p134_D (correta)	-0,856	0,066	0,397	<u>15,13</u>	0,11	4,24
p134_E	0,548	0,555	0,368	1,74	2,2	1,02

Fonte: elaboração própria

Os valores da Tabela 2 mostram que as modalidades que mais contribuem para o Eixo 1 são as respostas corretas para os itens p115, p99 e p134, sendo que apenas o item p91 não apresentou ao menos uma categoria acima da média. Para o Eixo 2, as três maiores contribuições estão no item p118, sendo a resposta correta a responsável pela segunda maior contribuição desse eixo. O Eixo 3 é majoritariamente constituído pelo item p134 que representa aproximadamente 24% da contribuição para o eixo, seguido pelos itens p99 e p108, que representam individualmente aproximadamente 14% da contribuição para o eixo.

Assim, o Eixo 1 é orientado por cinco dos seis itens, sendo que as respostas corretas à metade dos itens representam as maiores contribuições. Essa constituição do Eixo 1 é um possível indicativo de que as respostas aos itens podem representar um fator que orienta distâncias em um espaço social. O Eixo 2 constitui-se, principalmente, do item p118 que contempla aproximadamente 36% da contribuição para o eixo. As próximas análises sobre o item p118 podem trazer uma melhor interpretação para o Eixo 2. O Eixo 3 foi orientado principalmente por três itens, sendo que apenas em um deles a maior contribuição foi de uma resposta correta. Para potencializar as interpretações dos eixos, a Tabela 3 apresenta as coordenadas das variáveis suplementares.

Tabela 3: Coordenadas das modalidades suplementares para os três primeiros eixos da ACM.

Descrição da variável	Categorias	Coordenadas		
		Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Renda familiar mensal (em Salário Mínimo vigente em 2019, 998,00R\$)	1SM	0,351	-0,014	0,045
	1_2SM	0,117	-0,019	-0,033
	2_3SM	-0,084	-0,023	-0,044
	3_5SM	-0,274	-0,01	-0,046
	5_8SM	-0,452	0,054	-0,014
	8_11SM	-0,681	0,104	0,091
	>11SM	-0,884	0,192	0,207
Domínio da escrita formal da língua portuguesa	Dom.1	0,643	0,435	0,105
	Dom.2	0,5	0,168	0,121
	Dom.3	0,206	-0,018	-0,007
	Dom.4	-0,345	-0,018	-0,031
Dependência administrativa da escola de ensino médio	E.Es	0,191	-0,026	-0,011
	E.Fe	-0,567	0,07	0,101
	E.Mu	-0,048	-0,037	-0,043
	E.Pr	-0,618	0,089	0,016
Escolaridade da mãe	E_m_ne	0,427	0,022	0,075
	E_m_EF	0,281	-0,023	0,03
	E_m_EMi	0,151	-0,024	-0,022
	E_m_EM	-0,019	-0,012	-0,035
	E_m_ES	-0,37	0,051	0,015
	E_m_PG	-0,489	0,071	0,049
Escolaridade do pai	E_p_ne	0,408	0,038	0,078
	E_p_EF	0,232	-0,026	0,016
	E_p_EMi	0,087	-0,004	-0,037
	E_p_EM	-0,086	-0,013	-0,039
	E_p_ES	-0,473	0,055	0,03
	E_p_PG	-0,656	0,122	0,112
Categoria socioprofissional da mãe	P_m_G1	0,359	-0,013	0,082
	P_m_G2	0,105	-0,023	-0,03
	P_m_G3	0,028	-0,011	-0,045
	P_m_G4	-0,295	0,024	-0,012
	P_m_G5	-0,725	0,154	0,129
Categoria socioprofissional do pai	P_p_G1	0,324	-0,007	0,061
	P_p_G2	0,141	-0,015	-0,025
	P_p_G3	0,047	-0,03	-0,038
	P_p_G4	-0,31	0,017	-0,019
	P_p_G5	-0,686	0,139	0,109

Fonte: elaboração própria

Para a interpretação das variáveis suplementares, Le Roux e Rouanet (2010, p. 59) colocam que: “como regra geral, um desvio entre categorias maior que 0,5 será considerado notável; um desvio maior que 1, é definitivamente grande”. Seguindo essa regra geral, no Eixo 1, todas as variáveis apresentaram diferenças maiores ou iguais a 0,5 entre pelo menos duas de suas categorias. Os resultados mostram que nenhuma das categorias suplementares nos Eixos 2 e 3 apresentaram uma diferença nas coordenadas maior ou igual a 0,5. Contudo, é importante destacar que no Eixo 2 o domínio da escrita formal apresentou distâncias bastante próximas a 0,5 para o caso das categorias “dom.1” e “dom.3” e “dom.1” e “dom.4”, sendo uma distância de 0,453 para ambos. Isso pode indicar que o Eixo 2 pode nutrir alguma relação com o domínio da língua, ainda que os valores estejam próximos ao limite de um resultado significativo.

Observando os resultados para o Eixo 1, a escolaridade familiar, tanto do pai quanto da mãe apresentou o mesmo padrão, da ausência de estudos até o ensino médio completo não houve desvios notáveis. Ao compararmos as escolaridades até o ensino médio completo com a pós-graduação obtemos desvios notáveis. Para o caso do pai, a distância entre não ter estudos e ter uma pós-graduação representa um desvio grande, de 1,064. A relação da escolaridade como um fator que ajuda a explicar as posições das respostas está alinhada aos resultados de Marcom e Kleinke (2021) que mostram que para uma escolaridade materna até o ensino fundamental todas as respostas incorretas eram mais frequentes, já para escolaridade com ensino médio ou superior as respostas corretas eram mais frequentes. Os resultados sobre escolaridade familiar da ACM parecem apontar para a influência da herança cultural familiar sobre o sucesso na vida escolar desses herdeiros (Bourdieu, 2015a).

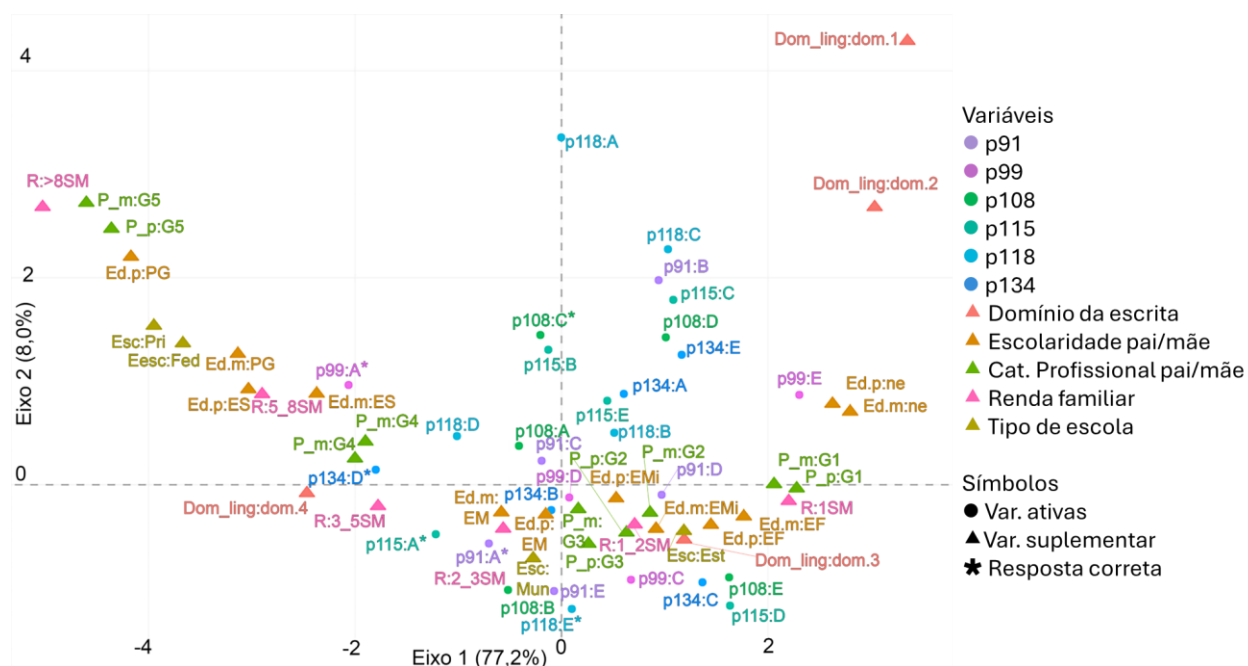
Outros fatores familiares como as categorias socioprofissionais também apresentaram o mesmo padrão para o pai e para a mãe. Os trabalhos rurais manuais e não-qualificados (G1) apresentaram um desvio notável em relação aos não-manuais qualificados de rotina (G4) e um grande desvio em relação aos qualificados de gestão (G5). As modalidades urbanas manuais e não-qualificadas (G2) e industriais manuais-qualificadas (G3) apresentaram desvios notáveis apenas quando comparadas às qualificadas de gestão (G5). Os grupos de trabalhos manuais se aproximaram (G1, G2 e G3) e se distanciaram dos grupos não manuais, em especial do G5. Em relação à renda, as rendas de até 2 salários mínimos (1SM e 1_2SM) não apresentam desvios notáveis entre si, mas sim em relação a todas as demais categorias de renda, sendo um desvio

grande quando comparadas à maior categoria (>11SM). Rendas entre três e cinco salários mínimos (3_5SM) apresentaram desvios notáveis em relação aos extremos de menor (1SM) e maior (>11SM) renda. Ao ultrapassar cinco salários mínimos, as categorias “5_8SM”, “8_11SM” e “>11SM” não apresentam desvios notáveis entre si, mas apresentam desvios notáveis para rendas inferiores a três salários mínimos. Por fim, a dependência administrativa da escola pode ter formado uma oposição entre dois grupos. Escolas estaduais não apresentaram desvio notável em relação às escolas municipais, enquanto as escolas federais e privadas também não apresentaram desvio notável entre elas. Contudo, houve desvio notável entre escolas privadas e municipais, privadas e estaduais, federais e municipais e federais e estaduais.

As coordenadas das variáveis suplementares indicam que o Eixo 1 é fortemente relacionado aos condicionantes sociais de renda, profissão e escolaridade familiar, enquanto os outros dois eixos não puderam ser relacionados com as informações da amostra. Considerando também que o Eixo 2 apresentou maior inércia e ao menos um par de categorias suplementares com uma distância no limiar de um desvio notável, escolhi apresentar e interpretar o gráfico formado pelos Eixos 1 e 2. A Figura 3 abaixo mostra a distribuição das categorias ativas e suplementares nos Eixos 1 e 2.

(2017) apresenta um método de cálculo nomeado de ACM ajustada que remove as elevadas variâncias do cruzamento diagonal (encontro de uma categoria com ela mesma), aumentando significativamente a variância explicada global e por dimensão. Além disso, o autor afirma que a ACM ajustada conserva as boas propriedades da ACM tradicional, mas eleva a confiabilidade do resultado apresentado. Assim, uma ACM ajustada foi executada, utilizando os mesmos dados que a ACM apresenta na Figura 3, com o objetivo de obter um resultado de maior poder explicativo. A Figura 4 abaixo apresenta o resultado da ACM ajustada para os itens de química e as variáveis suplementares. Os valores das coordenadas e contribuições para a ACM ajustada estão disponíveis no Apêndice 2.

Figura 4: ACM ajustada construída com os itens de química como variáveis ativas (círculos) e as informações socioeconômicas como suplementares (triângulos).



Fonte: elaboração própria.

O ajuste proposto por Greenacre (2017) se mostrou efetivo para os dados analisados, uma vez que a Figura 4 apresenta uma variância de 77,2% para o Eixo 1 e de 8% para o Eixo 2, resultando em aproximadamente 85% de variância explicada total. Além disso, é possível notar que as posições das respostas aos itens de química e dos indicadores sociais seguiram um mesmo padrão para ambas as ACM desenvolvidas. Os itens com maiores contribuições também permaneceram iguais para ambos os modelos de ACM. Na ACM ajustada, as maiores

contribuições para o Eixo 1 foram as dos itens p99 (29%), p115 (22%) e p134 (26%), para o Eixo 2, foram as dos itens p91 (10%), p108 (20%) e p118 (37%). A distribuição das variáveis suplementares na Figura 4 apresentou um padrão semelhante ao da Figura 3, progredindo principalmente ao longo do Eixo 1 dos menores aos maiores níveis das categorias. Contudo, é importante destacar que a Figura 4 apresentou um distanciamento maior no Eixo 2 para as variáveis de domínio da língua escrita, renda e profissão dos pais, em relação ao observado na Figura 3. Considerando o melhor resultado obtido no modelo ajustado da ACM, as análises seguiram a partir do gráfico da Figura 4.

Retomando o padrão das respostas corretas que haviam sido observados na Figura 3, na Figura 4 as respostas corretas também estão todas ao lado esquerdo do Eixo 1 da ACM ajustada. Apenas a resposta correta ao item p118 está no lado direito do Eixo 1, porém sua posição é próxima ao valor de zero (0,09). Essa baixa relação com o Eixo 1 também é explicada pela baixa contribuição do item p118 ao Eixo 1 (5%) e alta para o Eixo 2 (37%). Assim, as respostas do item p118 estão mais distribuídas ao longo do Eixo 2 e contribuíram majoritariamente para a construção desse eixo. Em relação às categorias suplementares, as categorias de escola também se separaram, na direita está a escola estadual (E.Es), enquanto as escolas privadas (E.Pr) e federais (E.Fe) estão à esquerda do Eixo 1. Ainda que a escola municipal tenha se localizado à esquerda do Eixo 1, sua posição (-0,2) está próxima à origem. Além disso, os indicadores de famílias com escolaridades inferiores ao Ensino Médio completo e com rendas de até dois salários mínimos encontram-se ao lado direito do gráfico, junto às respostas incorretas. Esse alinhamento entre as respostas e as condições de origem social não é algo previsível ou causado pelas recodificações e análises utilizadas, podendo ser um indicativo da relação entre as respostas aos itens e certas frações de classe.

Para interpretar as variáveis suplementares da ACM como indicadores de frações de classe, o trabalho de Bertonecelo (2015) pode ser tomado como base, pois que apresentou uma construção de quatro possíveis frações de classe brasileiras a partir de uma ACM com variáveis suplementares semelhantes às empregadas nestas análises. A fração precária se caracteriza por trabalhadores informais, sem benefícios sociais, e com os mais baixos níveis de escolaridade; a fração manual ainda contempla trabalhadores informais com baixo nível de escolaridade, mas benefícios sociais e rendas intermediárias; a fração médio-baixa envolve trabalhos não-manuais e apresentam renda

e escolaridade levemente inferior à fração classe média; a fração classe média envolve profissionais de gestão ou empregados com benefícios sociais e os mais altos níveis de renda e escolaridade (Bertoncello, 2015).

Assim, foi possível interpretar na Figura 4 que mais à direita na ACM há uma fração de classe precária, com as menores categorias de renda e ausência de escolaridade dos pais. Próximo ao centro, há uma fração manual, caracterizada pelo grupo socioprofissional G3, com rendas inferiores a três salários mínimos e pais com escolaridade básica incompleta. Na esquerda central há a fração médio-baixa, com renda entre três e cinco salários mínimos, pais com ensino superior e profissões não manuais do grupo socioprofissional G4. A partir de aproximadamente -2,0 no Eixo 1, na extremidade esquerda, a fração classe média contempla as categorias de famílias com pós-graduação e rendas a partir de cinco salários mínimos. Essa última classe constitui-se principalmente das categorias socioeconômicas mais altas e raras na amostra, o que pode justificar o distanciamento em relação a praticamente todas as outras variáveis. É importante destacar que as escolas privadas e federais e o maior domínio da língua escrita estão nessa região da ACM, o que dialoga com estudos que apontam que frações de classe média ou média baixa tendem a entender a escolarização como uma forma de reprodução e ampliação dos capitais (Almeida; Nogueira, 2022; Moris, 2021)

Ao observar as respostas, cinco das seis respostas corretas aos itens de química estão localizadas nas regiões classificadas como fração médio-baixa, a segunda fração com maiores níveis de indicadores socioeconômicos. Esse posicionamento dialoga com os resultados de Kleinke (2017), sobre o desempenho associado a classes altas ser o dobro das classes baixas, e de Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) que encontraram itens característicos de serem acertados por agentes de maior nível socioeconômico. Os resultados de Lima Júnior e Fraga Júnior (2021) também mostraram que a origem social foi capaz de explicar cerca de 35% do desempenho em CNT dos candidatos do ENEM. Esses três trabalhos relatam essa relação entre classe e desempenho para itens de física, enquanto os resultados da ACM apontam para um padrão semelhante nos itens de química do ENEM.

Além das frações de classe, a distribuição do tipo da administração da escola frequentada durante o ensino médio ao longo do Eixo 1 pode ser reflexo do que Nogueira e Almeida (2002)

relataram, não bastam os recursos herdados de classe, como a renda, por exemplo, mas é necessário existir uma disposição – mesmo que oriunda, primeiramente, dos pais ao escolherem a escola – que oriente e fomenta o desejo em cursar o ensino superior. Como encontrado por Lima Júnior e Fraga Júnior (2021), o tipo de escola frequentada durante a escolarização dos agentes pode ser um fator tão ou até mais influente sobre a nota na prova de CNT do ENEM do que a origem social. A diferença entre escolas também permitiu notar que os maiores desempenhos são obtidos predominantemente por agentes oriundos da educação privada (Navarro *et al.*, 2021) e que a educação pública pode estar não fornecendo os conteúdos e habilidades exigidos pela prova de CNT do ENEM (Ciszevski; Sousa; Cintra, 2019). Isso reforça o argumento apresentado na seção anterior; a escolha da resposta não pode ser interpretada como plenamente livre e algo independente da origem social ou classe, essa escolha reflete processos de distinção, produção e reprodução dos grupos familiares (Bourdieu; Passeron, 2014; Bourdieu, 1996). Assim, a ACM parece mostrar o alinhamento entre famílias que resguardam uma longa trajetória escolar, a escolha de escolas que podem ser mais alinhadas a essa trajetória e a escolha de respostas aos itens de química que aumentam as chances de reproduzir a posse de diplomas.

A localização das escolas federais também é importante, elas estão próximas às escolas privadas, que são geralmente a escolha de frações sociais médias como uma forma de distinção e de garantir uma sociabilidade específica para seus filhos (Nogueira e Almeida, 2002). As escolas federais tendem a ter um corpo de alunos de origem social similar aos das escolas estaduais. Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2020) utilizaram dados disponibilizados pelo INEP para estudar os dez anos de implementação da rede de escolas federais e encontraram que seus alunos atingem desempenhos semelhantes aos de escolas privadas no ENEM. Os autores também alertam sobre a existência de uma prova de seleção para ingressar nas escolas federais que aparentemente não é o fator explicativo desse cenário de bons desempenhos, mas não pode ser descartado. As escolas federais podem representar uma classe que em sua estrutura de capitais detém certo capital cultural que possibilita o conhecimento e manejo das informações sobre o sistema de ensino, mas não contempla um capital econômico suficiente para sustentar os filhos na educação privada. Na ACM é possível observar que as escolas federais estão próximas ao grupo socioprofissional “G4” que inclui profissionais como professores da educação básica e funcionários do setor público. Essas profissões exigem diplomas de ensino superior, o que pode gerar essa dualidade em conhecer

o sistema e onde estão as melhores chances escolares e vislumbrar nesse universo escolar uma forma de melhorar o volume de capitais.

Dessa forma, a posição das categorias no Eixo 1 apontam para um poder da escola sobre o desempenho e, conseqüentemente, o futuro dos agentes, estando ao lado das condições de classe. Concomitantemente, as escolas federais, por terem alunos selecionados, podem contribuir para a noção de um dom ou talento ao consagrar alguns dentre uma fração que tende ao fracasso escolar (Bourdieu, 2015a). Ao observar esse conjunto de fatores em relação às respostas aos itens de química, as respostas podem representar aquilo tido como a escolha do possível, uma decisão que, mesmo para uma área como a química, é guiada pelas orquestrações das disposições herdadas da família em relação ao sistema de ensino. O Eixo 1 permitiu uma extensa interpretação a partir das variáveis suplementares, devido às distâncias, contudo é importante destacar que as respostas se distribuíram ao longo desse eixo. Isso implica que há diferenças entre as respostas além de simplesmente corretas ou incorretas. É possível observar, por exemplo, que a resposta “E” do item p99 está no extremo direito do eixo, e que as respostas “C” e “D” vão, progressivamente, se aproximando da resposta “A”, a correta, localizada à esquerda. O exemplo do item p99 representa um caso em que cada resposta se localizou em uma fração de classe. De modo geral todos os itens apresentaram um comportamento semelhante, o que indica que o erro, a escolha da resposta incorreta, não é uma simples oposição ao acerto, evidenciando que há nuances nos erros que não podem ser capitadas em uma análise que considere apenas acerto e erro. Os resultados da ACM ainda destacam que essas nuances na escolha das respostas incorretas nutrem alguma relação com processos de desigualdade social.

O Eixo 2 também exhibe o comportamento de distribuição das respostas, especialmente para o item p118. Contudo, a interpretação desse eixo por meio das variáveis suplementares não pode ser plenamente realizada. Segundos as orientações de Le Roux e Rouanet (2010) para a interpretação da ACM clássica (Figura 3), não houve desvios significativos para as variáveis suplementares no Eixo 2, sendo o domínio da língua escrita a variável que mais se aproximou de um desvio notável. O resultado da ACM ajustada (Figura 4) intensificou as distâncias verticais, especialmente para o domínio da língua escrita, que apresentou os menores níveis próximos à parte superior e os menores níveis em posições próximas de -0,5. Esse resultado aponta que, para o Eixo 2, há uma possível diferença entre um baixo (dom.1 e dom.2) e um alto (dom.3 e dom.4) domínio

da língua escrita. Considerando isso, é possível notar também que as categorias dos itens de química p91 e p118 apresentaram suas maiores distâncias ao longo do Eixo 2. Na Figura 4, o item p91 apresentou a categoria “B” na posição de aproximadamente 2,0, enquanto suas demais categorias, inclusive a resposta correta, estão localizadas aproximadamente entre as posições -0,5 e -1,0. O item p118 que mais contribuiu para o Eixo 2, apresentou a resposta correta “E” em posição praticamente oposta à resposta “A”, enquanto as categorias “C”, “B” e “D” se aproximam gradativamente da correta.

Considerando que na ACM distâncias representam formas de diferenciação entre os agentes (Le Roux; Rouanet, 2010; Bourdieu, 2011) o Eixo 2 indica que há fatores, além da condição de classe descrita pelo Eixo 1, que podem afetar a posição das respostas nesse espaço social. Um primeiro indício que os resultados apontam é o domínio da língua escrita. Em síntese, a análise da ACM fornece indícios de dois princípios possíveis de distinção na escolha das respostas aos itens de química. O primeiro trata da oposição entre as frações de classe ao longo do Eixo 1, horizontal, o que reforça a relação entre origem social e o sistema de ensino (Bourdieu; Passeron, 2014). O segundo está relacionado aos distanciamentos no Eixo 2 que podem estar relacionados ao domínio da língua, representando uma forma de habilidade com alguma relação às habilidades providas pela escola. Isso pode ser um indício do domínio da língua escrita como uma forma de capital cultural. Almeida (2007) analisou as redações do vestibular da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e apontou que a correção valoriza uma relação de naturalidade de familiaridade com a norma culta da língua. A autora conclui que as melhores notas são obtidas pelos agentes que estão imersos, desde a infância, em famílias que detêm a norma culta da língua valorizada pelo universo escolar. A relação com a linguagem também foi observada por Kleinke e Gebara (2007) nos itens de física do vestibular da UNICAMP. Os autores apontam que a escolaridade dos pais tem impacto sobre itens que exigem mais de uma forma de linguagem, como a escrita, visual (para imagens) ou gráficos. Assim, a ACM pode estar representando uma diferença entre os que não dominam a linguagem escrita, na parte superior, e os que dominam, na parte inferior.

É importante também observar que as categorias mais altas de renda, escolaridade do pai e profissões dos pais estão localizadas mais acima no Eixo 2, próximas ao segundo menor domínio da língua escrita, dom.2. Isso pode ter ocorrido devido à raridade dessas categorias (a frequência

de P_p:G5 é aproximadamente 6%, de R:>8SM é 7% e Ed_p:PG é 5%). Ao cruzar o domínio da língua com essas categorias também é possível reconhecer que baixos domínios não são frequentes nesses altos níveis de indicadores socioeconômicos: considerando dom.1 e dom.2 somados, a frequência dessas categorias em P_p:G5 é 0,15%, para R:>8SM é 0,08% e para Ed_p:PG é 0,09%. Essas maiores categorias socioeconômicas estão distantes até mesmo das respostas aos itens de química, o que dialoga com resultados de Moris (2022) e Moris *et al.* (2022) que mostram que as classes mais altas tem o alto desempenho como algo esperado e podem escolher livremente seus cursos pretendidos. Assim, ao se distanciarem até mesmo das respostas corretas, essa escolha parecer ser algo trivial e esperado para esse grupo social.

Contudo, a ACM não é capaz de considerar características dos itens como a estrutura do item, sua dificuldade e o conteúdo exigido, que influenciam no momento da resposta (Stadler; Hussein, 2017; Barroso; Rubini; Silva, 2018; Ciszewski; Sousa; Cintra, 2019). Para avançar nessa limitação da ACM, na próxima subseção, serão desenvolvidas abordagens estatísticas, a partir do MRG, que permite avaliar a discriminação do item e a relação de cada respostas com um traço latente do respondente. Os itens também serão avaliados qualitativamente, para encontrar características que possam estar alinhadas aos resultados psicométricos.

5.1 Caracterização dos itens de química

As análises do MRG envolveram os seis itens de química, permitindo diferenciar as respostas em relação a um traço latente, interpretado como habilidade, e mensurar a qualidade do item em diferenciar esses níveis de habilidade. Um primeiro resultado foram os valores de *thresholds*, um valor limite de habilidade em que há 50% de chance de que a escolha seja a resposta um nível acima, o que pode ser interpretado como um indicativo de dificuldade do item (Matteucci; Stracqualursi, 2006; Andrich, 2015). Outro valor importante é a discriminação, que indica a capacidade do item em diferenciar agentes em função do traço latente (habilidade), sendo que maiores valores representam melhores discriminações (Samejima, 1997; Matteucci; Stracqualursi, 2006). Esses valores estão apresentados na Tabela 4 abaixo, o resultado completo está disponível no Apêndice 3.

Tabela 4: Valores de discriminação e thresholds de cada item de química obtidos pelo MRG.

Item	Threshold 1	Threshold 2	Threshold 3	Threshold 4	Discriminação
p91	-10,845	-6,577	-2,190	3,100	0,245
p99	-2,746	-2,326	-0,363	1,615	0,880
p108	-8,418	-4,544	1,402	6,155	0,248
p115	-3,881	-1,348	-0,343	0,598	0,556
p118	-33,513	-19,943	-13,863	-0,633	0,066
p134	-3,715	-1,135	-0,048	1,462	0,707

Fonte: elaboração própria.

Observando a discriminação dos itens, os itens p99, p115 e p134 apresentaram os melhores valores. Seguindo a classificação proposta por Baker (2001), os itens p99 e p134 apresentaram discriminação moderada e o item 115 uma discriminação baixa. Já os itens p91 e p108 apresentaram discriminação muito baixa. O item p118 apresentou uma discriminação bastante menor que os demais itens, menor que 0,1, o que, na classificação de Baker (2001), representa uma discriminação nula. Isso indica que o item p118 não foi capaz de medir a diferença entre os níveis de habilidade dos agentes respondentes (Ostini; Nering, 2005; Matteucci; Stracqualursi, 2006). Um possível problema do item p118 seria a alta taxa de acertos, em torno de 51%. Essa alta taxa de acerto pode refletir no baixo valor de *Threshold 4*, que indica um item de fácil resolução. De modo geral, a discriminação dos itens permitiu reconhecer dois conjuntos; os itens p99, p115 e p134 são capazes de discriminação, enquanto os itens p91, p108 e p118 apresentaram baixa ou nenhuma capacidade de discriminação. Assim, a Tabela 4 permitiu reconhecer um conjunto de itens com poder de diferenciar os agentes respondentes em função de seus níveis da habilidade exigida pelo item e um segundo conjunto com itens problemáticos, de alguma forma.

Já os valores de *threshold* devem apresentar um aumento gradativo, representando a progressão de respostas relacionadas a menores habilidades até a resposta correta, que demanda maiores habilidades (Ostini; Nering, 2005; Matteucci; Stracqualursi, 2006). Quanto maior a habilidade, maior deve ser a probabilidade de a resposta certa ser escolhida. Essa progressão foi observada em todos os itens, exceto no p118, o que indica um bom ajuste da classificação das respostas ao modelo (Samejima, 2015). Outra informação possível de se extrair indiretamente dos *thresholds* é uma noção da dificuldade dos itens (Matteucci; Stracqualursi, 2006; Andrich, 2015). Considerando os valores de *Threshold 4*, ou seja, o nível de habilidade necessário para que a resposta correta seja mais provável, é possível descrever a dificuldade dos itens com base nesse

valor. Os itens p91 e p108 podem ser considerados os itens mais difíceis por apresentarem os maiores de *Threshold 4*, em seguida, os itens p99 e p134 apresentam dificuldade intermediária e o item p115 seria o mais fácil. O item p118 foi desconsiderado devido a sua discriminação nula.

Essas observações permitem retomar a ACM e notar que o Eixo 1 contempla como maiores contribuições os itens de dificuldade intermediária e com boa discriminação. A contribuição de todas as categorias os itens p99, p115 e p134 ao Eixo 1 representa aproximadamente 77%, enquanto o item p108 contribui com menos de 6%. Nesse sentido, o Eixo 1 é constituído majoritariamente por itens que apresentam boa qualidade psicométrica, em outros termos, que apresentam boa estrutura e capacidade de medir a habilidade em responder corretamente os problemas presentes no ENEM.

Já o Eixo 2 teve como maior fonte de contribuição, 37%, o item p118. Ainda no Eixo 2, o segundo item com maior contribuição foi o p108, com 20%, e o quarto item foi o p91 com 10%. Considerando apenas os itens com boa qualidade de discriminação, temos que aproximadamente 30% da contribuição total do Eixo 2 provêm de itens classificados como difíceis, que exigem elevado nível de habilidade para serem acertados. Isso pode sustentar uma interpretação de que o Eixo 2 está mais relacionado aos aspectos dos itens e, de forma geral, da relação do agente com os estudos, do que aos aspectos socioeconômicos. A distância entre os diferentes domínios da escrita também contribui para essa interpretação, por ser a variável suplementar com maior distância entre suas modalidades no Eixo 2. Para tornar a discussão mais clara, o Quadro 3 abaixo sintetiza as análises desenvolvidas.

Quadro 3: síntese qualitativa das discussões envolvendo os resultados da ACM e do MRG.

Conjunto de itens	Características da ACM	Características do MRG
p99 p115 p134	- Respostas mais distribuídas ao longo do Eixo 1 - Possível relação entre respostas e frações de classe	- Poder de discriminar as respostas em função da habilidade medida - Dificuldade baixa ou intermediária
p91 p108 p118	- Respostas mais distribuídas ao longo do Eixo 2 - Pouca relação com as variáveis suplementares	- Poder baixo ou nulo em discriminar as respostas em função da habilidade - Dificuldade elevada ou muito baixa

Fonte: Elaboração própria.

Apenas a observação da discriminação e dos *thresholds* não permite diferenciar as alternativas e as características dos itens. A síntese apresentada no Quadro 3 aponta para dois conjuntos de itens que apresentaram características distintas em ambas as análises. As próximas

discussões estão organizadas em função desses dois conjuntos, aprofundando nas características de cada item.

Para esse aprofundamento, serão utilizados os gráficos de Curvas Características dos Itens (CCI), que permitem observar a probabilidade de uma resposta ser escolhida (eixo vertical) em função do nível de habilidade (traço latente) do agente (eixo horizontal). As discussões sobre o conteúdo escolar de química nos itens têm como base os objetos do conhecimento dispostos na matriz de referência do ENEM aplicado em 2019 (Brasil, 2019b). A matriz de referência apresenta 10 objetos do conhecimento para a área de química que agrupam diversos conteúdos específicos. É importante retomar o critério de ordenação das respostas; a ordenação ocorreu com base na frequência das respostas dos mil agentes com maiores notas na prova de CNT de cada tipo de escola. Nas próximas figuras serão apresentadas as frequências das respostas considerando toda a amostra, o que pode ser diferente da frequência do conjunto de maiores notas.

O primeiro item do agrupamento composto por itens com boa discriminação é o item p99, mostrado na Figura 5 abaixo, que discute resíduos químicos e fertilizantes para contextualizar o conteúdo químico.

Figura 5: Enunciado do item 99 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.

Item 99

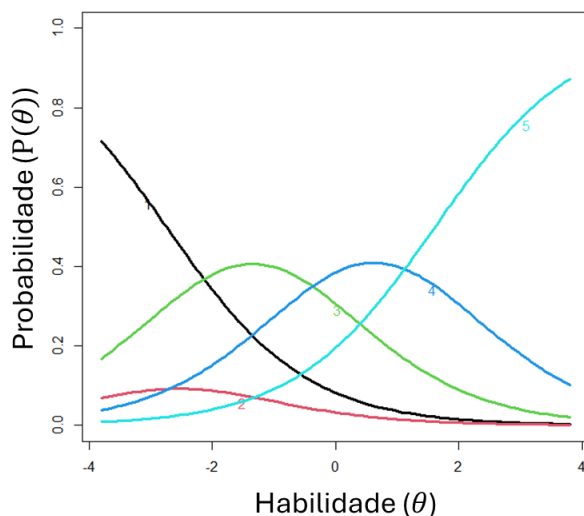
A cada safra, a quantidade de café beneficiado é igual à quantidade de resíduos gerados pelo seu beneficiamento. O resíduo pode ser utilizado como fertilizante, pois contém cerca de 6,5% de pectina (um polissacarídeo), aproximadamente 25% de açúcares fermentáveis (frutose, sacarose e galactose), bem como resíduos de alcaloides (compostos aminados) que não foram extraídos no processo.

LIMA, L. K. S. et al. Utilização de resíduo oriundo da torrefação do café na agricultura em substituição à adubação convencional. **ACSA — Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 1, jan.-mar., 2014 (adaptado).

Esse resíduo contribui para a fertilidade do solo, pois

- A** possibilita a reciclagem de carbono e nitrogênio.
- B** promove o deslocamento do alumínio, que é tóxico.
- C** melhora a compactação do solo por causa da presença de pectina.
- D** eleva o pH do solo em função da degradação dos componentes do resíduo.
- E** apresenta efeitos inibidores de crescimento para a maioria das espécies vegetais pela cafeína.

Fonte: elaboração própria a partir do Caderno Azul do ENEM de 2019, disponibilizado publicamente pelo INEP.



	Ordenação	Frequência
A	5	22%
B	2	04%
C	3	29%
D	4	34%
E	1	11%

O enunciado do item p99 contextualiza o problema da geração de resíduos da produção de café e um método de reutilização desse resíduo como adubo, uma forma de reciclagem. O texto do enunciado utiliza nomes de tipos de compostos orgânicos como “alcaloides” e “compostos aminados”, exigindo um conhecimento de química orgânica relacionado a questões ambientais. Com base no enunciado e pergunta do item, os conteúdos exigidos podem ser “Estrutura e propriedades de Hidrocarbonetos”, “Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados” e “Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados” presentes no objeto do conhecimento “Compostos de Carbono”. Contudo, a diferenciação das respostas que envolvem pH do solo, toxicidade e compactação podem remeter aos conteúdos de “Química na agricultura e na saúde” e “Contaminação e proteção do ambiente” presentes no objeto do conhecimento “Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente”.

A resolução do item, alternativa “A”, exige que o agente entenda que os resíduos de polissacarídeos são compostos predominantemente de carbono e que os resíduos de alcaloides contemplam nitrogênio em sua composição. Além desse entendimento das moléculas, é necessário saber que o nitrogênio contribui para a fertilidade do solo, o que geralmente é estudado no ciclo do nitrogênio. As curvas do MRG, apresentadas na Figura 5, mostram uma separação entre os picos de cada alternativa. A alternativa “D” foi predominante em níveis intermediários de habilidade, enquanto nos maiores níveis de habilidade a probabilidade de escolher a resposta correta supera 80%.

A resposta “D” foi a mais frequente, o que pode ser em função de apresentar o termo “pH”, uma forma de medir acidez, que é próprio da linguagem química. Esse termo pode ter sido um atrativo para agentes que conheciam o conceito de pH, mas não conheciam os termos da química orgânica. Nesse item, as demais alternativas parecem conter equívocos na interpretação de texto. A resposta “C” menciona a palavra pectina, mas em um contexto que afirma que a compactação do solo melhoraria a fertilidade. Ao mencionar um termo que também está presente no texto base do item, essa resposta pode ter sido atrativa aos agentes que não se atentaram ao resto do texto, focando apenas nos termos químicos. A resposta “E” é contraditória com a pergunta do item, ao afirmar que um inibidor de crescimento de vegetal resultaria em um solo fértil. Essa foi a resposta mais provável nos menores níveis de habilidade. A resposta “B” apresenta um texto vago, pois menciona um deslocamento de alumínio sem indicar as substâncias envolvidas e o sentido desse descolamento. A exigência de conhecimento de termos da química orgânica pode ter fomentado a diferenciação nas curvas desse item, uma vez que, apontado por Ciszewski, Sousa e Cintra (2019), a química orgânica tende a ser pouco abordada na educação pública.

Na ACM, apenas a resposta correta (“A”) está localizada, no Eixo 1, junto às demais respostas corretas e na região classificada como fração de classe média baixa. Já a alternativa “D”, a mais escolhida, está próxima ao centro dos eixos, o que representa uma modalidade comum, ou seja, que não atua como um símbolo de distinção (Le Roux; Rouanet, 2010). As demais alternativas estão próximas às frações menos privilegiadas, aos menores domínios da língua e às escolas estaduais. No caso do item p99, a resposta “E”, mais distante da resposta correta, não contém um conceito ou linguagem da química, o que pode indicar novamente o desalinhamento entre a

ausência de uma forma de capital cultural herdado, um manejo de leitura e na língua, e as exigências do sistema de ensino (Bourdieu, 2015a).

O próximo item, item p115, apresentou bons valores para o MRG, além de uma alta taxa de acerto, como mostrado na Figura 5 abaixo.

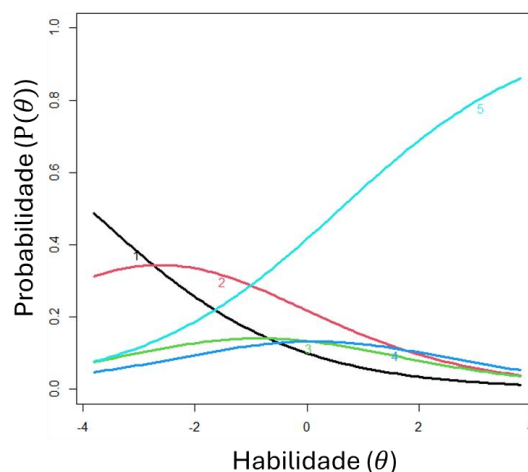
Figura 6: Enunciado do item 115 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.

Item 115

O concreto utilizado na construção civil é um material formado por cimento misturado a areia, a brita e a água. A areia é normalmente extraída de leitos de rios e a brita, oriunda da fragmentação de rochas. Impactos ambientais gerados no uso do concreto estão associados à extração de recursos minerais e ao descarte indiscriminado desse material. Na tentativa de reverter esse quadro, foi proposta a utilização de concreto reciclado moído em substituição ao particulado rochoso graúdo na fabricação de novo concreto, obtendo um material com as mesmas propriedades que o anterior.

O benefício ambiental gerado nessa proposta é a redução do(a)

- A** extração da brita.
- B** extração de areia.
- C** consumo de água.
- D** consumo de concreto.
- E** fabricação de cimento.



	Ordenação	Frequência
A	5	43%
B	4	12%
C	1	11%
D	2	22%
E	3	12%

Fonte: elaboração própria a partir do Caderno Azul do ENEM de 2019, disponibilizado publicamente pelo INEP.

O texto do item p115 apresenta um vocabulário com poucos termos específicos da química. Alguns termos podem ser considerados mais específicos como “brita”, “particulado”, “graúdo”, mas são termos que apresentam o mesmo significado na linguagem cotidiana e científica. A pergunta do item trata do benefício ambiental apresentado no texto, envolvendo assuntos como “Química no cotidiano”, “Mineração e Metalurgia” e “Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas” contemplados pelo objeto do conhecimento “Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente” da matriz de referência.

A resolução do item p115 se dá principalmente pela correta interpretação do termo “particulado rochoso graúdo”, que remete a resposta “A”, extração da brita. A frequência das respostas mostra que houve pouca escolha dos demais distratores, sendo o segundo mais escolhido foi a resposta “D”. Qualitativamente, a resposta “D” se mostra a mais contraditória dentre as opções. A questão indaga sobre como produzir concreto com menor impacto social, logo é contraditório responder que a solução seria reduzir o consumo do produto. A alta atratividade dessa resposta não ocorreu para os agentes com os melhores desempenho na prova de CNT, o fato de a resposta “D” receber a ordenação “2” revela que ela foi a segunda menos escolhida neste grupo. Isso pode mostrar algumas lacunas em conhecimentos relacionados à química do cotidiano ou a noção de reciclagem. Outra resposta que destoa da situação apresentada no texto do item é a “C”, também mais frequente em baixas habilidades, pois colocaria que a água representaria um material caracterizado em parte por ser rochoso. A resposta “E” pode representar uma confusão entre os materiais concreto e cimento, ou em uma interpretação incorreta do que seria o material rochoso que o texto menciona. Já a resposta “B”, ordenada como “4”, é a mais provável em habilidade entre 2 e 4. A resposta “B” pode representar um problema na interpretação do termo “graúdo”. O texto menciona que o material substituído é um “particulado rochoso graúdo”, tanto a areia quanto a brita podem ser consideradas particulados rochosos, a diferença está no tamanho da partícula, demarcado no texto pelo adjetivo graúdo.

Esses possíveis raciocínios para as respostas do item p115 podem representar uma dificuldade no desenvolvimento do raciocínio intuitivo, o que também foi encontrado para os itens de física por Marcon e Kleinke (2016). Contudo, o item pode ser classificado como fácil, apresentou elevada taxa de acerto e boa discriminação, somando ao fato de o item ser qualitativo (não exigir cálculos), esse pode ser um exemplo para a química de itens chamados de mais democráticos por Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018).

As posições das respostas na ACM também permitem notar certas peculiaridades entre as respostas. As respostas “C”, “D” e “E” tratam de erros relacionados principalmente à interpretação do texto e estão posicionadas próximas às regiões de classe precária (“D”) e a manual (“C” e “E”) no Eixo 1. A resposta “B”, mais frequente depois da correta, encontra-se próxima ao zero o Eixo 1, mas posicionada à esquerda o suficiente para estar na região de uma fração de classe médio-baixa. Essas quatro alternativas também opõem pais com escolaridade básica incompleta (“C”,

“D” e “E”) às famílias com a educação básica completa (“B”). A resposta correta, “A”, encontra-se à direita do Eixo 1 próxima a famílias com profissões não-manuais qualificadas de rotina (G4), rendas entre dois e cinco salários mínimos e pais com no mínimo com a escolarização completa.

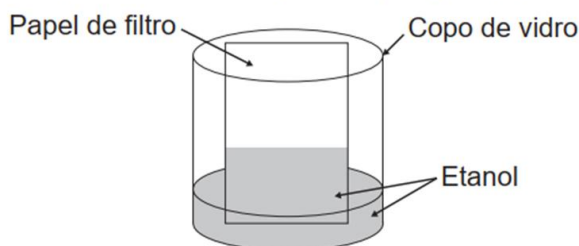
Em relação ao Eixo 2, o item p115 apresentou as respostas “C”, “B” e “E” na parte superior e as respostas “D” e “A” na parte inferior. Ao relacionar esse comportamento com o resultado da Figura 6 é possível notar que as respostas na região superior (“C”, “B” e “E”) são as mais prováveis para os agentes de menores habilidades, enquanto as da região inferior (“D” e “A”) são mais prováveis nos maiores níveis de habilidade. Essa oposição também se alinha à oposição entre os menores (região superior) e maiores (região inferior) níveis de domínio da língua escrita. A diferenciação entre a resposta correta (“A”) e a segunda resposta mais provável nos menores níveis de habilidade (“D”) pode estar na origem social ou na habilidade específica da prova de CNT, uma vez que essas alternativas estiveram, no Eixo 2, próximas entre si e próximas aos maiores níveis de domínio da língua escrita. O item p115 parece mostrar que, mesmo para um item fácil e acertado por mais de 40% dos respondentes, noções de um vocabulário mais amplo, boa interpretação de uma situação problema e o entendimento da diferença entre um produto e a mistura que o compõe estão relacionadas tanto com as condições de existência, em especial a escolaridade dos pais, como com aspectos de um possível capital cultural incorporado como o domínio da língua escrita.

O próximo item, item p134, está apresentado na Figura 7 abaixo.

Figura 7: Curvas características do item p134 à esquerda e a questão correspondente presente no ENEM à direita.

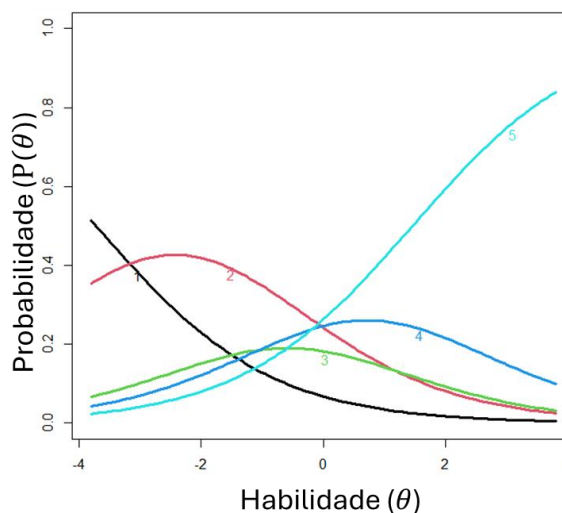
Item 134

Um experimento simples, que pode ser realizado com materiais encontrados em casa, é realizado da seguinte forma: adiciona-se um volume de etanol em um copo de vidro e, em seguida, uma folha de papel. Com o passar do tempo, observa-se um comportamento peculiar: o etanol se desloca sobre a superfície do papel, superando a gravidade que o atrai no sentido oposto, como mostra a imagem. Para parte dos estudantes, isso ocorre por causa da absorção do líquido pelo papel.



Do ponto de vista científico, o que explica o movimento do líquido é a

- A** evaporação do líquido.
- B** diferença de densidades.
- C** reação química com o papel.
- D** capilaridade nos poros do papel.
- E** resistência ao escoamento do líquido.



	Ordenação	Frequência
A	3	17%
B	4	23%
C	1	25%
D	5	28%
E	2	08%

Fonte: elaboração própria a partir do Caderno Azul do ENEM de 2019, disponibilizado publicamente pelo INEP.

O item p134, mostrado na Figura 7, apresenta uma situação em que ocorre um fenômeno particular da química chamado de capilaridade. Diferente dos dois itens anteriores, o item 134 apresenta um esquema gráfico e o texto base é apenas uma descrição da situação ilustrada. A questão também se afasta de uma interpretação mais cotidiana, que poderia ser gerada pela imagem, para a científica, ao colocar “do ponto de vista científico” como condição para a resposta. O texto, a figura e as possíveis respostas permitem notar que os conteúdos de “Polaridade de moléculas” e “Forças intermoleculares” presentes no objeto do conhecimento “Materiais, suas propriedades e usos” estão sendo mobilizados.

Para a resolução, é necessário que o agente conheça praticamente todos os termos científicos presentes nas respostas, sendo eles: “evaporação”, “densidade”, “reação química”, “capilaridade” e “escoamento”. Considerando o fenômeno descrito, o deslocamento do etanol no

papel, é gerado por ambos os materiais interagirem, devido à polaridade semelhante, e o papel apresentar poros de tamanho suficiente para que as interações de ligação de hidrogênio entre o papel e o etanol sustentem o deslocamento do líquido até certo nível e o mantenha preso. Esse comportamento de deslocar e manter um líquido ao longo de poros um tubo é chamado de capilaridade, assim como descrito na resposta correta é a “D”. A resposta mais provável em altos níveis de habilidade depois da correta, “B”, aponta a propriedade da densidade como justificativa para a figura ilustrada. Ainda que incorreta, é comum nas explicações sobre densidade exemplos que dizem que o material mais denso fica embaixo e o menos denso fica em cima, sendo bastante popular o exemplo da água e do óleo. É provável que ao responder “B” o agente conhecesse todos os fenômenos descritos nas respostas, menos o de capilaridade.

A segunda resposta mais provável acima de 2,0 de habilidade, “A” aponta para a evaporação do líquido, o que pode representar dois possíveis raciocínios; o primeiro seria pensar que como vapores tendem a subir no ar, o vapor de etanol teria subido e molhado o papel, o segundo seria o caso de o respondente não conhecer todos os conceitos das alternativas. Contudo, há uma contradição nessa resposta diante da representação mostrada na figura, a cor cinza representa o líquido, até mesmo apontado por setas, o que pode mostrar falta de familiaridade com as representações visuais empregadas no âmbito científico. A resposta “E” aponta que mesmo para o conceito escolhido há falhas no entendimento, uma vez que para subir, o líquido escoaria ao longo do papel. Por fim, a resposta “C” apresenta um erro conceitual ao afirmar que a figura pode ilustrar uma transformação química. Transformações químicas alteram a composição dos materiais de origem, os reagentes, o que deveria estar evidenciado na figura como uma mudança de cor, ou no texto como uma descrição de liberação de gases, por exemplo. As respostas “C” e “E” são as mais prováveis nos menores níveis de habilidade, entre -4,0 e -2,0.

De modo geral, essa é uma questão direta que, caso não se conheça o fenômeno de capilaridade, a resolução não é possível com as informações fornecidas no texto. Na ACM, as alternativas “A”, “C” e “E” estão à esquerda, região da fração de classe manual. Já a resposta “B” se encontra próxima à origem dos eixos, posição próxima de pais com escolaridade básica completa e escolas municipais. A resposta correta encontra-se mais à direita da ACM, próxima ao máximo domínio da língua escrita (dom.4), a escolas federais e privadas e aos maiores níveis de renda e escolaridade familiar. Isso indica que, ao exigir de forma direta conhecimentos da química,

o item p134 permite observar um primeiro grupo com dificuldades na compreensão científica e memorização dos conceitos, menor domínio da língua e mais desprovido de condições de existência e um grupo que compreende melhor os conceitos, detêm condições médias de existência, mas ainda não contempla um conhecimento ou memorização ampla o suficiente para acertar o item (“B”). A resposta correta tende a estar mais próxima das melhores condições de existência captadas e da escolha da trajetória escolar, marcada pelas escolas privadas ou federais.

Esse primeiro grupo de itens marcados pela dificuldade relativamente baixa e pela boa discriminação permitiu observar que mesmo itens tidos como fáceis e com alta taxa de acerto, ainda nutrem relação com condicionantes sociais. Esses itens são de caráter qualitativo como os itens menos associados ao nível socioeconômico descritos por Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018). Ainda que os resultados apresentados apontem para associação do acerto nesses itens com frações de classe, eles também dialogam com os resultados de Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) no caso do item p115 que apresentou a resposta correta em regiões mais intermediárias, não estado nos extremos da ACM. Já os itens p99 e p134 podem contribuir para notar que mesmo para itens qualitativos, quanto mais diretamente exigirem conhecimentos da área, neste caso a química, a resposta correta tende a estar mais próxima da fração de classe mais alta.

O aumento da dificuldade do item associado ao caráter de memorização de conceitos científicos também foi relatado por Cintra, Marques Júnior e Sousa (2016) que destacaram que os itens de química do ENEM exigiam principalmente memorização de informações e executassem fórmulas. Passos e Vasconcelos (2021) encontraram que os itens de química tendem a exigir o entendimento da relação entre conceitos e contextos e na ação de utilizar os conhecimentos de química para resolver problemas reais. O ato de memorizar certos conceitos parece estar presente nos três itens analisados, junto ao exercício de relacionar esses conceitos com situações reais. Os resultados ajudaram a apontar que a memorização do conceito se distingue da aplicação tanto em relação aos níveis de habilidades obtidos pelo MRG, quanto pela posição no espaço social da ACM. Os que conseguem memorizar os conceitos, mas não os relacionam a situações, ainda erram e tendem a estar em posições que se distanciam daqueles que não conseguem recordar dos conceitos. Como o item p134 mostrou, algumas questões podem ser definidas apenas pela capacidade de recordar ou não do conceito, situando até mesmo uma resposta errada ao lado das corretas e próxima a um cenário mais socioeconomicamente privilegiado.

O segundo grupo de itens representa aqueles que apresentaram maiores contribuições para o Eixo 2 da ACM. Iniciando pelo item 91, os resultados estão apresentados na Figura 8 abaixo.

Figura 8: Enunciado do item 91 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.

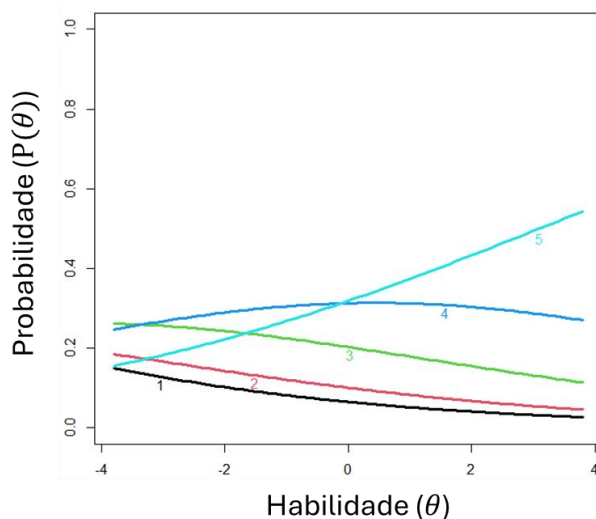
Item 91

Para realizar o desentupimento de tubulações de esgotos residenciais, é utilizada uma mistura sólida comercial que contém hidróxido de sódio (NaOH) e outra espécie química pulverizada. Quando é adicionada água a essa mistura, ocorre uma reação que libera gás hidrogênio e energia na forma de calor, aumentando a eficiência do processo de desentupimento. Considere os potenciais padrão de redução (E°) da água e de outras espécies em meio básico, expressos no quadro.

Semirreação de redução	E° (V)
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Co} + 2 \text{OH}^-$	-0,73
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu} + 2 \text{OH}^-$	-0,22
$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + 2 \text{OH}^-$	-0,58
$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al} + 4 \text{OH}^-$	-2,33
$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe} + 2 \text{OH}^-$	-0,88

Qual é a outra espécie que está presente na composição da mistura sólida comercial para aumentar sua eficiência?

- A** Al
- B** Co
- C** $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- D** $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- E** Pb



	Ordenação	Frequência
A	5	32%
B	2	10%
C	4	31%
D	3	20%
E	1	07%

Fonte: elaboração própria a partir do Caderno Azul do ENEM de 2019, disponibilizado publicamente pelo INEP.

A partir da leitura do item 91 é possível identificar diversas expressões específicas da linguagem da química como “hidróxido de sódio”, “potenciais padrão de redução” e “semirreação”, além de diversos símbolos como a seta de reação e o símbolo de elétron (e^-), por exemplo. Antes mesmo de pensar sobre o problema proposto, o agente necessita dominar termos

da linguagem científica. Além disso, a tabela com os valores de potenciais de redução indica que algum cálculo ou raciocínio que envolva matemática será necessário para obter a resposta. Já os conceitos específicos da química exigidos fazem parte de um conjunto chamado de eletroquímica e estão presentes na matriz de referência como “Reação de oxirredução” e “Potenciais padrão de redução” no objeto do conhecimento “Transformações Químicas e Energia”. A junção de conceitos específicos ao vocabulário da química pode ter contribuído para a classificação do item p91 como o segundo item mais difícil dentre o conjunto analisado, o que já havia sido apontado pelo elevado valor de *Threshold* 4.

Para resolver o item p91, o agente precisa saber que a melhoria da eficiência da reação entre o hidróxido de sódio e a água exige que a água seja substituída por uma substância com um menor potencial padrão de redução, ou seja, uma maior diferença de potencial. Assim, como a água apresenta um potencial de $-0,83\text{V}$, apenas duas respostas são plausíveis, o composto de alumínio com $-2,33\text{V}$ e o ferro com $-0,88\text{V}$, o que corresponde às respostas “A” e “D”. Contudo, a diferença de potencial gerada na resposta “D” é praticamente nula ($0,05\text{V}$), além de o ferro já ter sofrido a oxidação no sentido direto da reação química apresentada. Dessa forma a resposta correta deve apresentar a substância em sua forma metálica, passível de oxidar, e que gere a maior diferença de potencial, como na resposta “A”, o Al. Outra resposta importante de ser comentada é a resposta “C”, a segunda mais escolhida. A resposta “C” indica o menor valor de potencial de redução. $-0,22$ e pode ter sido escolhida por uma confusão com números negativos, matematicamente $-0,22$ é maior que $-2,33$. Outro ponto a ser destacado do item é que a resposta poderia ser pensada apenas como o maior valor possível, o que colocaria as respostas “A” e “C” como mais prováveis por representarem os valores extremos na tabela. As respostas “B” e “E” representam materiais com valores intermediários de potencial de redução, indicando possível falhas na interpretação do texto da questão e um desconhecimento dos princípios de uma reação de oxirredução.

Pelo gráfico da Figura 8, a resposta correta tem o comportamento esperado, é menos provável em níveis menores e é a mais provável no maior nível de habilidade. A resposta “C” foi predominante na maioria dos níveis de habilidade, podendo representar um conhecimento de interpretação de texto e matemático, mas pouco conhecimento de eletroquímica, no sentido de não compreender o significado do sinal negativo. Isso é reforçado pelo fato de que a resposta “C”

também foi a resposta incorreta mais frequente entre os agentes de maior desempenho na prova de CNT, recebendo a ordenação “4”. A resposta “D” apresentou um comportamento quase que inverso à resposta correta, uma maior probabilidade nos menores níveis e, gradualmente, diminui ao avançar para os maiores níveis de habilidade. Há praticamente uma inversão progressiva na probabilidade de escolha entre “A” e “D”, o que pode ocorrer por “D” ser a conceitualmente mais correta dentre as respostas incorretas. Assim, esse comportamento de inversão pode representar a diferenciação entre um pleno conhecimento de eletroquímica e um conhecimento razoável, mas com algumas falhas.

Contudo, a resposta “C” foi a mais próxima à correta no Eixo 1 da ACM, o que parece indicar que uma boa compreensão do contexto do item e da matemática, mas uma falha no domínio da química pode estar mais próxima da resposta correta do que uma compreensão parcial da química e uma falha na interpretação do texto. Ainda no Eixo 1, a resposta “C” também está próxima ao segundo maior nível de domínio da escrita formal da língua, enquanto a resposta “D” está próxima aos menores níveis. Essas respostas também se distanciam pela proximidade com o tipo de escola; a resposta “C” está próxima às escolas privadas e federais, enquanto a resposta “D” está próxima às escolas estaduais e municipais.

O Eixo 2 da ACM apresenta uma relação diferente para as respostas do item 91. Nesse eixo, as respostas mais próximas à correta são “C” e “D” que apresentam certo conhecimento dos termos, conteúdos e cálculos exigidos pelo item. Já a mais distante, “B”, é a que menos satisfaz as exigências do item e demonstra certo desconhecimento tanto da linguagem da química presente na tabela quanto dos conceitos de eletroquímica. Essas respostas desenharam uma trajetória iniciada por “B”, na região superior do Eixo 2, progredindo ao longo do eixo por “C”, “D” e então a resposta correta “A”. A resposta “E” foi uma exceção, se posicionando mais abaixo que “A” no Eixo 2. Contudo, esse comportamento pode ser consequência da baixa frequência dessa resposta, menos de 7%, valor próximo dos 5% que Hjellbrekke (2019) orienta que seja transformada em uma categoria passiva. Assim, é provável que, para a ACM, o ponto “E” representa um outlier, pouco útil para a interpretação. A alta contribuição para a estruturação do item p91 para o Eixo 2 pode indicar que esse eixo está distanciando os agentes com base em conhecimento mais específicos da química do que os três itens já analisados que tinham maior relação com as frações de classe, concomitantemente a progressão do domínio da língua escrita, que aumenta no sentido superior

para o inferior do Eixo 2. Os resultados do item p91 indicam que, em uma questão complexa de química, a familiaridade com a linguagem formal pode estar refletindo um capital cultural incorporado que é exigido pelo sistema de ensino, mas não fornecido por ele, e garante uma harmonização entre as expectativas do agente e do mercado escolar (Bourdieu, 2015a). A análise qualitativa do item junto à ACM e ao MRG ajudou a reconhecer que a distância entre as respostas pode representar diferentes níveis de domínio da química, em específico no assunto de eletroquímica.

O próximo item, item 108, não apresentou bons valores para o MRG. Ainda assim, é válido analisá-lo em relação ao seu conteúdo e à distribuição das respostas, a partir da Figura 9.

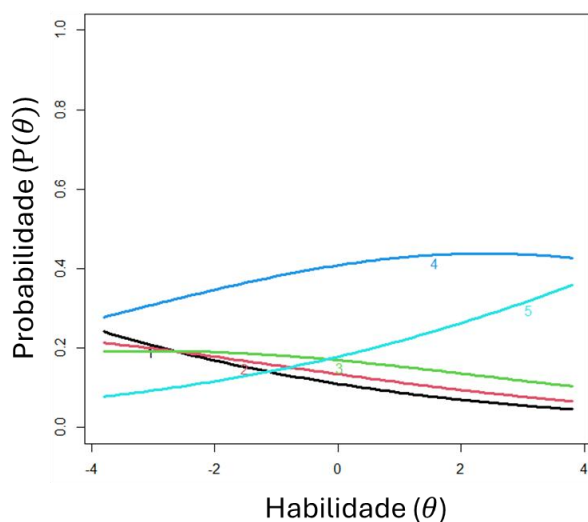
Figura 9: Enunciado do item 108 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.

Item 108

Por terem camada de valência completa, alta energia de ionização e afinidade eletrônica praticamente nula, considerou-se por muito tempo que os gases nobres não formariam compostos químicos. Porém, em 1962, foi realizada com sucesso a reação entre o xenônio (camada de valência $5s^25p^6$) e o hexafluoreto de platina e, desde então, mais compostos novos de gases nobres vêm sendo sintetizados. Tais compostos demonstram que não se pode aceitar acriticamente a regra do octeto, na qual se considera que, numa ligação química, os átomos tendem a adquirir estabilidade assumindo a configuração eletrônica de gás nobre. Dentre os compostos conhecidos, um dos mais estáveis é o difluoreto de xenônio, no qual dois átomos do halogênio flúor (camada de valência $2s^22p^5$) se ligam covalentemente ao átomo de gás nobre para ficarem com oito elétrons de valência.

Ao se escrever a fórmula de Lewis do composto de xenônio citado, quantos elétrons na camada de valência haverá no átomo do gás nobre?

- A** 6
- B** 8
- C** 10
- D** 12
- E** 14



	Ordenação	Frequência
A	3	17%
B	4	41%
C	5	18%
D	2	13%
E	1	11%

Fonte: elaboração própria a partir do Caderno Azul do ENEM de 2019, disponibilizado publicamente pelo INEP.

O texto do item p108 contém muitos termos específicos da química como “camada de valência”, “afinidade eletrônica”, “gases nobres”, “regra do octeto” e “configuração eletrônica”, além de símbolos como “ $2s^2$ ”. Já o contexto retratado retoma momentos de evolução do conhecimento químico, retratando procedimentos experimentais e teóricos dessa ciência. Um entendimento dos conceitos, símbolos e processos da ciência. Esses conteúdos estão presentes na matriz de referência como “Modelo corpuscular da matéria”, “Modelo atômico de Dalton”, “Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr”, “Átomos e sua estrutura” e “Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica” contemplados no objeto do conhecimento “Transformações Químicas”.

É importante destacar que o item p108 envolve a regra do octeto, bastante comum em livros de introdução à química, por exemplo no livro para a educação básica de Santos e Mol (2016) e para educação superior de Atkins e Jones (2012). Isso implica na ideia de que átomos ou moléculas atingirem maior estabilidade ao apresentar oito elétrons em sua camada de valência está bastante presente no pensamento de agentes ao estudarem química. Contudo, o enunciado do item menciona que há exceções para a regra do octeto, tratando de um caso específico dessa regra, o composto difluoreto de xenônio.

Para solucionar o problema proposto pelo item, o agente necessita conhecer os átomos que compõem o difluoreto de xenônio, flúor e xenônio, suas configurações eletrônicas e que o prefixo “di” indica a presença de dois átomos de flúor. Assim, como cada átomo de flúor contempla sete elétrons em sua camada de valência enquanto o xenônio contempla oito, um elétron do xenônio será compartilhado para cada flúor, totalizando uma ligação com 10 elétrons, o que coloca a resposta “C” como correta. A resposta mais escolhida, “B”, reflete diretamente a aplicação da regra do octeto, sem considerar a informação dita no texto de que a situação se trata de um caso especial à regra. As demais três respostas apresentam valores que não satisfazem a regra do octeto e não são compatíveis com os possíveis compartilhamentos de elétrons dos átomos apresentados no item. O valor de seis elétrons da resposta “A” ainda retem alguma relação com a teoria, podendo ser encontrado ao cometer o erro de não contabilizar os elétrons envolvidos na ligação covalente, contando apenas os elétrons que permanecem livres no átomo de xenônio. Já as respostas “D” e

“E” representam um erro mais grosseiro, uma vez que o valor de 12 ou 14 elétrons não pode ser alcançado com os elementos citados no exercício, indicando um desconhecimento dos assuntos abordados, em especial camada de valência e configuração eletrônica.

As características qualitativas do item p108 e as possíveis formas e razões para a escolha das respostas revelam que há um problema com o item ao apresentar um distrator, resposta “B”, que tem relação direta com o assunto abordado na pergunta. Além disso, o item aborda um caso específico do conhecimento químico que rompe com uma regra da química, o que pode ser difícil de compreender para agentes que apenas tiveram contato com os fundamentos da química na educação básica. Esse problema qualitativo se reflete nos resultados do MRG, a resposta mais provável no mais alto nível de habilidade, “B”, está incorreta, mas reflete diretamente a teoria da regra do octeto. A resposta “B” também é a mais frequente em todos os níveis de habilidade, o que, somando a discriminação muito baixa do item p108, revela que esse item foi pouco capaz de avaliar e discriminar os agentes em função de suas habilidades ou de qualquer outro tipo possível de traço latente.

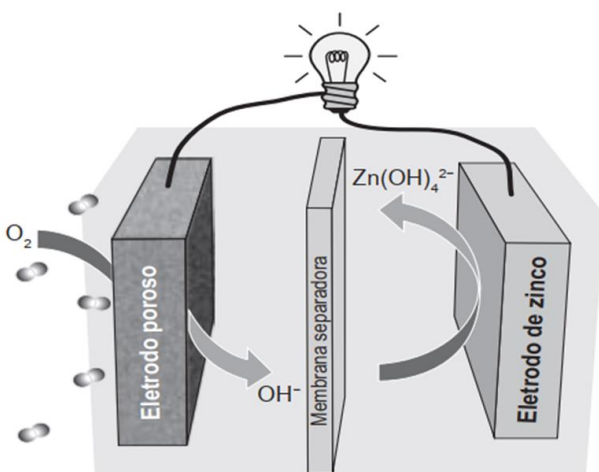
Essa baixa discriminação, somada ao fato de que os mais habilidosos tendem a escolher a resposta incorreta, possivelmente também refletiu na ACM. No Eixo 1, as respostas “A”, “B” e “C” ocuparam posições muito próximas localizadas à esquerda, espaço comum para as respostas corretas. Nesse conjunto, as respostas incorretas, “A” e “B”, ainda carregam alguma forma de conhecimento químico, sendo essas as respostas mais frequentes entre os agentes de maior desempenho na prova de CNT, recebendo a ordenação “3” e “4”, respectivamente. As outras duas respostas posicionaram-se à direita, sendo a resposta “E” a com maior distância em relação à resposta correta. No Eixo 2, as respostas “C” e “D” estão em posições próximas na região superior, enquanto as respostas “B” e “E” estão em posições próximas na região inferior. O par na posição superior aproxima a resposta correta, menos provável no menor nível de habilidade, da resposta mais provável nesse nível de habilidade. A mesma situação ocorre para o maior nível de habilidade para o par na região inferior, “B” é a mais provável e “E” a menos. Isso pode mostrar que um item que exige diretamente um conhecimento específico da química não apresenta uma relação direta com o domínio da língua escrita. É importante destacar que os itens p91 e p108 também foram classificados como itens ruins para avaliar as habilidades em química no ENEM por Vizzotto (2022c).

O último item desse conjunto, item p118 está apresentado na Figura 10.

Figura 10: Enunciado do item 108 presente no ENEM à direita e informações estatísticas à esquerda.

Item 118

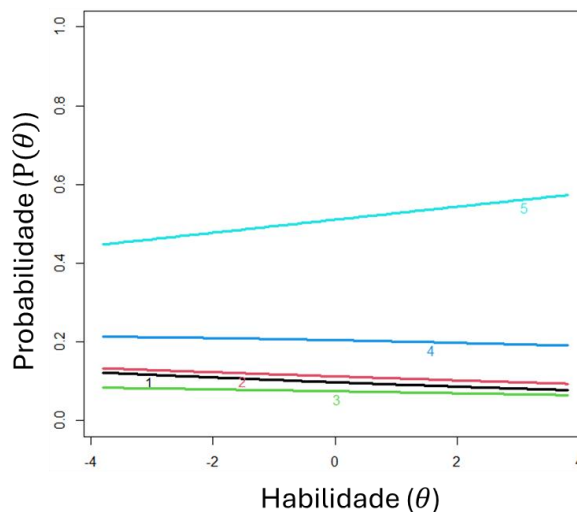
Grupos de pesquisa em todo o mundo vêm buscando soluções inovadoras, visando a produção de dispositivos para a geração de energia elétrica. Dentre eles, pode-se destacar as baterias de zinco-ar, que combinam o oxigênio atmosférico e o metal zinco em um eletrólito aquoso de caráter alcalino. O esquema de funcionamento da bateria zinco-ar está apresentado na figura.



LI, Y.; DAI, H. Recent Advances in Zinc-Air Batteries. *Chemical Society Reviews*, v. 43, n. 15, 2014 (adaptado).

No funcionamento da bateria, a espécie química formada no ânodo é

- A** H_2 (g).
- B** O_2 (g).
- C** H_2O (l).
- D** OH^- (aq).
- E** $Zn(OH)_4^{2-}$ (aq).



	Valor MRG	Frequência
A	3	07%
B	2	11%
C	1	10%
D	4	20%
E	5	51%

Fonte: elaboração própria a partir do Caderno Azul do ENEM de 2019, disponibilizado publicamente pelo INEP.

Os resultados de MRG exibidos na Figura 10 mostram que a resposta correta foi mais provável para todos os níveis de habilidade e que o item foi acertado por mais de 50% dos respondentes, além de apresentar baixa discriminação. Essas características remetem a um item com problemas de elaboração, o que Vizzotto (2022a; 2022c) relata ser frequente nos itens de

física e química, sendo o item p118 também classificado com um item ruim pelo autor. Além disso, na Figura 10 observa-se que as linhas são horizontais, o que unido à discriminação nula (0,06), mostra que o item p118 não foi capaz de discriminar os agentes em função de suas habilidades. Isso inviabiliza uma interpretação da diferença entre as respostas baseada no MRG, ainda assim, uma avaliação qualitativa do item pode revelar algumas características que levaram a tal problema.

O texto e a figura do item p118 mostram que serão exigidos os conhecimentos relacionados à eletroquímica presentes na matriz de referência. Além dos conhecimentos teóricos, é importante notar que a ilustração apresenta detalhes como o fluxo de íons, a entrada do oxigênio e a localização dos eletrodos. A questão colocada exige primeiramente que o respondente identifique qual eletrodo é o ânodo, o que deve ser deduzido a partir das setas e das espécies químicas que elas representam. A seta da esquerda representa o oxigênio, O_2 , interagindo com o eletrodo poroso e se transformando em HO^- . Nesse processo, o O_2 está interagindo com a água e com elétrons, alterando seu número de oxidação de zero para -2, processo chamado de redução, sendo que a redução ocorre no cátodo de uma pilha. Já a seta da direita, passa pelo eletrodo de zinco e forma uma espécie iônica de zinco, representando a oxidação do zinco, com seu número de oxidação aumentando de zero para +2. Assim, a resposta correta é “E”, pois a oxidação é o processo que ocorre no ânodo de uma pilha. As três respostas menos escolhidas “A”, “B” e “C”, poderiam representar desconhecimento dos processos de uma pilha ou remeterem à eletrólise da água, processo distinto do descrito no item, mas que também envolve eletroquímica. A resposta “D” se aproxima da correta, pois pode ser fruto da confusão e inversão dos eletrodos classificados como cátodo e ânodo.

Entretanto, é importante ressaltar que um possível problema com esse item, que pode ter gerado os problemas psicométricos, é que as duas respostas mais assinaladas são as espécies químicas diretamente exibidas na figura. Isso pode gerar um caso em que há 50% de chance de se acertar o item escolhendo aleatoriamente uma das espécies químicas apresentadas na figura. A estrutura do item dificulta que sejam avaliados diferentes níveis da habilidade, pois as chances de acerto por escolha aleatória é muito alta. Isso pode indicar que o item p118 reflete habilidades relacionadas à leitura e interpretação das informações visuais fornecidas, mas não é capaz de diferenciar as habilidades em química dos agentes respondentes.

Na ACM, a ausência de discriminação apontada pela MRG parece ter refletido na posição das respostas “A” e “E” (correta) no Eixo 1, pois ambas estão localizadas praticamente na origem do eixo. Esse eixo separou apenas as respostas “B” e “C”, localizadas na região de fração de classe precária, da resposta “D”, localizada na região de fração de classe média. Isso parece mostrar que ao excluir a resposta mais frequente (“E”) e a menos frequente (“A”), os condicionantes sociais poderiam explicar a distinção entre algum conhecimento (“D”) de eletroquímica e um quase total desconhecimento daquilo exigido pelo item. No Eixo 2, a distribuição das respostas parece respeitar a avaliação qualitativa. A resposta mais distante da correta, “A” está na extremidade oposta e se aproximam, em ordem, as respostas “C”, “B” e “D”. Esse comportamento novamente remete à ideia de que o Eixo 2 pode estar sendo modelado por uma dimensão do conhecimento ou um envolvimento com o estudo dos agentes, que não pode ser plenamente captada por limitações dos microdados, tendo apenas o domínio da língua escrita como indicativo. Contudo, é importante destacar que os três itens mais relacionados com o Eixo 2 apresentam problemas psicométricos.

O Quadro 4 abaixo resume as discussões desenvolvidas sintetizando os dois grupos de itens em função do nível de habilidade em que a resposta é mais provável, a localização no Eixo 1 e no Eixo 2 da ACM. O nível de habilidade foi classificado com base na escala da habilidade dos gráficos de ICC e no intervalo em que a curva atinge seu pico, sendo os intervalos: de -4 a -2 muito baixo, de -2 a 0 baixa, de 0 a 2 média e 2 a 4 alta. A localização no Eixo 1 seguiu as frações de classe encontrada e a do Eixo 2 apenas distinguiu entre a região superior e inferior. Os resultados do MRG do item p118 foram ocultados devido à discriminação nula.

Quadro 4: Resumo dos resultados obtidos pela ACM, GRM e análise qualitativa dos seis itens de química. O asterisco indica a resposta correta.

	Nível de Habilidade	Localização Eixo 1	Localização Eixo 2	Conteúdos
Itens com boa discriminação				
p99:A*	Alto	Fração Média	Superior	Estrutura e propriedades de compostos orgânicos / Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente
p99:B	Muito baixo	-	-	
p99:C	Baixo	Fração Manual	Inferior	
p99:D	Médio	Fração Manual	Inferior	
p99:E	Muito baixo	Fração Precária	Superior	
p115:A*	Alto	Fração Média-Baixa	Inferior	Química no cotidiano / Mineração e Metalurgia / Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção de substâncias químicas
p115:B	Médio	Fração Média-Baixa	Superior	
p115:C	Muito baixo	Fração Manual	Superior	
p115:D	Baixo	Fração Manual	Inferior	
p115:E	Baixo	Fração Manual	Superior	
p134:A	Baixo	Fração Manual	Superior	Polaridade de moléculas / Forças intermoleculares
p134:B	Médio	Fração Média-Baixa	Inferior	
p134:C	Muito baixo	Fração Manual	Inferior	
p134:D*	Alto	Fração Média-Baixa	Superior	
p134:E	Muito baixo	Fração Manual	Superior	
Itens com discriminação muito baixa ou nula				
p91:A*	Alto	Fração Média-Baixa	Inferior	Reação de oxirredução / Potenciais padrão de redução
p91:B	Muito baixo	Fração Manual	Superior	
p91:C	Baixo	Fração Média-Baixa	Superior	
p91:D	Muito baixo	Fração Manual	Inferior	
p91:E	Muito baixo	Fração Manual	Inferior	
p108:A	Muito baixo	Fração Média-Baixa	Superior	Modelo atômico de Dalton / Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr / Átomos e sua estrutura
p108:B	Alto	Fração Média-Baixa	Inferior	
p108:C*	Alto	Fração Média-Baixa	Superior	
p108:D	Muito baixo	Fração Manual	Superior	
p108:E	Muito baixo	Fração Manual	Inferior	
p118:A	-	Zero	Superior	Reação de oxirredução / Potenciais padrão de redução
p118:B	-	Fração Manual	Superior	
p118:C	-	Fração Manual	Superior	
p118:D	-	Fração Média-Baixa	Superior	
p118:E*	-	Fração Manual	Inferior	

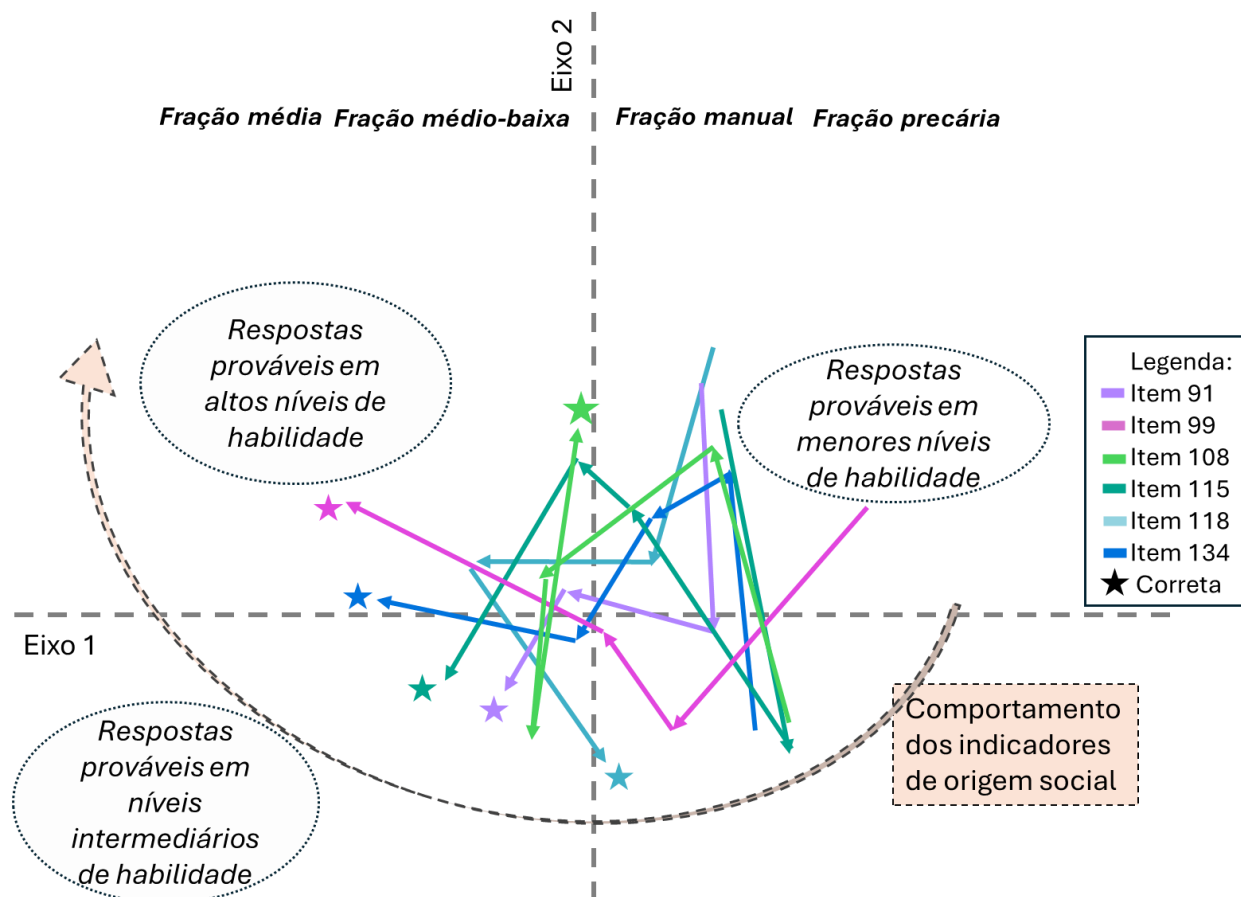
Fonte: Elaboração Própria

O Quadro 4 permite notar que todas as respostas classificadas como alto ou médio nível de habilidade se localizaram à esquerda do Eixo 1, principalmente na Fração Média-Baixa. Também é possível notar que a região inferior da Fração Médio-Baixo agrupou respostas incorretas que apresentaram alto ou médio nível de habilidade como p108:B e p134:B, além das respostas corretas aos itens p115 e p91. Esses resultados reforçam que os erros se distribuem com alguma relação às frações de classe, o que também acompanha o nível de habilidade nos itens de química. Além

disso, há algum outro fator, manifestado nas distâncias verticais do Eixo 2, que atua em conjunto com as frações de classe nessa escolha da resposta.

A partir desse movimento de análise, partindo da ACM e combinando uma avaliação psicométrica e qualitativa de cada item apresentadas no Quadro 4, foi possível reconhecer uma trajetória, desenhada a partir da ordenação de sua probabilidade em função do nível de habilidade obtido no MRG. A Figura 11 foi construída a partir de uma sobreposição da ACM e representa por meio de setas coloridas o sentido da ordem das respostas de cada questão. Assim, a resposta de menor ordenação (1) inicia a primeira seta que aponta para a resposta de ordenação seguinte (2), repetindo até a última seta que aponta para a resposta de ordenação 5, marcada por uma estrela na Figura 11. O objetivo desse esquema é visualizar de maneira mais clara o comportamento das variáveis ao longo dos eixos. Para esse esquema visual, as alternativas com menos de 7% de frequência foram ignoradas na trajetória, pois essa baixa frequência pode distorcer suas posições na ACM.

Figura 11: Esquema gráfico construído a partir da sobreposição às posições da ACM, representando a direção das respostas. O símbolo de estrela representa a resposta correta.



Fonte: elaboração própria.

O esquema apresentado na Figura 11 permite reconhecer visualmente um relativo alinhamento entre o posicionamento das respostas em função da habilidade e dos indicadores de origem social. Especialmente para os itens p99 e p134, que apresentaram bons resultados no MRG, é possível notar um maior distanciamento horizontal entre a resposta mais provável em menores níveis de habilidade com a resposta correta. Também pode ser um comportamento semelhante para os indicadores de origem social, se orientam da direita para a esquerda, apresentam uma queda e a última categoria volta a ter uma posição maior do que a anterior no Eixo 2, descrevendo uma forma côncava, como representada pela seta curvada na Figura 11. O item p115, que também apresentou bons resultados no MRG, apresentou um comportamento diferente, tendo sua resposta correta localizada abaixo da origem do Eixo 2. Isso pode ser consequência da dificuldade baixa do item p115 e, como o gráfico de ICC mostrou, sua resposta correta se torna a mais provável em

níveis de habilidade levemente inferiores a zero, o que não acontece nos itens p99 e p134. Ainda assim, esses três itens apresentaram as respostas distribuídas ao longo do Eixo 1, alinhando a distribuição das respostas à distribuição dos indicadores de capitais captados pelos dados utilizados.

Uma variável suplementar que teve suas categorias posicionadas entre as regiões esquerda e direita da ACM foi o tipo de escola. As escolas federais e privadas estão posicionadas mais à esquerda, próximas à resposta correta dos itens p99, p115 e p134. Embora esses tipos de escola estejam próximos aos níveis mais altos dos indicadores socioeconômicos, essa posição reafirma a intensa influência que o tipo de escola exerce sobre o desempenho no ENEM, especialmente na prova de CNT (Lima Júnior; Fraga Júnior, 2021; Navarro *et al.*, 2021). Esse resultado indica que os itens com melhores valores psicométricos no MRG também foram os que mais apresentaram posições distintas em relação aos indicadores socioeconômicos da ACM. Os itens que melhor avaliam os agentes também foram os que mais os diferenciaram pela sua origem social. Assim, de certo modo, esses resultados dialogam com a colocação de Bourdieu (2015a) de que as exigências do sistema de ensino não são plenamente fornecidas por ele, mas herdadas principalmente da família. Esse comportamento ajuda a sustentar esta tese de que as escolhas das respostas são guiadas pela origem social dos agentes, ao alinhar menores recursos, possivelmente menores volumes de capital, a menores níveis de familiaridade e conhecimento de química.

O Eixo 2 da ACM não pode ser plenamente interpretado a partir dos dados disponíveis. Entretanto, os resultados indicam uma possível relação com uma dimensão escolar. Enquanto o Eixo 1 foi construído principalmente por itens que tratavam a química de forma contextualizada, exigindo conhecimentos mais gerais e aplicados a situações problemas, o Eixo 2 foi construído principalmente por itens que exigiam um conhecimento químico mais específico (eletroquímica, estrutura atômica e regra do octeto) e com aplicação direta ou teórica, sendo classificados como itens difíceis. Assim, essa dimensão pode ter relação com o domínio da língua escrita, o que se mostra na ACM, ou até com níveis de estudo. Para explorar o Eixo 2 o Quadro 5 abaixo organiza a taxa de acerto, a posição da resposta correta no Eixo 2, a dificuldade calculada pelo MRG e as principais exigências dos itens com maior nível de dificuldade. O item p118 foi omitido devido aos problemas psicométricos, especialmente à sua discriminação nula.

Quadro 5: Itens ordenados pela coordenada do Eixo 2 e suas descrições de dificuldade, taxa de acertos e exigências de conhecimento.

Posição Eixo 2 (Resposta correta)	Item	Taxa de acerto	Dificuldade (Threshold 4)	Exigências
-0,48	p115	43%	0,6 5º mais difícil	Interpretação de texto; Noções da relação entre química, tecnologia e meio ambiente.
0,14	p134	28%	1,46 4º mais difícil	Noções de forças intermoleculares e polaridade de moléculas; familiaridade com a linguagem visual da química; conhecimento de termos específicos como capilaridade.
0,96	p99	22%	1,6 3º mais difícil	Familiaridade com a linguagem da química orgânica; conhecimento sobre química do solo, pH e funções orgânicas.
-0,56	p91	32%	3,1 2º mais difícil	Noções de eletroquímica, potencial de redução, reações de oxirredução; familiaridade com a linguagem da química (equações químicas).
1,44	p108	18%	6,15 1º mais difícil	Conhecimento de estrutura atômica, tabela periódica, regra do octeto, camada de valência e ligação covalente. Familiaridade com a representação da estrutura de Lewis. Reconhecimento das exceções à regra do octeto.

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 5 permite notar que há uma tendência de os itens com boa discriminação (p99, p115 e p134) a aumentarem gradualmente, acompanhando a dificuldade, suas posições no Eixo 2. Contudo, esse eixo foi majoritariamente construído pelos itens com baixa discriminação, os itens p108 e p91, que também representam os itens mais difíceis do conjunto. O item p91 representa o único item que rompe a continuidade da taxa de acerto e da dificuldade ao longo do Eixo 2. Essa relação entre uma relativa alta taxa de acerto para um item com alta dificuldade pode indicar um conteúdo da química, no caso a eletroquímica, que seja mais frequente nas escolas ou, de alguma maneira, mais comum de ser dominado pelos agentes em processo de escolarização. A resposta correta ao item p91 não se posicionou próximo a um tipo de escola específico e Ciszewski, Sousa e Cintra (2019) não apontaram a eletroquímica como um conteúdo que representa dificuldade no ENEM ou que aponta limitações no currículo.

Os dois itens que mais contribuíram para o Eixo 2 apresentaram suas respostas corretas em posições opostas. A baixa discriminação dificulta reconhecer diferenças significativas entre as respostas escolhidas e a oposição das respostas corretas dos itens com maior contribuição são fatores que dificultam a interpretação do Eixo 2 e podem, ao menos, indicar que esse eixo não

distingue os agentes em função de suas habilidades em química. A posição dos domínios da língua escrita pode indicar o Eixo 2 como relacionado a habilidades mais gerais de leitura e interpretação. Contudo, não foi possível interpretar as distâncias verticais de forma efetiva e objetiva. Especialmente por ter altas contribuições dos itens com discriminação muito baixa ou nula, o Eixo 2 poderia ser resultado apenas dos problemas dos itens como respostas dadas ao acaso, o chamado chute, ou itens muito difíceis que distorcem a distribuição das respostas. Essa limitação na interpretação emerge do uso de dados secundários, em especial de uma tendência de diminuir a variedade de informações coletadas pelo questionário socioeconômico do ENEM que reduziu drasticamente das 293 questões presentes em 2009 para 27 questões em 2019 (Moris, 2021).

Diante dessa limitação, foi possível encontrar evidências da relação entre o volume de capitais e as maiores probabilidades de acertos para todos os itens de química. Também foi possível mostrar que há uma particularidade da química em relação à física para itens que tendem a ser mais difíceis ou discriminatórios. Kleinke (2017) encontrou que itens de física que exigem mobilização de cálculos tendem a ter mais relação com a classe social, algo semelhante ao encontrado por Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) que relataram os itens de física quantitativos como os mais socialmente injustos, dependentes do nível socioeconômico. Nos resultados apresentados não houve itens de química que exigiram cálculos ou que poderiam ser classificados como plenamente quantitativos. Os itens que envolveram números de alguma forma, p91 e p118, estão entre os itens mais acertados da prova e menos posicionados em função das frações de classe da ACM. Assim, a maior relação com frações de classe para a química parece estar relacionada principalmente ao bom manejo da linguagem da química, nos seus símbolos e nomenclaturas em itens qualitativos e com boa discriminação. Além da linguagem, o domínio dos conceitos específicos, principalmente sobre atomística e ligação química, geraram as maiores diferenças, mesmo para questões relativamente fáceis, de acordo com o MGR, como o caso do item p134. Estando inseridos no sistema de ensino, os conhecimentos de química mostraram se comportar de acordo com os instrumentos de reprodução social (Bourdieu; Passeron, 2014), mas também apresentaram suas próprias características, diferentes dos itens de física avaliados pela literatura.

5.2 Limitações do estudo

A abordagem apresentada nesta pesquisa apresenta algumas limitações em relação aos dados utilizados e as necessidades e adequação dos dados às técnicas. As limitações envolvendo a base de dados são oriundas do fato de que o questionário socioeconômico do ENEM não contempla questões sobre estilos de vida, hábitos de leitura, gosto por música, literatura ou filmes entre outros hábitos que poderiam potencializar as análises. A falta de variáveis suplementares que apresentassem desvios notáveis em outros eixos pode ser consequência de que as variáveis socioeconômicas disponíveis são muito relacionadas, compondo uma única dimensão social. O baixo número de itens classificados oficialmente como itens de química, seis dentre os 45 da prova de CNT, também pode ter afetado o resultado da ACM e do MRG, visto que metade dos itens apresentaram valores inadequados.

As limitações relacionadas à adequação e à preparação dos microdados tiveram origem na exigência do MRG de ter respostas ordenadas, ou seja, no processo em que foram utilizadas as mil maiores notas para ordenar as respostas de um a cinco. O método utilizado buscou priorizar um critério objetivo para a ordenação e que pudesse ser replicado em outras aplicações do ENEM ou em outras provas similares. Contudo, a seleção dos mil mais proficientes se mostrou boa para separar as respostas tidas como mais corretas e ordenadas entre três e cinco, mas pouco eficiente para as respostas menos corretas, ordenadas como um e dois. Mesmo com essas limitações, a ordenação obtida satisfaz o modelo empregado, como apresentado no Apêndice 3, validando os resultados obtidos e possibilitando as análises desenvolvidas.

Ainda assim, este estudo pode apresentar outras formas que a distinção social se manifesta em relação aos conhecimentos da química e pode fomentar outros estudos ou ações que visem aprofundar essa temática ou propor formas que minimizar a influência da origem social sobre os exames vestibulares e o sistema de ensino no geral.

6 Conclusões

O sistema de ensino brasileiro é um arcabouço complexo de relações de poder e nesse meio encontra-se o ENEM, sendo a maior avaliação do ensino médio nacional, que possibilita que pessoas de todo o Brasil dispute uma vaga no ensino superior. É importante explicitar que o ENEM é um vestibular com caráter mais democrático ao possibilitar provas gratuitas, aplicações próximas da residência dos estudantes, unificar o sistema de classificação e seleção e propor sistemas de cotas. Ao mesmo tempo, o ENEM também acaba atuando como um instrumento que reproduz estruturas de poder maiores que ele, o que pode ser observado no fato do desempenho ainda nutrir forte associação com a distribuição das classes sociais (Moris *et al.*, 2022). A literatura sobre o exame, em especial envolvendo a prova de CNT, buscou desde caracterizar as questões até estudar a influência dos condicionantes sociais sobre o desempenho. Contudo, a abordagem das respostas individuais aos itens de química em associação com uma discussão das condições socioeconômicas para os itens de química é incipiente. Assim, esta pesquisa buscou desenvolver uma proposta a partir da teoria bourdiana e da combinação de análises de ACM e a MRG.

Tal abordagem permitiu encontrar que respostas mais frequentes em altos níveis de habilidade estão relacionadas às famílias com alta escolaridade e renda, uma possível classe média. Em oposição, as famílias desprovidas socialmente estão distantes das respostas corretas, se aproximando de distratores associados a menores níveis de habilidade e até demonstrando certo desconhecimento do conteúdo. O não conhecimento dos conteúdos ou termos e falhas na interpretação do texto retomam o papel do tipo da escola, colocando a escola como um fator tão importante quanto as frações de classe. A partir da proximidade entre escolas federais e privadas pode-se argumentar que a escola detém certo poder em meio aos mecanismos de reprodução.

Foi possível encontrar dois conjuntos para os itens de química contemplados na Competência de área 7 do ENEM de 2019. O primeiro conjunto foram itens que apresentavam uma situação problema, geralmente relacionado a uma questão ambiental ou a uma situação do cotidiano, exigindo relacionar esse problema com conhecimentos sobre a linguagem da química, polaridade, forças intermoleculares e pH. Esse conjunto contemplou os itens p99, p115 e p134 que apresentaram uma boa discriminação no MRG e uma distribuição ao longo do Eixo 1 da ACM. Ao discutir os resultados das duas análises empregadas, foi possível reconhecer um alinhamento

entre o nível de habilidade em que cada resposta é mais provável com a posição dessa resposta no espaço social. Assim, para esses três itens, as respostas mais prováveis em menores níveis de habilidade localizaram-se na região da ACM classificada como Fração Manual, caracterizada por famílias com pais com escolarização básica incompleta, com renda entre um e dois salários mínimos e com profissões manuais pouco qualificadas. A posição das respostas progrediu em direção à resposta correta, localizada principalmente na região denominada Fração Média-Baixa, caracterizada por famílias com escolaridade básica completa, renda entre dois e cinco salários mínimos e com ocupações não manuais qualificadas de rotina.

Esses resultados sustentam a tese de que a escolha da resposta é guiada pela trajetória do agente, uma espécie de manifestação de seu *habitus*, e que, por consequência, é parcialmente produto da origem social. O conhecimento em química participa dessa complexa relação, uma vez que respostas que demonstram desconhecimento estão relacionadas a níveis baixos de habilidade e a frações de classe mais desfavorecidas. Particularidades da química como a linguagem científica, as representações de elementos e reações química e a relação entre química e sociedade foram conhecimentos necessários para respostas relacionadas a maiores habilidade e frações mais privilegiadas. Como principal resultado, esse conjunto possibilita reconhecer que há um alinhamento entre a distribuição das respostas e as frações de classe. Assim, mesmo os itens capazes de medir as habilidades dos agentes respondentes apresentaram uma relação com a origem social.

O segundo conjunto de itens, composto pelos itens p91, p108 e p118, caracterizou-se pela pouca ou nenhuma capacidade de discriminação entre as respostas. Os itens p91 e p108 apresentaram os maiores valores de dificuldade e exigiram diretamente conhecimentos específicos da química como eletroquímica, reação de óxido-redução, estrutura atômica e casos de exceção à regra do octeto. Essas respostas se distribuíram principalmente ao longo do Eixo 2 da ACM, o que dificultou a interpretação, mas ainda mantiveram uma oposição no Eixo 1, separando a resposta correta das mais incorretas. Esses itens ajudaram a reconhecer que uma questão que exige diretamente conhecimentos químicos específicos e se configura como de alta dificuldade não é efetiva para avaliar os diferentes níveis de habilidade em química e ainda nutre alguma relação com as frações de classe, sendo o acerto mais próximo das frações mais privilegiadas.

Diante dos resultados, este estudo avança em relação a bibliografia presente na área de educação em ciências ao propor uma forma de analisar diferentes formas de erros em uma prova e relacioná-las aos condicionantes sociais, mantendo diálogo com a teoria bourdiana. Argumento que as respostas aos itens de química não ocorrem de forma aleatória e há um potencial em não se limitar a analisá-las de forma binária como acertos e erros. O uso da ACM em conjunto com o MRG permitiu encontrar certa sincronia entre diferentes respostas não corretas e os indicadores socioeconômicos de renda, escolaridade e profissão familiar, que podem ser um indicativo de classe social. Também foi possível notar a influência de diferentes tipos de escola, que pode ser comparada aos condicionantes sociais. Além disso, os padrões de respostas para os itens de química apontam para certos conceitos dessa ciência, mas podem estar presentes em todas as áreas do conhecimento, com a falta de entendimento da linguagem específica e problemas de interpretação de texto.

A escolha da resposta está engendrada pelas condições de existência do agente, exprimindo a escolha do possível, do mais provável, do mais correto, diante das vivências e experiências com o sistema de ensino. Nesse sentido, certas escolhas refletem a origem social do agente e podem ser manifestações de uma distinção social em que, como na analogia de Bourdieu e Passeron (2014) com o texto de Margaret Mead, só os filhos de feiticeiros têm suas visões validadas para se tornarem feiticeiros. Esses resultados não podem ser entendidos no sentido de que bastariam um esforço da escola ou dos professores em melhorar ou enfatizar o ensino dos conteúdos mais associados à classe ou às dificuldades dos agentes. Esta pesquisa ajuda a entender como certos conteúdos, habilidades ou formas de conhecimento da química tendem a ser priorizados e propagados via sistema de ensino. Essa priorização não aparenta ter critérios claros e produz uma separação entre os agentes que dominam os conhecimentos valorizados e aqueles que não os dominam ou até os desconhecem. Os resultados apresentados permitem notar que o grau de domínio dos conhecimentos de química tende a refletir a posse de indicadores de capitais. Se posicionar contra essas relações entre conhecimento escolar e classe significa se posicionar contra um amplo sistema e até mesmo contra o próprio funcionamento dos vestibulares, que propagam a ideologia do dom ou talento natural para os estudos.

É importante destacar que esta pesquisa não buscou tecer uma crítica ao ENEM, tampouco os resultados apontam para falhas exclusivas do exame. Assim como não bastaria uma ação

pedagógica para resolver as desigualdades educacionais, também não reside no ENEM a responsabilidade sobre elas. O ENEM é parte do sistema de ensino que faz parte de um sistema social e, na perspectiva bourdiana (Bourdieu; Passeron, 2014), age como um dos meios reprodutores das posições sociais. Assim, é importante empenhar uma reflexão sobre o ENEM e sua função como um vestibular. Esse instrumento tem o objetivo de selecionar, filtrar, classificar os candidatos para o preenchimento de um número limitado de vagas disponíveis no Ensino Superior brasileiro. Dessa forma, cabe a pergunta: quanto melhor um instrumento de seleção funciona, essa seleção se torna mais ou menos intensa? Para além de uma percepção ingênua de seleção por mérito, os estudos e os resultados apresentados mostraram a relação entre os melhores desempenhos e a origem social privilegiada. O ENEM, enquanto vestibular, representa um instrumento de reprodução social que deve ser pensado enquanto parte integral de um modo de organização social. Ao pensar em formas de melhorar o exame é necessário ponderar se ao melhorar a ferramenta de seleção, ela não se tornaria simplesmente mais seletiva ou reprodutora. Repensar o ENEM significa repensar o exame enquanto um todo, em sua estrutura interna de quais conteúdos e assuntos devem ser avaliados, sua relação com o currículo da educação básica nacional, qual é o papel de um vestibular e qual é o significado da seleção para o acesso ao Ensino Superior. Caberia repensar até mesmo o que significa e quais são os objetivos do próprio Ensino Superior no país. Isso não significa ignorar os esforços das políticas públicas em melhorar e ampliar o acesso ao Ensino Superior (Dal Moro; Gisi, 2023) ou o intenso trabalho de desenvolvimento, aplicação e correção do ENEM (Travitzki, 2013). Por maior que seja o reconhecimento das estruturas de reprodução social, podemos refletir sobre formas que tornem esses instrumentos menos potentes em reproduzir essas estruturas, sem recorrer à ilusão do mérito pelo dom ou talento natural. Esta pesquisa contribui nesse sentido ao apresentar resultados objetivos de que agentes de origens sociais diferentes tendem a ter respostas diferentes nos itens de química e, ainda que essas respostas sejam incorretas, há um nível de conhecimento ou habilidade relacionado a elas. Então, faria sentido que a pontuação obtida por responder a longa prova do ENEM contabilizasse, de alguma forma, essa resposta e consequentemente melhorasse as chances de diferentes frações de classe ingressarem no Ensino Superior.

7 Referências

- ALMEIDA, A. M. F. Sistema de ensino e desigualdade. In: _____ **A escola dos dirigentes paulistas: ensino médio, vestibular, desigualdade social**. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2009. p. 35-62.
- ALMEIDA, A. M. F.; NOGUEIRA, M. A. (Org.) **A Escolarização das elites: um panorama internacional de pesquisa**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- ALMEIDA, A. M. F. A Noção de Capital Cultural é Útil para se Pensar o Brasil?. In: Nadir Zago; Lea Paixão. (Org.). **Sociologia da Educação Brasileira: Pesquisa e Realidade Brasileira**. 1ed. Petrópolis: Vozes, 2007, v. 1, p. 44-59.
- ANDRICH, D. The Problem With the Step Metaphor for Polytomous Models for Ordinal Assessments. **Educational Measurement: Issues and Practice**. v. 34, n. 2, p. 8–14. 2015
- ARAÚJO, E. A. C.; ANDRADE, D. F.; BORTOTTI, S. L. V. Teoria da Resposta ao Item. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 43. 2009
- ARCHER, L. et al. “Science capital”: A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 52, n. 7, p. 922-948, 2015
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DIRIGENTES DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR (ANDIFES). **A loteria Enem**, [2012]. Disponível em: <http://www.andifes.org.br/a-loteria-enem/>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- BAKER, F. B. Item Characteristic Curve Models. In: BAKER, F. B. **The Basics of Item Response Theory**. 2 ed. Washington D.C.: ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001. p. 25-41.
- BARROS, A. S. X. Vestibular e Enem: um debate contemporâneo. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 22, n. 85, p. 1057-1090, 2014.
- BARROSO, M. F.; RUBINI, G.; SILVA, T. Dificuldades na aprendizagem de Física sob a ótica dos resultados do Enem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, e4402, 2018.
- BERTOLIN, J.; FIOREZE, C.; BARÃO, F. R. Educação superior e desigualdade educacional no Brasil: herança elitista em contexto de expansão do acesso. **Periódico Horizontes**. n. e023133. 2024.
- BERTONCELO, E. **Construindo espaços relacionais com a análise de correspondências múltiplas: aplicações nas ciências sociais**. Brasília: Enap, 2022.
- BERTONCELO, E. R. *Social classes in Brazil: time, trajectory and immaterial inheritance*. **The Sociological Review**, v. n. 63, p. 451-479. 2015

BONETI, L. W.; DE OLIVEIRA, G. M. Enem: análise do desempenho escolar nas edições de 2009 a 2013. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 24, n. 2, 2017.

BORDIEU, P. PASSERON, J-C. **A reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

BOURDIEU, P. **A distinção**: crítica social do julgamento. 2. ed. Porto Alegre: Zouk, 2011.

BOURDIEU, P. A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A. CATANI, A. (Orgs.). **Escritos de Educação**. 16. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015a. p. 44-72

BOURDIEU, P. **Coisas ditas**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

BOURDIEU, P. Esboço de uma teoria da prática. In: ORTIZ, R. (Ed.). **Pierre Bourdieu: Sociologia**. São Paulo: Ática, 1983. p.46-81.

BOURDIEU, P. Estruturas, habitus e prática. In: Bourdieu, P. **O senso prático**. Petrópolis: Vozes, 2009. p. 86-107.

BOURDIEU, P. Futuro de classe e causalidade do provável. In: NOGUEIRA, M. A. CATANI, A. (Orgs.). **Escritos de Educação**. 16. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2015b. p. 89-142

BOURDIEU, P. The forms of capital. In: RICHARDSON, J. G. **Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education**. New York: Greenwood Press, 1986. p. 241-258.

BOURDIEU, P. **The State Nobility**: Elite Schools in the Field of Power. Cambridge: Polity Press, 1996.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J-C. **Os herdeiros: os estudantes e a cultura**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2018.

BRASIL. DataSenado. **Impactos da pandemia na educação no Brasil**, 2022. Disponível em: [https://www12.senado.leg.br/institucional/datasenado/materias/pesquisas/impactos-da-pandemia-na-educacao-no-brasil#:~:text=A%20principal%20percep%C3%A7%C3%A3o%20dos%20participantes,consequ%C3%A2ncias%20graves%20no%20longo%20prazo.&text=Al%C3%A9m%20dos%20preju%C3%ADzos%20no%20ensino,relacionais%20dos%20filhos\(as\)..](https://www12.senado.leg.br/institucional/datasenado/materias/pesquisas/impactos-da-pandemia-na-educacao-no-brasil#:~:text=A%20principal%20percep%C3%A7%C3%A3o%20dos%20participantes,consequ%C3%A2ncias%20graves%20no%20longo%20prazo.&text=Al%C3%A9m%20dos%20preju%C3%ADzos%20no%20ensino,relacionais%20dos%20filhos(as)..) Acesso em: 29 ago. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **A redação no Enem 2019**: cartilha do participante. Brasília, 2019a.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)**: fundamentação teórico-metodológica. Brasília, 2005.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Entenda a sua nota no Enem**: guia do participante. Brasília, 2021

BRASIL. Ministério da Educação. **A segunda maior prova de acesso ao ensino superior do mundo**. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/418-enem-946573306/31151-a-segunda-maior-prova-de-acesso-ao-ensino-superior-do-mundo>. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **A segunda maior prova de acesso ao ensino superior do mundo**. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/418-enem-946573306/31151-a-segunda-maior-prova-de-acesso-ao-ensino-superior-do-mundo>. Acesso em: 11 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Guia de Elaboração e Revisão de Itens**. Brasília: INEP, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de Referência para o ENEM 2019**. Brasília, 2019b.

CAPRARA, B. M. Condição de Classe e Desempenho Educacional no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 45, n. 4, 2020

CARVALHAES, F.; SOUZA, P. Análise de classe e a queda da desigualdade de renda do trabalho no Brasil. **Plural**, v. 21, n. 2, p. 77-107. 2014.

CARVALHO, R. C.; REZENDE, F. Políticas curriculares e qualidade do ensino de ciências no discurso pedagógico de professores de nível médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, n. 3, p. 555-571, 2013.

CASSIO, F.; TRAVITZKI, R.; JACOMINI, M. A. Vacant Seats: contradictions to the expansion of access to federal universities in Brazil. **Educação & Realidade**, v. 48, e124353, 2023

CATANI, A. Alguns apontamentos sobre a universidade em tempos de crise: o que fazer? In: PREVITALI, F. S. et al. **Desafios do trabalho e educação no século XXI: os 100 anos da revolução russa**. v. 2. Uberlândia: Navegando Publicações, 2019. p. 147-164.

CINTRA, E. P. MARQUES JÚNIOR A. C.; SOUSA E. C. Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no ENEM de 2009 a 2013. **Ciência e Educação**, v. 22, n. 3, p. 707-725, 2016.

CISZEWSKI, E. O. S.; SOUSA, E. C.; CINTRA, E. P. Há sincronismo entre os conteúdos conceituais avaliados nos itens de química do ENEM e aqueles propostos no currículo estadual paulista? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 244-257, 2019.

CLAUSSEN, S. OSBORNE, J. Bourdieu's Notion of Cultural Capital and Its Implications for the Science Curriculum. **Science Education**. v. 97, n. 1, p. 58-79, 2013.

DAL MORO, G. A.; GISI, M. L. FIES, PROUNI and REUNI: unfinished paths for the democratization of access to higher education. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 28, e023012, 2023

EMBRETSON, S. E.; REISE, S. P. **Item response theory for psychologists**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 2000

GREENACRE, M. Joint Correspondence Analysis. *In*: GREENACRE, M. **Correspondence analysis in practice**, 3 ed., Florida: CRC Press, 2017, p. 145-152.

HJELLBREKKE, J. **Multiple Correspondence Analysis for the Social Sciences**. Oxford: Routledge. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Portaria nº 109, de 27 de maio de 2009. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, nº 100, p. 56-63, 28 maio 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Edital nº 14, de 21 de março de 2019. Exame Nacional Do Ensino Médio - ENEM 2019. **Diário Oficial da União**: seção 3, Brasília, DF, nº 57, p. 59-72, 25 março 2019.

KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do Enem 2012. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, e2402, 2017.

KLEINKE, M. U.; GEBARA, M. J. F. Física: capital cultural e treinamento. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

LAMONT, M.; LAREAU, A. Cultural capital: Allusions, gaps and glissandos in recent theoretical developments. **Sociological theory**. v. 6, n. 2, p. 153-168, 1988.

LAREAU, A.; WEININGER, E. B. Cultural capital in educational research: A critical assessment. **Theory and Society**. v. 32, n. 5. 2003

LE ROUX, B.; ROUANET, H. **Multiple correspondence analysis**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2010.

LIMA JÚNIOR, P. FRAGA JÚNIOR, J. C. Qual é o efeito da desigualdade social no desempenho em ciências dos estudantes brasileiros? Uma análise do exame nacional do ensino médio (2012-2019). **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 110-126, 2021.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. 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.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Indicadores Formativos para o Ensino de Física através do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1388-1419, 2021

MATTEUCCI, M; STRACQUALURSI, L. Student assessment via graded response model. **STATISTICA**, v. 66, n. 4, p. 435-447, 2006.

MORIS, C. H. A. A. **Devagar a tartaruga vai longe?** As relações do *science capital* e do capital cultural com o desempenho no Exame Nacional do Ensino Médio. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

MORIS, C. H. A. A.; CASELLATO, F.; NASCIMENTO, M. M.; AGOSTINI, G.; MASSI, L. Distinção e classe social no acesso ao ensino superior brasileiro. **Tempo Social**, v. 34, n. 2, p. 69-91, 2022.

MORIS, C. H. A. A.; MASSI, L.; NASCIMENTO, M. M., a educação em ciências e a teoria dos capitais de Bourdieu: uma revisão crítica do conceito de *science capital*. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 367–387, 2022.

NASCIMENTO, M. M. **O acesso ao ensino superior público brasileiro : um estudo quantitativo a partir dos microdados do Exame Nacional do Ensino Médio**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Física), Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NASCIMENTO, M. M.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Dez anos de instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: o papel social dos institutos federais. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 101, n. 257, p. 120-145. 2020.

NASCIMENTO, M. M.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Uma busca por questões de Física do ENEM potencialmente não reprodutoras das desigualdades socioeconômicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.

NAVARRO, D.; IANELLO, M.; MUNERATTO F.; WATANABE, G. Impactos do Conhecimento das Ciências Naturais para o Desempenho no ENEM: Considerações sobre a Desigualdade Científico-tecnológica para a Justiça Social. **RBPEC**, v. 21 n. e26002, p. 1–30, 2021.

NOGUEIRA, M. A. O capital cultural e a produção das desigualdades escolares contemporâneas. **Cadernos de Pesquisa**, v. 5, n. e07468, 2021.

OSTINI, R.; NERING, M. L. **Polytomous item response theory models**: Quantitative applications in the social sciences. California: Sage Publications Inc. 2006.

PASSOS, B. S.; VASCONCELOS, A. K. P. Análise de questões do Enem sobre funções inorgânicas à luz da Taxonomia de Bloom Revisada. **Amazônia**, v.19, n. 43, p. 107 -122. 2023

PEREIRA, R. E. S.; MOREIRA, L. M. Caracterizando os itens de química do novo ENEM na perspectiva da alfabetização científica. **Ciência e Educação**, v. 24, n. 2, p. 467-480, 2018.

PRIEUR, A.; SAVAGE, M. Emerging forms of cultural capital. **European Societies**, v. 15 n. 2, p. 246-267, 2013.

ROSA, T. F.; LORENZETTI, L.; LAMBACH, M. Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 3, n. 1, 2019.

ROUANET, H. The geometric analysis of structured individuals $\times$ variables tables. In: GREENACRE, M.; BLASIUS, J. **Multiple correspondence analysis and related methods**. London: CRC Press, 2006. p. 137-160.

RStudio Team (2020). **RStudio**: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

SAMEJIMA, F. Graded response model. In VAN DER LINDEN, W. J.; HAMBLETON, R. K. (Eds), **Handbook of Modern Item Response Theory**. New York: Springer-Verlag. 1997, p. 85–100.

SAMEJIMA, F. Graded Response Models. In: Linden, W. J. van der. (Ed.) **Handbook of item response theory**. Boca Raton: CRC Press, 2015. p 95-108.

SCALON, C. Social Stratification and its transformation in Brazil. In: PEILIN, Li et al. (edi.). **Handbook on social stratification in the BRIC Countries: change and perspective**, World Scientific Publishing Co., p. 3-20. 2013.

SCALON, C; SALATA, A. Uma nova classe média no Brasil da última década? O debate a partir da perspectiva sociológica. **Revista Sociedade e Estado**, v. 27, n. 2, p. 387-407, 2012.

STADLER, J. P.; HUSSEIN, F. R. G. S. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização? **Ciência & Educação**, v. 23, n. 2, p. 391-402, 2017.

TERRA. **Ranking do Enem**: exame não mede qualidade do ensino, diz professor, 2013. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/educacao/enem/ranking-do-enem-exame-nao-mede-qualidade-do-ensino-diz-professor,a9dad2204afe1410VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>. Acesso em: 1 jun. 2025.

TRAVITZKI, R. Avaliação da qualidade do Enem 2009 e 2011 com técnicas psicométricas. **Estudos em avaliação educacional**. v. 28, n. 67. 2017.

TRAVITZKI, R. Possíveis contribuições do Enem para a democratização do acesso à educação superior no Brasil. **Em Aberto**, v. 34, n. 112, p. 143-157. 2021

TRAVITZKI, R.; PRIMI, R. Evidências sobre a estrutura interna do Enem e as competências de ciências naturais. **ARACÊ**, v. 7, n. 4, p. 19469–19479, 2025.

TRAVITZKI, R. **ENEM: limites e possibilidades do Exame Nacional do Ensino Médio enquanto indicador de qualidade escolar**. 2013. 322 f. Tese (Doutor em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VIGGIANO, E.; MATTOS, C. O desempenho de estudantes no Enem 2010 em diferentes regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 237, p. 417-438, 2013.

VIZZOTTO, P. A. As “piores” questões de Física do ENEM: Uma análise psicométrica das edições de 2009 a 2019. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 44, p. 1-19. 2022a.

VIZZOTTO, P. A. Análise e classificação das questões de biologia do ENEM segundo suas características psicométricas. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. 1, p. 314-332, 2022b.

VIZZOTTO, P. A Qual é a qualidade psicométrica das questões de Química do ENEM? Uma análise dos itens de 2009 a 2019. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 13, n. 1, p. 1-21, 2022c.

WACQUANT, L. Lendo o “capital” de Bourdieu. **EDUCAÇÃO & LINGUAGEM**, n. 16, p. 37-62, 2007.

8 Apêndice 1: tabelas de frequências dos 1000 melhores desempenhos na prova de CNT

Tabela 1: distribuição das respostas nos 1000 melhores desempenhos na prova de CNT de cada escola; E.Pu engloba escolas estaduais e municipais.

		A	B	C	D	E
p91	E.Fe	59,6%	3,5%	23,0%	11,9%	2,0%
	E.Pr	72,7%	1,5%	10,8%	12,0%	3,0%
	E.Pu	60,0%	5,0%	21,2%	9,6%	4,2%
p99	E.Fe	89,4%	1,0%	1,7%	7,7%	0,2%
	E.Pr	92,3%	1,0%	0,1%	6,6%	0,0%
	E.Pu	88,2%	0,5%	2,3%	9,0%	0,0%
p108	E.Fe	15,6%	33,7%	43,4%	4,3%	3,0%
	E.Pr	9,5%	15,1%	72,4%	1,6%	1,4%
	E.Pu	14,3%	37,7%	38,4%	6,6%	3,0%
p115	E.Fe	74,0%	9,7%	4,1%	4,6%	7,6%
	E.Pr	76,8%	10,6%	3,3%	3,8%	5,5%
	E.Pu	72,5%	9,9%	3,8%	6,2%	7,6%
p118	E.Fe	9,4%	6,4%	5,9%	29,9%	48,7%
	E.Pr	12,0%	6,1%	6,9%	18,4%	56,6%
	E.Pu	8,2%	8,4%	6,6%	29,5%	47,3%
p134	E.Fe	6,0%	7,9%	4,5%	80,0%	1,6%
	E.Pr	3,3%	3,6%	1,4%	89,7%	2,0%
	E.Pu	6,3%	8,8%	5,5%	76,7%	2,7%

Fonte: elaboração própria.

Quadro 1: Ordenação das respostas com base nas frequências das respostas dos 1000 melhores desempenhos na prova de CNT de cada escola

	A	B	C	D	E
p91	5	2	4	3	1
p99	5	2	3	4	1
p108	3	4	5	2	1
p115	5	4	1	2	3
p118	3	2	1	4	5
p134	3	4	2	5	1

Fonte: elaboração própria.

9 Apêndice 2: dados das coordenadas e contribuições da ACM ajustada

Tabela 1: coordenadas e contribuições da ACM ajustada com destaque para as contribuições acima da média. O asterisco indica as variáveis suplementares.

	Coordenadas Eixo 1	Coordenadas Eixo 2	Contribuição Eixo 1	Contribuição Eixo 2
p91:A	0,703921	-0,56744	3%	2%
p91:B	-0,94044	1,976624	1%	7%
p91:C	0,192708	0,231552	0%	0%
p91:D	-0,96973	-0,09718	3%	0%
p91:E	0,072491	-1,02674	0%	1%
p99:A	2,062186	0,963664	17%	4%
p99:C	-0,67264	-0,91768	2%	4%
p99:D	-0,07508	-0,12319	0%	0%
p99:E	-2,30277	0,868863	10%	1%
p108:A	0,412314	0,375812	0%	0%
p108:B	0,517792	-1,01658	2%	7%
p108:C	0,204983	1,446911	0%	6%
p108:D	-1,01033	1,424705	2%	5%
p108:E	-1,62312	-0,89486	5%	1%
p115:A	1,217997	-0,4781	10%	2%
p115:B	0,127998	1,304316	0%	3%
p115:C	-1,08223	1,786974	2%	6%
p115:D	-1,63161	-1,16771	10%	5%
p115:E	-0,44278	0,811558	0%	1%
p118:A	0,002695	3,355992	0%	14%
p118:B	-0,51075	0,50245	0%	0%
p118:C	-1,03092	2,275387	2%	8%
p118:D	1,012866	0,470233	3%	1%
p118:E	-0,09968	-1,19981	0%	12%
p134:A	-0,60303	0,878022	1%	2%
p134:B	0,09941	-0,24517	0%	0%
p134:C	-1,3646	-0,94263	8%	4%
p134:D	1,799325	0,145246	15%	0%
p134:E	-1,1636	1,256073	2%	2%
Dom_ling:dom.1	-3,34989	4,28808	NA	NA
Dom_ling:dom.2	-3,03268	2,682067	NA	NA
Dom_ling:dom.3	-1,18774	-0,53059	NA	NA
Dom_ling:dom.4	2,465951	-0,08221	NA	NA
Esc:E_Est	-1,18517	-0,44765	NA	NA

Esc:E_Fed	3,667021	1,366213	NA	NA
Esc:E_Mun	0,2743	-0,71149	NA	NA
Esc:E_Pri	3,947849	1,53609	NA	NA
Ed_p:EF	-1,44662	-0,3882	NA	NA
Ed_p:EM	0,582782	-0,26772	NA	NA
Ed_p:EMi	-0,52908	-0,132	NA	NA
Ed_p:ES	3,031867	0,921746	NA	NA
Ed_p:ne	-2,62454	0,781244	NA	NA
Ed_p:PG	4,170074	2,201941	NA	NA
Ed_m:EF	-1,76549	-0,30699	NA	NA
Ed_m:EM	0,152515	-0,28893	NA	NA
Ed_m:EMi	-0,91532	-0,42619	NA	NA
Ed_m:ES	2,371169	0,879743	NA	NA
Ed_m:ne	-2,79516	0,70582	NA	NA
Ed_m:PG	3,134698	1,264296	NA	NA
P_p:G1	-2,05843	0,005247	NA	NA
P_p:G2	-0,85749	-0,27094	NA	NA
P_p:G3	-0,26099	-0,57126	NA	NA
P_p:G4	2,000127	0,25289	NA	NA
P_p:G5	4,35937	2,472857	NA	NA
P_m:G1	-2,27769	-0,0359	NA	NA
P_m:G2	-0,62945	-0,46286	NA	NA
P_m:G3	-0,16206	-0,23615	NA	NA
P_m:G4	1,899194	0,416457	NA	NA
P_m:G5	4,601831	2,723791	NA	NA
R:>8SM	5,025684	2,683191	NA	NA
R:1_2SM	-0,70794	-0,38417	NA	NA
R:1SM	-2,20072	-0,15777	NA	NA
R:2_3SM	0,56465	-0,42507	NA	NA
R:3_5SM	1,77706	-0,2073	NA	NA
R:5_8SM	2,899621	0,873872	NA	NA

Fonte: elaboração própria.

10 Apêndice 3: sumário do resultado da análise de MRG

```
modelo_grm <- grm(quest_CN)
> modelo_grm
```

Call:
grm(data = quest_CN)

Coefficients:

	Extrmt1	Extrmt2	Extrmt3	Extrmt4	Dscrmn
p91	-10.845	-6.577	-2.190	3.100	0.245
p99	-2.746	-2.326	-0.363	1.615	0.880
p108	-8.418	-4.544	-1.402	6.155	0.248
p115	-3.881	-1.348	-0.343	0.598	0.566
p118	-33.513	-19.943	-13.863	-0.633	0.066
p134	-3.715	-1.135	-0.048	1.462	0.707

Log.Lik: -1588586

```
> summary(modelo_grm)
```

Call:
grm(data = quest_CN)

Model Summary:

	log.Lik	AIC	BIC
	-1588586	3177233	3177536

Coefficients:

\$p91

	value
Extrmt1	-10.845
Extrmt2	-6.577
Extrmt3	-2.190
Extrmt4	3.100
Dscrmn	0.245

\$p99

	value
Extrmt1	-2.746
Extrmt2	-2.326
Extrmt3	-0.363
Extrmt4	1.615
Dscrmn	0.880

\$p108

value

Extrmt1 -8.418
 Extrmt2 -4.544
 Extrmt3 -1.402
 Extrmt4 6.155
 Dscrmn 0.248

\$p115

value

Extrmt1 -3.881
 Extrmt2 -1.348
 Extrmt3 -0.343
 Extrmt4 0.598
 Dscrmn 0.566

\$p118

value

Extrmt1 -33.513
 Extrmt2 -19.943
 Extrmt3 -13.863
 Extrmt4 -0.633
 Dscrmn 0.066

\$p134

value

Extrmt1 -3.715
 Extrmt2 -1.135
 Extrmt3 -0.048
 Extrmt4 1.462
 Dscrmn 0.707

Integration:

method: Gauss-Hermite

quadrature points: 21

Optimization:

Convergence: 0

max(|grad|): 12

quasi-Newton: BFGS