

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO

LEANDRO CIRILO MONTEIRO DE CASTRO

ANÁLISE DOS ITENS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA/BIOLOGIA DO ENEM POR
MEIO DA TAXONOMIA SOLO

MARIANA-MG
2021

LEANDRO CIRILO MONTEIRO DE CASTRO

ANÁLISE DOS ITENS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA/BIOLOGIA DO ENEM POR
MEIO DA TAXONOMIA SOLO

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Práticas Educativas, Metodologias de Ensino e Tecnologias da Educação (PEMETE)

Orientador: Prof. Dr. Daniel Abud Seabra Matos

MARIANA-MG
2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

C355a Castro, Leandro Cirilo Monteiro de .
Análise dos itens de ciências da natureza/biologia do Enem por meio da taxonomia SOLO. [manuscrito] / Leandro Cirilo Monteiro de Castro. - 2021.
105 f.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Abud Seabra Matos.
Dissertação (Mestrado Acadêmico). Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Área de Concentração: Educação.

1. Enem. 2. Complexidade cognitiva. 3. Taxonomia SOLO. 4. Ciências da Natureza. I. Matos, Daniel Abud Seabra. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 37.01/.09

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Mesquita CRB-1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Leandro Cirilo Monteiro de Castro

Análise dos itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem por meio da taxonomia SOLO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação

Aprovada em 30 de abril de 2021

Membros da banca

Prof. Dr. Daniel Abud Seabra Matos - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva - Membro Interno Titular - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Mathias Motta - Membro Externo Titular - Universidade Federal Fluminense

O Prof. Dr. Daniel Abud Seabra Matos, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito no Repositório Institucional da UFOP em 02/08/2021.



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Abud Seabra Matos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/08/2021, às 10:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0201591** e o código CRC **2258182D**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.007794/2021-62

SEI nº 0201591

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

Agradecimentos

Agradeço a Deus, que se faz tão presente em minha vida, me proporcionando aprendizados e vivências como esta, que se concretiza agora.

Aos meus amados pais Raimundo e Hilda que, em cada detalhe da minha vida até aqui, estão comigo. Em cada esforço meu, tem o DNA dos dois que me ensinam diariamente o que tenho de melhor.

Aos meus irmãos, Juliana, Fernanda, Marcelo, Angélica e Rogério. O saber da existência de cada um, me faz mais feliz. Se houver outra vida, gostaria de tê-los como meus novamente, apenas deletando as configurações *bolsonarianas* dos que ainda as têm.

Ao esteio gentil, pronto, atencioso e, sobretudo, amoroso da Ju.

Ao Felipe, pelo apoio, leveza e graciosidade que traz diariamente para minha vida.

Ao meu orientador, Daniel, agradeço de maneira especial por acreditar em meu trabalho, pelos ensinamentos que me proporcionou e pelo comprometimento com a minha formação.

Aos professores Fábio e Mathias, pelas valiosas contribuições na qualificação e pelo cuidado e gentileza com que as trouxeram.

Aos professores do ICHS da UFOP, que tive a oportunidade de conhecer e desfrutar dos ensinamentos que ofertaram. Definitivamente, expandiram minha visão sobre a educação.

À Escola Dr. Antônio Nogueira de Rezende, que além de meu sustento, me dá experiência para que eu possa chegar até aqui com a visão mais próxima da realidade da educação no Brasil.

Às queridas Ana Paula e Milena, amigas que o mestrado me trouxe. Com elas, os dias de aula foram mais felizes, as conversas sinceras e o apoio recebido fizeram tudo mais colorido.

À Solange Mol, colega atenciosa e querida que contribuiu grandemente com este trabalho.

À Karine Roncete, por todo apoio, companheirismo e incentivo nessa jornada.

Aos colegas do grupo de pesquisa NAVE, pelas contribuições para minha formação.

À minha família e aos meus amigos, pela generosidade em entender minha ausência e me apoiarem neste projeto. O agradecimento se estende a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Resumo

O objetivo geral da pesquisa foi analisar os itens de Ciências da Natureza/Biologia do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) por meio dos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO. Os objetivos específicos foram: 1) classificar os itens de acordo com a sua complexidade cognitiva, estabelecendo uma série histórica para os anos de 2012 a 2018; 2) associar os itens Ciências da Natureza/Biologia às suas respectivas habilidades e competências da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e 3) identificar e classificar os objetos de conhecimento presentes nos itens da amostra, de acordo com a Matriz de Referência de Ciências da Natureza. Usamos como referencial teórico a Taxonomia SOLO, uma taxonomia cognitiva com cinco níveis que crescem em complexidade: 1) pré-estrutural; 2) uniestrutural; 3) multiestrutural; 4) relacional e 5) abstrato estendido. Os níveis uniestrutural e multiestrutural se agrupam na aprendizagem superficial. A aprendizagem profunda é representada pelos níveis relacional e abstrato estendido. Já o nível pré-estrutural não representa construção de aprendizagem. Também realizamos uma revisão da literatura, na qual pesquisamos trabalhos que analisaram a complexidade cognitiva de itens do Enem na área de Ciências da Natureza. Analisamos um total de 105 itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem, nos anos de 2012 a 2018. Selecionamos os itens mais diretamente relacionados com a disciplina de Biologia (15 por ano). Utilizamos tanto métodos qualitativos (análise de conteúdo para classificação dos itens nos níveis de complexidade da Taxonomia SOLO) quanto quantitativos (concordância entre juízes, através dos coeficientes Kappa de Cohen e *Alfa de Krippendorff*, para analisar as classificações de duas pesquisadoras independentes). Dentre os principais resultados, destacamos: a) a revisão da literatura aponta, em larga medida, que os itens do Enem apresentam, em sua maioria, baixa complexidade cognitiva. A Taxonomia SOLO ainda é pouco conhecida no Brasil, sendo que os trabalhos encontrados usaram a Taxonomia Revisada de Bloom; b) a maioria dos itens analisados é do nível uniestrutural (81,9%), o menos complexo possível. O restante ficou entre os níveis multiestrutural (11,4%) e relacional (6,7%). O nível abstrato estendido não foi identificado em nenhum dos itens. Consequentemente, a maior parte dos itens foi classificada como aprendizagem superficial (93,3%), com 6,7% de itens de aprendizagem profunda. Esse não é um cenário desejado de avaliação de estudantes que estão concluindo o ensino médio. Assim, o Enem e a forma de elaboração dos seus itens talvez precisem ser repensados, incorporando a análise da demanda cognitiva dos itens. Essa é a principal contribuição da nossa pesquisa. Mol (2019) encontrou resultados semelhantes aos nossos com dados do Saeb de Matemática, outra avaliação de larga escala. A revisão da literatura encontrada, embora pequena, tende a corroborar nossos resultados. De qualquer forma, são necessários mais estudos sobre a complexidade cognitiva dos itens do Enem; c) quanto aos objetos de conhecimento, alguns aparecem com maior frequência em detrimento de outros. Destaque para o objeto "ecologia e ciências ambientais" (32%). No outro extremo, "origem e evolução da vida" apareceu em apenas 3% dos itens; d) com relação às habilidades e competências da Matriz de Referência de Ciências da Natureza, identificamos 21 das 30 habilidades que a compõem. A distribuição das habilidades nos itens foi diversificada, algumas com maior incidência do que as outras. Destacamos as habilidades que apareceram 8, 9 e até 10 vezes entre os itens (H13, H14, H15, H28 e H29) e as habilidades H17, H19 e H23 que estiveram em apenas um item. As competências de área 3, 4 e 8 têm presença maior entre os itens e a competência de área 2 não foi encontrada em nenhum item. Por fim, sugerimos estudos complementares sobre os objetos de conhecimento da Matriz de Referência do Enem e o uso da Taxonomia SOLO para a classificação de itens de outras disciplinas avaliadas no Enem para possíveis comparações sobre os níveis de complexidade cognitiva.

Palavras-chave: Enem; Complexidade cognitiva; Taxonomia SOLO; Ciências da Natureza.

Abstract

The general goal of this research was to analyze the items of Natural Science/Biology of the National High School Exam (ENEM) by the cognitive complexity levels of SOLO taxonomy. The Specific goals were: 1) classify items according to their cognitive complexity levels, establishing a historical series through 2012 to 2018; 2) associate the Natural Science/Biology items to their respective abilities and competencies of the Natural Science Reference Program and its technologies, and 3) identify and classify the object of knowledge of the presentation, according to the Natural Science Reference Program. We used the theoretical reference SOLO Taxonomy, a cognitive taxonomy with five levels that grow in complexity: 1) prestructural; 2) unistructural; 3) multistructural; 4) relational; 5) extended abstract. The unistructural and multistructural levels gather themselves in the superficial learning. Deep learning is represented by relational and extended abstract levels. The prestructural level doesn't represent learning construction. We also made a literacy review, in which we searched projects that analyzed the cognitive complexity of items in ENEM in the Natural Science field. We analyzed a total of 105 items of Natural Science/Biology of ENEM, from 2012 to 2018. We selected the most focused items related to the Biology subject. (15 by year). We used qualitative methods (subject analyses to the classification of items in the complexity levels of SOLO taxonomy) and also quantitative methods (agreement among judges, through the coefficients Kappa Cohen and Alfa Krippendorff, to analyze the classifications of two independent researchers). Among the main results, we highlight: a) literacy review indicates, to large extent, that the items in ENEM show, in its majority, low cognitive complexity. SOLO taxonomy is still not well known in Brazil, considering that the found projects used Bloom's Reviewed Taxonomy; b) most of the items analyzed are of the unistructural level (81,9%), the least complex possible. The rest is between the multistructural (11,4%) and relational (6,7%) levels. The extended abstract level was not identified in any of the items. Consequently, the biggest part of the items was classified as superficial learning (93,3%), with 6,7% of deep learning items. This isn't a wanted evaluation scenario for students that are finishing High School. This way, ENEM and the form of elaboration of its items might need to be rethought incorporating the demand of cognitive analyses of the items. This is the main contribution of our research. Mol (2019) found similar results to ours with data from Saeb of Mathematic, another large-scale evaluation. The literacy review found, although little, tends to corroborate our results. In any manner, it is necessary more studies about the cognitive complexity of ENEM; c) Regarding the knowledge goals, some appear with more frequency to the detriment of others. Highlight to the object "ecology and environmental science" (32%). On the other edge, "origin and life evolution" appeared in only 3% of the items; d) concerning the abilities and powers of the Natural Science reference Program, we identified 21 out of the 30 abilities that are a part of the program. The distribution of the abilities through the items was diversified, some with more incidence than the others. We highlight the skills that appeared 8, 9, and even 10 times among the items (H13, H14, H15, H28, and H29) and the skills H17, H19, and H23 that were only in one item. The competencies of areas 3, 4, and 8 have a larger presence among the items and the competence of area 2 was not found in any item. Therefore, we suggest complementary studies about the objects of knowledge in the Reference Program of ENEM and the use of SOLO Taxonomy to the classification of items of other subjects evaluated in ENEM to the possible comparisons about the cognitive complexity levels.

Keywords: ENEM, Cognitive complexity; SOLO taxonomy; Natural Science.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	6
Objetivos.....	7
Objetivo geral.....	7
Objetivos específicos	7
1 – AVALIAÇÕES EXTERNAS E O ENEM	8
1.1 – Avaliações Externas	8
1.2 – O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)	14
1.3 – Matrizes de Referência do Enem	16
1.4 – Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	19
1.5– Objetos de conhecimento – Biologia	23
1.6 – Enem: Análise e fatores associados.....	25
2 – TAXONOMIAS COGNITIVAS	34
2.1 – Taxonomia Revisada de Bloom	34
2.2 – Taxonomia de Marzano.....	36
2.3 – Taxonomia da Profundidade do Conhecimento	38
2.4 – Taxonomia SOLO	39
2.5 – A base psicológica dos quatro níveis da SOLO	45
2.6 – Complexidade e dificuldade.....	49
2.7 – Revisão da literatura.....	52
3 – MÉTODO	61
3.1 – Confiabilidade e concordância entre juízes	66
3.2 – Análise dos resultados	68
4 – RESULTADOS	69
4.1 – Pré-teste.....	69
4.1.1 – Análise da concordância entre juízes.....	69
4.1.2 – Análise da complexidade cognitiva dos itens	70
4.1.3 – Análise das habilidades da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	72
4.2 – Análise dos itens	74
4.2.1 – Análise da concordância entre juízes.....	77
4.2.2 – Série histórica para os anos de 2012 a 2018	78
4.2.3 - Exemplos de análise de itens de Biologia/Ciências da Natureza a partir da Taxonomia SOLO	81
4.2.4 – Análise das Competências de área e das habilidades da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	85
4.2.5 - Objetos do conhecimento.....	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi estruturado com o objetivo de analisar a complexidade cognitiva dos itens de Ciências da Natureza/Biologia dos cadernos de prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), anos 2012 a 2018. Para essa análise, utilizamos uma taxonomia cognitiva consolidada internacionalmente, a Taxonomia *Structure of Observing Learning Outcome* (SOLO), de Biggs e Collis (1982), que em tradução livre para o português significa “Estrutura do Resultado de Aprendizagem Observado”.

O intuito é analisar os itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem, todos de múltipla escolha, classificando-os quanto aos quatro níveis da Taxonomia SOLO, que crescem de acordo com sua complexidade: 1) uniestructural; 2) multiestructural; 3) relacional e 4) abstrato estendido. Esses níveis ainda são subdivididos em dois tipos de aprendizagem: superficial e profunda. Na aprendizagem profunda, encontram-se os níveis relacional e abstrato estendido, que exigem do aluno um esforço cognitivo maior e uma mudança na qualidade do pensamento. Já na aprendizagem superficial, encaixam-se os níveis uniestructural e multiestructural, nos quais existe uma reprodução do que já foi aprendido. A SOLO também abarca um nível chamado de pré-estructural, que não é considerado como um nível de aprendizagem. É fundamental ressaltarmos que, para que o aluno obtenha o nível de aprendizagem profunda, é preciso que tenha alcançado a aprendizagem superficial. Portanto, os dois tipos de aprendizagem são importantes e se complementam (BIGGS; COLLIS, 1982).

Os itens analisados fazem parte do caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de edições do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) dos anos de 2012 a 2018. Foram selecionadas 15 questões de cada ano de aplicação do Exame, totalizando uma amostra com 105 itens. O caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é composto por 45 questões sobre os conteúdos de Biologia, Física e Química. As questões não são necessariamente divididas de acordo com os conteúdos, podendo ser estruturadas de forma interdisciplinar. Dessa forma, selecionamos 15 itens em cada um dos anos de aplicação, de acordo com uma maior proximidade com os conteúdos de Biologia.

Esta dissertação está dividida em quatro capítulos. No Capítulo 1, apresentamos, de forma sucinta, o contexto das avaliações externas da educação básica no Brasil, um breve histórico do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e a Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, incluindo os objetos de conhecimento da

Biologia presentes no Enem. No Capítulo 2, abordamos brevemente algumas Taxonomias Cognitivas e explicamos de maneira mais detalhada a Taxonomia SOLO, de forma a elucidar sua contribuição para este trabalho. O Capítulo 3, trata da metodologia da pesquisa, ou seja, os métodos e as técnicas utilizadas para atingirmos os objetivos. No Capítulo 4, apresentamos os resultados da análise dos itens de Ciências da Natureza/Biologia do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Por fim, as Considerações Finais, nas quais destacamos as principais conclusões do estudo, baseadas nos resultados obtidos.

Objetivos

Objetivo geral

Analisar os itens de Ciências da Natureza/Biologia do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), por meio dos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO.

Objetivos específicos

- Classificar os itens de acordo com a sua complexidade cognitiva, estabelecendo uma série histórica para os anos de 2012 a 2018;
- Associar os itens Ciências da Natureza/Biologia às suas respectivas habilidades e competências da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e
- Identificar e classificar os objetos de conhecimento presentes nos itens da amostra, de acordo com a Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

1 – AVALIAÇÕES EXTERNAS E O ENEM

1.1 – Avaliações Externas

O interesse do Estado pelas estatísticas referentes à avaliação remonta a organização do setor de educação na década de 1930, conforme situa Freitas (2013). No entanto, foram necessárias aproximadamente cinco décadas para que alguma avaliação (externa, em larga escala, centralizada e com foco no rendimento do aluno e no desempenho dos sistemas de ensino) viesse a ser colocada como prática sistemática do governo na educação básica brasileira. De acordo com a autora, vários motivos fizeram com que o Estado procurasse "medir, avaliar e informar" no percurso de 1930 a 1988. Um dos principais, era a ideia de ficar mais próximo da realidade, tendo, assim, embasamento para fazer melhores diagnósticos, para que indicações e sugestões (ainda que não uma regulação legal) fossem elaboradas, no intuito de aperfeiçoarem a expansão do atendimento, da administração escolar e do ensino de forma geral.

Freitas (2013) segue traçando um panorama histórico das avaliações no país, dando ênfase às questões políticas que influenciaram as mudanças na demanda educacional, como as origens e peculiaridades da escolarização; o Estado e suas escolhas político-ideológicas nos diferentes momentos; o interesse e a dedicação de agentes estatais (dirigentes, burocratas e tecnocratas) associados a "especialistas" brasileiros e pesquisadores estrangeiros e a influência de organizações internacionais, com suas referências político-ideológicas que difundiram teorias e conhecimentos. Assim, peculiaridades do país na década de 1980, como a escolarização de natureza excludente, ocasionada, em parte, devido à submissão pelo Estado das políticas sociais às políticas econômicas, explicam a emergência da avaliação em larga escala na educação básica (FREITAS, 2013).

Oliveira e Araújo (2005) atentam para o fato de que, até a década de 1980, o acesso à escola e aos bens sociais e econômicos que a educação pode oferecer, bem como a atenção do poder público por essas demandas, eram indicados pela ampliação quantitativa da escolarização. Isto é, a ampliação de vagas era o foco principal das ações relacionadas à educação, relegando a segundo plano as reflexões sobre o processo educativo e a qualidade do ensino. Quando a incorporação quase completa de todos os

adolescentes foi alcançada na etapa obrigatória de escolarização, os problemas sobre a qualidade da educação ofertada começaram a ser discutidos.

Na mesma direção de Oliveira e Araújo (2005), Gatti (2009) destaca que, no final da década de 1980, os vários problemas ocorridos nos sistemas educacionais, apontados por pesquisadores da área, chegaram ao limite. Os indicadores mostravam que os índices de repetência e evasão escolar estavam demasiadamente altos na escola básica brasileira.

No que tange à parte legal, Oliveira e Araújo (2005) colocam que os aspectos de ordem qualitativa e sobre a efetividade do direito à educação são garantidos pela Constituição Federal de 1988. O padrão de qualidade do ensino brasileiro deve ser garantido (inciso VII, art.206), estabelecendo que a União deve incumbir-se de equalizar as oportunidades e oferecer um padrão mínimo (art.211, parágrafo 1º), além de determinar vinculação de recursos por esfera da administração que devam ser aplicados para fins dessas garantias (art. 212). A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 também atribui ao Estado a garantia de "padrões mínimos de qualidade de ensino, definidos como variedade e a quantidade mínimas, por aluno, de insumos indispensáveis ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem" (inciso IX, art. 4º).

Apesar da Constituição Federal enfatizar que o ensino deve ser de qualidade, o conceito de qualidade educacional não está claro e os elementos que integrariam esse padrão no ensino brasileiro não foram estabelecidos de maneira consensual. Por exemplo: acionar a justiça solicitando que educação de qualidade seja oferecida é algo bem mais complexo do que acionar a justiça por falta de vagas em uma escola. Em síntese, o conceito de qualidade na educação é polissêmico e pode envolver diferentes dimensões e elementos: insumos, processos e resultados. Para Oliveira e Araújo (2005), na discussão atual sobre qualidade educacional, ganham destaque as chamadas avaliações externas que, geralmente, abordam a qualidade do ponto de vista do desempenho dos alunos por meio de testes cognitivos padronizados associados a questionários contextuais.

Nesse contexto de valorização nacional e internacional das avaliações externas, a partir de 1993, o Ministério da Educação, articulado com Secretarias Estaduais de Educação, implantou o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)¹. Realizado

¹ A Portaria nº 10, de 8 de janeiro de 2021, estabelece parâmetros e fixa diretrizes gerais para implementação do Sistema de Avaliação da Educação Básica - Saeb, no âmbito da Política Nacional de Avaliação da Educação Básica. Dentre as principais mudanças estabelecidas nesta portaria, está a realização do Saeb censitário, anual e para as quatro áreas do conhecimento da educação básica. Ver mais em < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-10-de-8-de-janeiro-de-2021-298322305> >.

por amostra nacional de alunos de séries do ensino fundamental e médio, o Sistema aperfeiçoou sua metodologia em 1995, mudando de provas objetivas no modelo clássico para os procedimentos preconizados pela Teoria da Resposta ao Item (TRI) (GATTI, 2009). Os principais objetivos relacionados à avaliação eram o provimento de informações para tomada de decisão quanto aos variados aspectos das políticas educacionais. Além de desenvolver pesquisas e discussões a partir da geração e organização de informações sobre o desempenho acadêmico no sistema e quais fatores influenciam e estão relacionados a ele.

Para Freitas *et al.* (2013), no que se refere à normatização, a força da avaliação veio antes de 1994, com a manifestação de ideias que expunham e defendiam os benefícios dessa via de regulação, tendo como amparo a emergência de sistemas próprios de avaliação em unidades da federação, como aconteceu em Minas Gerais e São Paulo. A partir de 1996, tornou-se mais nítido, no aparato estatal, o lugar e os nexos das normas referentes à "medida-avaliação-informação". No período de 1994 a 2002, foi intensa a atuação do executivo central na regulação de normas, aumentando a regulamentação da educação básica, enfatizando a subordinação do Conselho Nacional de Educação ao Ministério da Educação, dando mais força à regulação central e fazendo do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) o órgão responsável por "mensurar e avaliar" a educação básica no país. (FREITAS *et al.*, 2013).

Para Gatti (2009), o SAEB se constitui em dois grandes eixos: o primeiro, voltado ao ensino básico, verifica como está o atendimento à demanda e a eficiência do sistema, por meio das taxas de acesso e escolarização e taxas de produtividade, transição e eficiência interna. O segundo eixo é composto do estudo de quatro dimensões relativas à qualidade do ensino: produto, contexto, processo e insumos. O produto se refere ao que o aluno conseguiu aprender, no que se refere aos conteúdos, às habilidades e às competências. O contexto é o nível socioeconômico e os hábitos de estudo dos alunos, as condições de trabalho dos diretores e docentes e as situações relacionadas à escola, como por exemplo, tipo de escola, grau de autonomia e matriz organizacional. O processo associa-se ao pedagógico da escola, como planeja suas estratégias de ensino e utiliza o tempo escolar. Quanto aos insumos, é tudo que está relacionado à estrutura oferecida para a aprendizagem, como por exemplo: espaço físico, instalações, equipamentos disponíveis, recursos e materiais didáticos. Esses dados são coletados via questionários contextuais aplicados aos alunos, diretores e professores sobre as condições das escolas e do ensino.

Segundo avalia Gatti (2009), a participação do Brasil, no início dos anos 1990, no segundo Programa Internacional de Avaliação de Proficiência Educacional também contribuiu para implantação do SAEB. Na época, esse Programa Internacional envolvia 27 países e intentava comparar seus resultados, usando uma metodologia de aplicação e testes preparados por uma equipe de especialistas de diversos países. No Brasil, o teste teve sua comparabilidade comprometida, uma vez que ficou restrito a apenas duas capitais (Fortaleza e São Paulo). Na ocasião, não foi garantida a correspondência de idade-série, visto que a amostra avaliava apenas crianças de 13 anos de idade, independente de qual série elas estavam. O estudo tinha o objetivo de avaliar o domínio de conhecimento que essas crianças tinham em cada um dos países participantes. O resultado mostrou o precário desempenho dos alunos dessa faixa etária nas duas capitais que representaram o país. Na comparação com todos os países participantes, este desempenho colocou o Brasil em penúltimo lugar.

Após esse breve histórico sobre as avaliações externas no Brasil, passamos a discutir outros aspectos sobre esse tipo de avaliação, como definição, usos e limitações. Alavarse e Gabrowski (2013) analisam três principais tipos de avaliação educacional: a avaliação da aprendizagem, a avaliação institucional e a avaliação externa. A avaliação da aprendizagem é aquela na qual os professores trabalham no dia a dia da sala de aula, com todos os fatores envolvidos na dinâmica da relação professor-aluno. Na avaliação institucional, a escola como um todo é o foco. O projeto político-pedagógico é vislumbrado e, junto com os resultados da avaliação da aprendizagem, a proposta curricular e todas as atividades didáticas e pedagógicas podem ser arquitetadas maneiras para contribuir com o aprendizado dos alunos e outras mudanças na instituição. Pela grandeza e complexidade desse tipo de avaliação, ela deve envolver a participação de equipe de gestão, professores, alunos e pais. Já a avaliação externa analisa resultados oriundos de provas padronizadas, em que são apresentados itens baseados em matrizes de avaliação construídas em torno de habilidades e competências que se espera serem desenvolvidas pelos alunos em um dado momento do processo de escolarização. Aqui, o foco é o sistema educacional como um todo, sendo obrigação do Estado realizar esse tipo de avaliação.

Oliveira e Araújo (2005) pontuam que testes em larga escala tomam como referência diretrizes e matrizes curriculares específicas para cada etapa e nível de escolarização. São preparados exames padronizados que, em tese, vão avaliar o

conhecimento que o aluno tem dos conteúdos estabelecidos para aquela determinada etapa ou nível de escolarização.

As avaliações externas são definidas, organizadas e conduzidas por quem não se encontra no interior da escola. Em todo o mundo, as experiências iniciais em avaliações externas justificam-se por serem essenciais para monitorar a performance de redes de ensino, podendo fornecer também aos gestores educacionais subsídios para elaboração e aperfeiçoamento de políticas educacionais com dados mais próximos da realidade de aprendizado dos alunos. Importante ressaltar que, nas avaliações externas há definição de uma matriz de avaliação que é composta de objetivos específicos, cujas provas são padronizadas para que sejam possíveis comparações baseadas em resultados mais objetivos (ALAVARSE; GABROWSKI, 2013).

Locatelli (2002) lista alguns passos a serem seguidos para construir uma avaliação externa. Tomando o SAEB como referência, ela discorre sobre as etapas que, muitas vezes, acontecem de forma simultânea. Nelas, têm-se a necessidade de definir os objetivos da avaliação; o período que vai acontecer; as séries e disciplinas que serão avaliadas; as matrizes de referência; as especificações de descritores e número de itens e as competências e habilidades que serão examinadas. As questões, tanto de conteúdos quanto as que serão utilizadas na coleta de dados dos questionários contextuais, devem ser elaboradas, revisadas e pré-testadas. Entre os muitos outros passos nesse processo, destacam-se a organização dos cadernos de prova; o treinamento de pessoal envolvido na aplicação; a distribuição das provas e questionários, zelando pelo sigilo do material nos mais diversos pontos de aplicação, e o retorno do instrumento para o local onde serão realizadas a constituição da base de dados e sua análise.

Conforme mencionado, o modelo estatístico da Teoria de Resposta ao Item (TRI) é adotado pelo SAEB. Nessa teoria, o processo de estimação dos parâmetros dos itens é conhecido como calibração. A TRI permite que os valores das habilidades dos respondentes e dos parâmetros dos itens possam ser colocados em uma única escala (LOCATELLI, 2002). É possível utilizar nas provas vários itens já calibrados, visto que o banco de dados reúne itens com parâmetros já conhecidos (pré-testados). No entanto, é necessário estimar as habilidades dos novos itens incorporados às provas. Quando todas as habilidades dos respondentes e todos os parâmetros dos itens são conhecidos, pode-se dizer que são comparáveis, visto que estarão na mesma métrica, sendo possível a construção das escalas de interpretação para os resultados alcançados (LOCATELLI, 2002).

Quanto à eficiência das avaliações externas e os benefícios que elas podem ou não trazer, temos diversos pontos na literatura. Locatelli (2002) ressalta que as principais críticas direcionadas às avaliações externas são relacionadas ao suposto aumento do controle governamental sobre as escolas; aumento de competitividade entre as escolas e os estados; a possível redução dos currículos às áreas e tópicos abarcados por essas avaliações; a utilização para monitorar o trabalho de professores, diretores e para pressionar países a empregarem um currículo nacional. Incluem-se nessa lista o custo elevado e a ideia de gasto desnecessário de recursos já que, apesar de muitos dados serem gerados com esse tipo de pesquisa, grande parte acaba não sendo utilizado nem pela produtora das informações, nem pelos gestores dos sistemas de educação. Oliveira e Araújo (2005) acrescentam que avaliações como o SAEB, que produzem indicadores de sucesso/fracasso escolar, ainda são pouco eficientes para tomada de decisões políticas ou administrativas, visto que seus resultados são pouco explorados. Os autores reforçam que diversos fatores precisam ser levados em consideração juntamente com os dados das avaliações externas, como insumos educacionais, o contexto socioeconômico e cultural que os alunos estão inseridos e as práticas escolares vividas na escola.

Gatti (2014) acrescenta que existem variados modelos avaliativos com diferentes metodologias para cada caso, contexto e finalidade a que se destinam. Destaca ainda que, aquele que se destina à gestão, por exemplo, pode não ser tão eficiente para fins pedagógicos. Brooke e Cunha (2011) alertam que, no caso do Brasil, os mesmos instrumentos são usados com variados objetivos, de maneira que o propósito principal ou original do instrumento ainda não deixa claro os desdobramentos posteriores a ele.

Quanto aos benefícios, Locatelli (2002) acrescenta que a avaliação de larga escala tende a avaliar o produto da aprendizagem e, se bem produzida, poderá servir de base para discutir diferentes estágios dos processos de construção do conhecimento. A autora pondera que embora vários críticos das avaliações em larga escala utilizem o argumento de que o estabelecimento de padrões acaba levando a uma inclinação homogeneizadora em um sistema tão heterogêneo, ela pode ser uma alternativa para enfrentar o obstáculo da equidade. Afinal, essas avaliações definem padrões de proficiência esperados ao final de cada etapa de escolarização e mostram para os sistemas de ensino, incluindo escolas, professores e toda a comunidade escolar, aquilo que os alunos devem aprender. Portanto, visam monitorar se o direito constitucional de uma educação de qualidade está sendo atendido.

Por fim, dois pontos importantes da avaliação externa são destacados por Alavarse e Gabrowski (2013): o primeiro é que ela pode auxiliar em uma análise dos resultados, em que a escola pode ser comparada com ela mesma, por existir uma série histórica dessas avaliações. O segundo ponto é que essa comparação pode ser feita em relação a outras escolas e, dependendo dos dados acessíveis, do Estado, da região ou mesmo do Brasil.

1.2 – O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

Breve Histórico

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) foi instituído pela Portaria Ministério da Educação (MEC) nº 438, de 28 de maio de 1998, durante o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), na gestão do então Ministro da Educação Paulo Renato de Souza. Em seu artigo 2º, a portaria coloca que

[...] a prova do Enem avaliará as competências e as habilidades desenvolvidas pelos examinandos ao longo do ensino fundamental e médio, imprescindíveis à vida acadêmica, ao mundo do trabalho e ao exercício da cidadania, tendo como base a matriz de competências especialmente definida para o exame (BRASIL, 1998).

A participação no Enem é voluntária, circunscrita aos egressos do ensino médio em qualquer um de seus cursos, independentemente de quando o concluíram, e aos concluintes da última série do ensino médio, também em qualquer uma das suas modalidades. O interessado pode participar do Exame quantas vezes considerar de sua conveniência (BRASIL, 1998).

Na sua primeira edição em 1998, o Enem registrou 157.221 inscrições e contou com 115.575 participantes. Já no segundo ano de aplicação (1999), o número de instituições de educação superior que aderiram aos resultados do Enem subiu de dois para 93. Nesse ano, foram criados comitês técnicos e consultivos, boletim da escola e um banco de dados com o desempenho dos participantes. Em 2000, teve início o atendimento especializado a pessoas deficientes, marcando o começo da oferta de recursos de acessibilidade. Essa edição contou com 390.180 inscritos, sendo 66,5% concluintes do ensino médio. Em 2001, as inscrições começaram a ser realizadas pela internet. Formandos do ensino médio de escolas públicas, além de concluintes e egressos de outras escolas, que se declararam impossibilitados de pagar a taxa de inscrição, foram isentos. Eles corresponderam a 82% dos 1.624.131 participantes. Em 2002, a taxa de abrangência

do Enem superou 50% dos que concluíam a educação básica e houve um aumento significativo no número de municípios que aplicaram as provas (INEP, 2020).

Assim, o Exame começou a ganhar maior visibilidade. Em 2003, foi incluída, no questionário socioeconômico que acompanhava a prova, uma questão referente ao ano de conclusão do ensino médio, possibilitando, pela primeira vez, a identificação dos treineiros. Nesse ano, foi identificado que cerca de 19% dos candidatos se encaixavam nessa modalidade, o que significava que ainda não haviam concluído o ensino médio e faziam o Enem para testar os conhecimentos (INEP, 2020).

Um dos avanços mais importantes relacionados ao Enem aconteceu em 2004, quando ele se tornou a porta de entrada para o Programa Universidade para Todos (ProUni). Ademais, a inclusão do Cadastro de Pessoa Física (CPF) na ficha de inscrição possibilitou o acompanhamento da trajetória dessa população, ao longo dos anos, pelo Inep. Com os avanços nos questionários e na maior captação de dados, em 2005, foi possível identificar que cerca de 67% dos participantes tinham o intuito de ingressar no ensino superior e, nesse ano, o Inep começou a divulgar a nota por escola. Pela primeira vez, o Instituto identificou que mais de 53% do público que fez o Exame possuía renda familiar de até dois salários mínimos. Houve um total de 3.742.827 inscritos. No decorrer dos anos, o Enem tornou-se cada vez mais acessível e a baixa renda dos estudantes não foi empecilho para a realização do teste (INEP, 2020).

Em 2008, o Inep e o MEC anunciaram que o Enem se tornaria o processo nacional de seleção para ingresso na educação superior e certificação do ensino médio. Em 2009, com a criação do Sistema de Seleção Unificada (Sisu) e a certificação para o Ensino Médio, a prova passou a ter 180 questões e as matrizes de referência passaram a ser reformuladas com base nas matrizes do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja). A partir dessa edição, o Exame passou a ser aplicado em dois dias e não somente em um, como era até 2008. Nesse mesmo ano, o Inep teve que rever o instrumento de preparação do teste, pois houve vazamento de questões (INEP, 2020).

Em 2010, os resultados do Enem passaram a ser pré-requisito para o Fundo de Financiamento Estudantil (Fies). Em 2011 e 2012, destaca-se para o aumento de atendimento especializado e a ampliação do direito à gratuidade. Integrantes de famílias de baixa renda, cadastrados com o Número de Identificação Social (NIS), com direito à isenção da taxa de inscrição, em função do Decreto 6135/2007, somaram quase 70% dos desobrigados a pagarem pela prova. Em 2013 e 2014, o Enem começou a ser aceito para

entrada em quase todas as universidades públicas do país e em duas instituições de ensino superior de Portugal. Os resultados do exame passaram a ser utilizados para a concessão de bolsas no programa Ciências sem Fronteiras; a nota do Exame passou a ser divulgada por escolas com os níveis socioeconômicos estratificados e foi possível o uso do nome social pelos candidatos nas inscrições (INEP, 2020).

A partir de 2017, o Enem passou a ser aplicado em dois domingos consecutivos - antes, os testes aconteciam em dois dias seguidos: sábado e domingo. A certificação do ensino médio, que foi delegada ao Exame em 2009, voltou a ser competência do Encceja. A prova tornou-se personalizada, com o nome e número de inscrição do participante, e disponibilizada, também, na modalidade de vídeo em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) para surdos e deficientes auditivos. Em 2018, uma nova forma de solicitação de taxa de isenção foi criada, sendo uma fase anterior à inscrição. A partir daí, o candidato que faltar no ano anterior deve justificar-se para garantir a gratuidade novamente. Segundo o MEC, o número de faltosos foi o menor desde 2009. Em 2018, quando o Enem comemorou 20 anos de criação, cerca de 35 instituições portuguesas começaram a usar a nota do Exame, de alguma forma, para selecionar alunos (INEP, 2020).

Após diversas modificações durante a sua história, atualmente, o Exame Nacional do Ensino Médio continua sendo realizado anualmente e avalia o desempenho escolar ao final da educação básica. No presente, os resultados do Enem podem ser utilizados para acesso ao ensino superior através do Sisu, ProUni e convênios com instituições portuguesas. Além disso, eles são usados, ainda, para estudos e desenvolvimento de indicadores educacionais (INEP, 2020).

1.3 – Matrizes de Referência do Enem

Para Bonamino (2014), o termo matriz de referência, especificamente utilizado no contexto das avaliações em larga escala, indica habilidades a serem avaliadas em cada etapa de escolarização. Ele serve para orientar a elaboração de itens de testes padronizados, bem como a construção de escalas de proficiência, que definem o desempenho do aluno no contexto da avaliação. Dessa forma, uma matriz cumpre os papéis de representar o que foi aferido ao final do teste e de direcionar a elaboração dos itens que neles são utilizados.

Bonamino (2014) e Gatti (2014) enfocam a importância de se diferenciar devidamente matriz de referência e matriz de ensino. Para Bonamino (2014), apesar de ambas as matrizes apontarem habilidades que deveriam ser desenvolvidas em etapas próprias da escolaridade, a matriz de ensino está relacionada ao conjunto de componentes curriculares proposto para serem desenvolvidos durante o ano letivo junto aos alunos. Por essa razão, a matriz de ensino apresenta importantes elementos que dão ao professor a possibilidade de acompanhar o desenvolvimento dos seus estudantes, no contexto vivido pela sua turma em relação a sua proposta de trabalho. A matriz de referência está relacionada ao propósito da avaliação externa, posto que as habilidades definidas para a composição dos testes são aquelas que podem ser aferidas por testes padronizados compostos, na maioria das vezes, por itens de múltipla escolha. Gatti (2014) ressalta que, na ausência de orientações curriculares claras em nível nacional, as matrizes de referência têm tomado o seu lugar nas escolas, reduzindo o que deve ser muito mais abrangente e com filosofia educacional dinâmica mais extensa. A autora reforça ainda que essa filosofia não deve ser resumida a uma matriz operacional de avaliação que, por necessidade, é restrita a seu escopo. Assim, tanto no Brasil como em outros países, as avaliações externas vieram antes de um currículo nacional. Isso deu muita força para as matrizes de referência no contexto brasileiro. No entanto, essa realidade começou a se modificar em 2017, com a elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A partir daí as avaliações externas estão se adequando à BNCC.

No período que compreende o ano de sua criação, 1998, até o ano de 2008, o Enem tinha sua estrutura de prova constituída por 63 itens, formulados com base em uma matriz de referência composta por 21 habilidades, divididas em cinco competências que se relacionavam com quatro áreas do conhecimento: Ciências da Natureza; Matemática e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias e Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (BRASIL, 1998).

Conforme apontado, em 2009, o ENEM passou por grandes mudanças que redefiniram sua matriz de referência e a extensão da prova. Cintra *et al.* (2016) ressaltam que, desde então, o Exame passou a englobar, como previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as quatro áreas de conhecimento, cada uma delas com sua matriz de referência própria composta por 30 habilidades e um repertório de conteúdos chamados de objetos de conhecimento. As quatro áreas de conhecimento são: I - Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (que inclui a redação); II - Ciências Humanas e suas Tecnologias; III - Ciências da Natureza e suas Tecnologias e IV - Matemática e suas

tecnologias. De acordo com Miranda *et al.* (2019), a relação dessas quatro grandes áreas de conhecimento com os cinco eixos cognitivos - Dominar Linguagens, Compreender Fenômenos, Enfrentar Situações-Problemas, Construir Argumentação e Elaborar Propostas - serve para mensurar a proficiência dos participantes. Destaca-se, ainda, que os itens que vão constituir a prova são orientados e estruturados a partir de habilidades e competências que são originadas do produto da relação entre os cinco eixos cognitivos (que são comuns a todas as áreas) e as quatro áreas de conhecimento.

Perrenoud (1999) define habilidade como uma sequência de modos operatórios, de induções e deduções, nos quais são utilizados esquemas de alto nível, sendo essas habilidades representadas pelas ações em si, ou seja, pelas ações determinadas pelas competências de forma concreta. O autor defende que um indivíduo usa sua habilidade quando começa a estimular conhecimentos e capacidades para resolver uma situação problema da vida real, sem mesmo pensar ou planejar, de forma automática.

No que se refere à competência, Perrenoud (1999, p. 07) define como "capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles". Com base nessa definição, entende-se que, para o autor, quando há manifestação de uma competência em uma determinada tarefa, o entendimento do indivíduo está relacionado aos conhecimentos que possui com relação ao conteúdo colocado.

Cada uma das quatro áreas de conhecimento abaixo possui a sua matriz de referência específica (INEP, 2009):

1- Linguagens, códigos e suas tecnologias, que abrange o conteúdo de Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física, e Tecnologias da Informação e Comunicação;

2- Matemática e suas tecnologias;

3- Ciências da Natureza e suas tecnologias, que abrange os conteúdos de Química, Física e Biologia e

4- Ciências Humanas e suas tecnologias, que abrange os conteúdos de Geografia, História, Filosofia e Sociologia.

As questões do exame são norteadas por cinco eixos cognitivos, comuns a todas as quatro áreas de conhecimento, com o objetivo de testar as habilidades dos candidatos.

Dentro dessa perspectiva, temos os eixos:

I. Dominar Linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa;

II. Compreender Fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas;

III. Enfrentar Situações-Problema (SP): selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema;

IV. Construir Argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente e

V. Elaborar Propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural (INEP, 2009).

Dessa forma, esses eixos cognitivos comuns explicitam a ideia de que, em todas as áreas, as habilidades serão mobilizadas em vieses comuns.

1.4 – Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Em 2009, foi aprovada uma nova matriz para o Enem, que define que os conhecimentos de Física, Química e Biologia estão associados à matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Devendo "expressar integração crescente entre as três áreas, adequando-se à perspectiva interdisciplinar das competências e habilidades adotadas na matriz de referência correspondente". (MEC, 2009).

A análise das habilidades e competências por área presentes na Matriz de Ciências da Natureza e suas Tecnologias dá ênfase e articula as aprendizagens da vida a conhecimentos científicos, com uma abordagem temática agregada à conceitual, reforçando os princípios de interdisciplinaridade e contextualização, MACENO *et al.* (2011). Isso está de acordo com o que se espera do ensino de disciplinas de ciências em sala de aula. Dessa forma, existe a possibilidade de o Enem induzir mudanças pedagógicas e curriculares, ao defender a expansão da aprendizagem para além dos conteúdos, apesar de não ser o seu objetivo original.

O estudo da matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem, a partir de 2009, mostra-nos que a compreensão de fenômenos, a construção de argumentação e o enfrentamento de situações são priorizados, teoricamente, exigindo do aluno mais do que apenas o conteúdo (INEP, 2009).

Abaixo, seguem as 30 habilidades separadas por oito competências de área (INEP, 2009):

Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

H1 – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos;

H2 – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico;

H3 – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas e

H4 – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

H5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano;

H6 – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum e

H7 – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.

H8 – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos;

H9 – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos;

H10 – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais;

H11 – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos e

H12 – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

H13 – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos;

H14 – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros;

H15 – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos e

H16 – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica;

H18 – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam e

H19 – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes;

H21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo;

H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais e

H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H24 – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas;

H25 – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção;

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 e

H27 – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

H28 – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros;

H29 – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais e

H30 – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

1.5 – Objetos de conhecimento – Biologia

No documento sobre a matriz de referência do Enem 2009, o comitê de governança representado por membros do Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais e Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior apresentaram uma lista de objetos de conhecimentos que, segundo o documento, "expressa[m] a realidade atual das escolas de Ensino Médio ao mesmo tempo que respeita o estágio atual do aprendizado dos alunos concluintes" (BRASIL, 2009).

Sobre a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, os conhecimentos das três disciplinas (Física, Química e Biologia) devem apresentar integração ascendente, intensificando a interdisciplinaridade entre as disciplinas da mesma área. Abaixo, listamos os referentes a Biologia. (INEP, 2009):

- Moléculas, células e tecidos - Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo. Divisão celular. Aspectos bioquímicos das estruturas celulares. Aspectos gerais do metabolismo celular. Metabolismo energético: fotossíntese e respiração. Codificação da informação genética. Síntese proteica. Diferenciação celular. Principais tecidos animais e vegetais. Origem e evolução das células. Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante. Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos. Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos. Aspectos éticos relacionados ao desenvolvimento biotecnológico. Biotecnologia e sustentabilidade;

- Hereditariedade e diversidade da vida - Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias. Concepções pré-mendelianas sobre a hereditariedade.

Aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano. Antígenos e anticorpos. Grupos sanguíneos, transplantes e doenças autoimunes. Neoplasias e a influência de fatores ambientais. Mutações gênicas e cromossômicas. Aconselhamento genético. Fundamentos genéticos da evolução. Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica;

- Identidade dos seres vivos - Níveis de organização dos seres vivos. Vírus, procariontes e eucariontes. Autótrofos e heterótrofos. Seres unicelulares e pluricelulares. Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos. Tipos de ciclo de vida. Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos. Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes. Embriologia, anatomia e fisiologia humana. Evolução humana. Biotecnologia e sistemática;

- Ecologia e ciências ambientais - Ecossistemas. Fatores bióticos e abióticos. Habitat e nicho ecológico. A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax. Dinâmica de populações. Interações entre os seres vivos. Ciclos biogeoquímicos. Fluxo de energia no ecossistema. Biogeografia. Biomas brasileiros. Exploração e uso de recursos naturais. Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar. Conservação e recuperação de ecossistemas. Conservação da biodiversidade. Tecnologias ambientais. Noções de saneamento básico. Noções de legislação ambiental: água, florestas, unidades de conservação; biodiversidade;

- Origem e evolução da vida - A biologia como ciência: história, métodos, técnicas e experimentação. Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos. Teorias de evolução. Explicações pré-darwinistas para a modificação das espécies. A teoria evolutiva de Charles Darwin. Teoria sintética da evolução. Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas e

- Qualidade de vida das populações humanas - Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. Indicadores sociais, ambientais e econômicos. Índice de desenvolvimento humano. Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. Noções de primeiros socorros. Doenças sexualmente transmissíveis. Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. Violência e segurança pública. Exercícios físicos e

vida saudável. Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. Legislação e cidadania.

Os objetos de conhecimento de biologia, associados às competências e habilidades, orientam na elaboração dos itens e na forma com que o estudante deve se organizar na preparação para o exame. Dentro de cada tópico dos objetos existe uma extensa variedade de conteúdo, o que amplifica as possibilidades na hora da elaboração dos itens, viabilizando a interdisciplinaridade, sobretudo entre as disciplinas de química, física e biologia, que são da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Por essa variedade de conteúdo descrita nos objetos ser tão ampla, o estudante que conhecer bem os objetos de conhecimento de biologia poderá se organizar melhor nos estudos da disciplina como, por exemplo, separar conteúdos que precisem de maior atenção daqueles que ele já possui melhor entendimento.

1.6 – Enem: Análise e fatores associados

Desde sua criação, o Enem avalia as competências e habilidades dos alunos que concluem o ensino médio. De início, era mais um instrumento de avaliação da educação básica brasileira, ao lado de outros testes que tinham o mesmo fim, como o Saeb por exemplo. Com o passar dos anos, o exame aumentou a possibilidade de analisar os resultados dos Estados, municípios e das escolas que participavam da prova, expondo, evidenciando e, muitas vezes, pressionando as instituições para que as notas fossem elevadas. Visto que, a qualidade da educação é entendida, na maioria das vezes, pela proficiência média dos alunos das escolas.

Porém, qualidade da educação não é algo simples de se aferir. Para Soares (2013), a escola de qualidade é aquela na qual professores, funcionários, pais e alunos estão satisfeitos e os discentes demonstram, de forma concreta, que conseguiram aprender o que se esperava. Essa escola deve ter, como valor primordial, a garantia dos direitos de aprendizagem dos estudantes, dispor de uma boa infraestrutura e utilizar de processos eficazes para ensinar tudo o que é relevante.

Com base nessa definição e nas várias referências sobre as avaliações externas, podemos entender que, apesar de os resultados dos conteúdos trabalhados nessas avaliações não serem os únicos parâmetros para esse processo de avaliação da qualidade da educação, eles não podem ser desconsiderados. A análise desses dados é, também,

importante para a melhoria do sistema educacional. Todavia, a divulgação dos resultados e a forma como essa informação é utilizada pelos gestores para implantar políticas públicas de melhoria é um embate que causa grandes discussões de especialistas.

Oliveira (2016), por exemplo, destaca que quando o Inep realiza a análise por escola, abre precedente para que se forme uma bolsa de negócios em torno do Exame. Ela se refere a escolas que, por conseguirem melhores resultados pelo contexto em que estão inseridas e pela clientela atendida, desenvolvem uma espécie de *ranking* dos melhores resultados. Segundo a pesquisadora, já na primeira edição houve várias fraudes que produziram posições privilegiadas na classificação das escolas particulares. Também despertou preocupação com o fato de o Enem ter influenciado a orientação do currículo do ensino médio para responder às exigências do teste. Por outro lado, Travitzki (2013) aponta que um dos objetivos do Enem é permitir a comparação entre as escolas brasileiras. Segundo o autor, o exame, apesar de não ter sido originalmente desenhado para esse fim, tornou-se valorizado pela sociedade e tem se consolidado como peça central na política brasileira de “*accountability* escolar”.

Zanchettin (2018) destaca que, desde 2017, o Inep não divulga uma planilha com os resultados do Enem por escola. A decisão causou controvérsia por ser considerada, por muitos, como limitação ao acesso de informação, podendo comprometer as práticas de *accountability* escolar. Ainda segundo o autor, a falta de divulgação dos resultados por escola representa a perda de um indicador já consolidado pela sociedade e determina a quebra da continuidade da série histórica de dados. No entanto, nesse mesmo ano, o Ministério da Educação divulgou que o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) do ensino médio deixaria de ser amostral, sendo, a partir daquele ano, aplicado nas escolas públicas e privadas de todo o país. Isso permitiu o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) por escola também no ensino médio (INEP, 2017).

Ainda sobre a questão da comparação entre os resultados das escolas por meio do Enem, dois fatores cruciais precisam ser lembrados aqui. O primeiro é que desde o início, o Exame sempre foi uma avaliação com foco individual e realizado de forma voluntária. Nisso ele difere de outras avaliações externas. Portanto, comparar o resultado entre escolas, às vezes, pode ser muito questionável, pois existem instituições com um número de participantes baixo. Isso pode gerar resultados enviesados. Outro fator a ser considerado é que o MEC tem assumido, cada vez mais, para o Enem um caráter de seleção, o que também o torna diferente do objetivo de outras avaliações em larga escala: analisar o sistema educacional como um todo.

Após essas considerações iniciais sobre qualidade, usos dos resultados e comparação entre escolas, faremos algumas discussões sobre o formato do Enem, programas associados e suas vantagens e desvantagens. O Sisu (Sistema de Seleção Unificada) é o sistema informatizado do Ministério da Educação, no qual instituições públicas de ensino superior oferecem vagas para candidatos participantes do Exame Nacional de Ensino Médio. Os candidatos com melhor classificação são selecionados. Pode fazer a inscrição no Sistema de Seleção Unificada, o estudante que participou do Enem do ano anterior à inscrição; obteve nota na redação diferente de zero e não participou do Enem na condição de “treineiro” (BRASIL, 2020).

As inscrições são feitas sem nenhum pagamento de taxa. O candidato escolhe até duas opções de curso e pode alterá-las durante o período de inscrições. As vagas são distribuídas obedecendo a Lei de Cotas (12.711/2012) e, como políticas de ações afirmativas, algumas instituições oferecem vagas reservadas e outras adotam bônus na nota do candidato. Existem critérios específicos para as notas que variam entre cursos e universidades. Há uma "nota corte", que varia de acordo com a procura da instituição e do curso. O futuro universitário pode ser selecionado em uma das duas opções, ou ainda ficar na lista de espera. No entanto, caso possua interesse nessa lista de espera, precisa acessar o boletim Sisu e declarar seu interesse (MEC, 2020).

Silveira *et al.* (2015) citam como um dos aspectos positivos de um Exame Nacional e de um sistema como o Sisu, o favorecimento da mobilidade dos estudantes para instituições de ensino superior. Essa característica possibilita, ainda, que estudantes originários de regiões menos desenvolvidas desloquem-se para outras mais desenvolvidas. “Esta mobilidade é interessante não somente para a criação de lideranças em todos os estados da federação, mas igualmente para estabelecer um ambiente multicultural em nossas universidades”. Os autores enfatizam a importância da diversidade das questões do Enem, que precisam ser consistentes e condizentes com as matrizes preconizadas no ensino médio, podendo, dessa forma, garantir a mobilidade diversa entre os ingressantes.

Entende-se que a utilização do Sisu seria uma forma de possibilitar alternativas viabilizando a mobilidade acadêmica, tornando o processo mais equitativo, no que diz respeito às condições de acesso ao sistema e à utilização da nota do Enem. No entanto, é importante ressaltarmos que apenas esses fatores não são suficientes para aumentar o fluxo de alunos entre os estados da federação. Trabalhos como de Schwartzman (2013) e Barros (2014), que retratam de alguma forma essa movimentação, destacam que são os

estados mais ricos que exportam estudantes para universidades de outros estados. Oliveira (2015) ressalta que esses candidatos que migram de estado podem ter dois importantes fatores ao seu favor: as notas obtidas no Enem são reflexo de uma melhor formação na educação básica e as famílias têm melhores condições financeiras de assegurarem a mudança e a permanência desses estudantes em outro estado. Dessa maneira, mesmo que o estudante obtenha a pontuação necessária para entrar em um curso em uma universidade pública, não significa que ele irá conseguir se manter em uma localidade diferente de onde vive.

Como apontado, uma das principais apostas do Sisu, como forma de acesso às vagas de ensino superior no Brasil, era possibilitar aos estudantes das regiões mais pobres entrarem nas melhores universidades das regiões mais ricas do país. No entanto, Schwartzman (2013), em sua análise dos dados das matrículas do Sisu (FIG.1), destaca que o oposto pode estar acontecendo. Estudantes de estados mais ricos, sobretudo de São Paulo, estão migrando para outros estados em busca de vagas em universidades públicas. Tal fato pode ocorrer por dois motivos: i) por ser um estado populoso e rico possui, de maneira geral, uma boa qualificação de seus discentes e ii) existe um número relativamente pequeno de vagas nas instituições públicas de São Paulo, quando comparadas a demanda proporcional, fazendo com que esses estudantes passem a competir com vantagens frente aos estudantes de outras regiões.

Figura 1. Mobilidade Sisu 2013

Mobilidade Sisu**Tabela mostra deslocamentos dos estudantes matriculados em 2013**

Origem do matriculado

Estado onde a matrícula foi realizada

	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO
AC	2.054	4	2	-	-	-	-	-	-	-	1	2	10	-	-	-	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-
AL	1	4.405	-	-	12	4	-	-	1	1	2	2	4	-	17	8	1	1	3	4	-	1	2	-	-	4	-
AM	40	-	2.317	-	-	2	-	-	2	5	11	8	2	1	2	1	1	17	1	-	3	11	-	-	-	4	1
AP	-	1	2	153	-	2	-	-	-	-	2	-	2	-	1	1	3	1	2	3	-	-	5	-	-	1	-
BA	1	176	5	-	4.751	31	3	9	10	5	91	22	24	2	60	367	63	18	74	7	-	1	38	-	9	34	8
CE	8	24	19	1	7	8.258	-	-	-	6	5	5	8	-	100	39	225	4	18	276	-	3	21	1	-	8	-
DF	5	17	6	-	7	22	102	1	63	6	67	19	48	2	36	3	32	15	68	8	-	2	35	3	-	18	4
ES	2	3	3	-	16	12	-	776	1	-	197	5	10	-	2	1	3	13	274	2	-	1	18	-	-	22	1
GO	7	11	12	-	4	15	15	-	972	13	109	54	257	1	6	5	15	10	45	-	-	2	32	1	-	26	30
MA	-	5	6	-	1	14	5	-	3	3.380	11	4	23	8	20	1	621	9	19	8	-	2	4	1	-	4	26
MG	13	26	18	-	67	20	3	35	43	14	11.085	46	109	2	19	18	23	54	450	4	-	4	169	6	-	196	3
MS	1	3	4	-	-	2	-	-	3	1	18	4.801	58	-	1	-	3	29	13	-	-	-	24	3	-	33	-
MT	7	3	5	-	1	5	-	5	-	21	35	5.604	-	4	3	3	20	9	2	1	1	22	-	-	-	18	2
PA	3	7	76	5	6	24	1	-	6	44	14	13	43	1.220	13	5	32	9	48	5	-	4	25	-	-	15	13
PB	3	7	1	-	2	18	-	-	1	5	-	1	7	1	5.194	52	6	2	2	48	-	-	3	-	-	2	1
PE	-	161	4	-	214	49	-	-	2	1	6	6	6	-	597	3.833	39	4	23	10	-	-	10	4	1	8	2
PI	1	4	1	1	5	48	1	-	1	62	3	1	3	1	18	5	7.409	2	8	11	-	-	3	1	-	3	4
PR	5	7	10	-	3	4	-	-	-	1	22	73	59	3	5	-	4	2.902	27	2	-	1	124	35	-	36	2
RJ	8	14	23	-	14	12	1	6	6	6	316	44	36	3	29	12	12	25	13.532	6	-	4	106	5	-	40	1
RN	2	9	6	-	2	42	1	-	2	2	1	5	4	-	301	10	7	-	9	2.159	-	1	3	-	-	2	-
RO	34	2	33	-	2	7	-	-	1	-	4	16	106	-	13	4	4	15	4	1	17	-	12	-	-	4	-
RR	-	-	7	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	2	-	1	-	2	-	-	301	2	-	-	1	-
RS	3	5	2	-	2	3	-	-	2	13	20	16	1	6	3	5	29	39	6	-	3	8.268	39	1	15	1	
SC	3	4	2	-	1	1	-	-	1	-	8	10	13	-	2	3	4	130	15	-	-	136	387	-	9	-	
SE	-	53	1	-	7	8	-	-	-	-	8	2	3	-	9	5	2	-	14	6	-	4	-	-	78	10	1
SP	22	71	31	-	52	54	1	7	21	18	1.501	614	249	1	59	42	54	673	724	8	-	2	1.997	1.033	8.685	4	
TO	3	2	-	-	1	5	-	-	9	14	10	4	10	2	1	-	12	2	2	-	-	1	6	-	-	1	432

Fonte: Ministério da Educação

*Estudantes que permaneceram em seu estado de origem

Fonte: Globo Educação, 2013.

Analisando a Figura 1, elaborada com os dados do Sisu de 2013, podemos identificar que Minas Gerais foi o estado que mais recebeu estudantes de fora. O Rio de Janeiro é o que possui maior número de matrículas e São Paulo é o que mais exporta estudantes. Schwartzman (2013) destaca que Minas Gerais e Rio de Janeiro foram os mais beneficiados com o processo de nacionalização ou federalização ocorrido a partir dos anos de 1950, no qual universidades criadas por governos estaduais passaram sua manutenção para o governo federal. Além disso, o governo federal foi criando universidades em diferentes estados e regiões do país, sem nenhuma política explícita, sendo o estado de São Paulo deixado de lado até o período recente.

Barros (2014) defende que, apesar de o acesso às universidades ter melhorado nos últimos anos, a entrada de estudantes de baixa renda continua sendo entravada nas graduações de maior prestígio e qualidade. Ainda de acordo com a autora, houve um aumento significativo de abandonos nos cursos depois do Sisu. Analisando esses pontos colocados, a lógica do Sisu permanece a mesma da escolha dos vestibulares, ou seja, os alunos que não foram preparados em suas escolas para esse tipo de seleção vão continuar em desvantagem perante os outros com melhor preparo.

Já Andriola (2011) enumera o que defende ser positivo na seleção de alunos pelas Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes) utilizando os resultados do Enem. Entre

as medidas, cita que o egresso do ensino médio de todo o país pode concorrer às vagas em qualquer Ifes participante do Sisu, dando a oportunidade de ingressar no sistema. Ele ainda destaca a importância da possibilidade da mobilidade acadêmica, sugerindo que se tenha um maior apoio em políticas de residência/alojamento estudantil. Um estudante, mesmo em uma universidade pública, tem gastos que, na maioria das vezes, a família não tem como arcar, sendo, portanto, fundamental o auxílio financeiro para a permanência. Portanto, podemos perceber que, apesar de existir a possibilidade oportunizada pelo Sisu da mobilidade, os obstáculos enfrentados pelos estudantes menos favorecidos ainda são muitos.

Considerando agora outra iniciativa governamental, o Programa Universidade para Todos (ProUni) do Ministério da Educação oferece bolsas de estudos, integrais e parciais (50%), em instituições particulares de educação superior. É voltado para estudantes que tenham cursado todo o ensino médio em escola pública, ou em escola particular na condição de bolsista integral. Além desses alunos, estudantes com deficiência e professores da rede pública de ensino, no efetivo exercício do magistério da educação básica do quadro permanente da instituição, podem se candidatar a uma bolsa - este último grupo, independente da renda familiar (MEC, 2020).

Para concorrer às bolsas integrais, o estudante deve comprovar renda familiar bruta mensal, por pessoa, de até um salário mínimo e meio. Para as bolsas parciais (50%), a renda familiar bruta mensal deve ser de até três salários mínimos *per capita*. Somente poderá se inscrever no ProUni, o estudante brasileiro que não possua diploma de curso superior, que tenha participado do Enem mais recente e obtido, no mínimo, 450 pontos de média das notas. Além disso, ele não pode ter tirado zero na redação (BRASIL, 2020).

Institucionalizado pela Lei 11.096, de 13 de janeiro de 2005 (BRASIL, 2013), o ProUni carregou um forte discurso de “justiça social” e contou com o apoio da sociedade civil. A criação do Programa aumentou consideravelmente a oferta de vagas de ensino superior no país, possibilitando o acesso a milhares de estudantes que, até então, não tinham a perspectiva de ingressar na graduação. Tripodi e Sousa (2018, p. 245) destacam que

[...] a expansão do ensino superior, sobretudo a partir dos anos 2000, experimentou uma expansão na oferta via parceria com o setor privado, com fins lucrativos no âmbito do Programa Federal Universidade para Todos.

Esse movimento de oferecimento de vagas em parceria com o setor privado tem se alterado em dois aspectos: o primeiro, no sentido de que, anteriormente, esse tipo de

oferta era mais comum nas duas pontas do ciclo escolar (creche e ensino superior), mas, na atualidade, está presente também em níveis considerados obrigatórios, como ensino fundamental e médio. O segundo aspecto, é a diversidade de projetos educacionais, com essa gama de entidades que ofertam o serviço, possibilita-se efeitos diferentes sobre a educação, tanto do ponto de vista político-administrativo quanto político-pedagógico (TRIPODI; SOUSA, 2018).

O ProUni é comemorado por milhares de estudantes e famílias que viram no Programa a possibilidade de acesso ao ensino superior. Mas, nos bastidores, pesquisadores e analistas de políticas públicas apontam problemas que precisam ser sanados, como a falta de mecanismos de controle democrático. De acordo com Schwartzman (2009), a maior parte dos cursos de graduação e pós-graduação é de má qualidade, não merecendo o nome de "universidade", ou "universitário". Fato que seria sentido diretamente no mercado profissional, visto que profissionais incapacitados seriam nele inseridos.

Essa questão se encontra associada ao pensamento de quem defende o gerencialismo como intensificador da qualidade da educação. Tripodi e Sousa (2018) ponderam que, para os gerencialistas, a entrada de atores sociais em "cooperação" com o Estado iria se encarregar de variar a oferta, elevando as possibilidades de escolha e criando a competição. Isso, na visão deles, produziria certa qualidade, já na perspectiva liberal, daria o direito de escolha por parte daqueles que usam o serviço, reduzindo os níveis de ingerência do Estado sobre o indivíduo. Por fim, outra crítica muito comum com relação ao ProUni diz respeito à perda de impostos com as isenções concedidas às instituições de ensino superior particulares. Corbucci (2004), por exemplo, afirma que o valor desses impostos poderia ser investido na ampliação de vagas a serem disponibilizadas nas instituições públicas.

Em síntese, as iniciativas dos governos que incentivam e efetivam as avaliações externas têm aumentado por diversos fatores e são fundamentais para auxiliar as políticas públicas de melhoria da educação em todo o país. Como observado neste capítulo e na literatura que trata sobre o assunto, apesar de não ser um instrumento que identifica todas as especificidades de uma educação de qualidade, os resultados dessas avaliações, quando bem utilizados pelos gestores, podem trazer benefícios para alcançar a qualidade tão almejada.

No que se refere ao Enem, constata-se que o Exame adquiriu uma grande proporção no país e é respeitado nacional e internacionalmente. Como pudemos perceber,

desde sua criação, a prova passou por diversas modificações, algumas muito intensas, como a mudança no número de questões; o conteúdo abordado; as alterações na matriz de referência e o seu protagonismo na seleção de estudantes para o ensino superior, por meio de programas como o Sisu e o ProUni. Vimos que é um Exame voluntário e individual, sendo um pouco diferente de outras avaliações externas por esse motivo. Enfatizamos também que, o Enem tem assumido cada vez mais um caráter de seleção. As críticas são, muitas vezes, pertinentes: uma avaliação dessa proporção está sujeita a uma série de erros e eventualidades que, devido a sua importância, devem ser analisados e corrigidos, dando maior lisura e eficiência aos objetivos propostos.

A portaria nº 458 de 5 de maio de 2020, que institui normas complementares necessárias ao cumprimento da Política Nacional de Avaliação da Educação Básica, destaca pontos importantes do Saeb, Encceja e Enem. Segundo o Inep, o Enem possibilita diversos dados que podem servir de suporte para vários programas e projetos voltados para a educação básica nacional. O Art. 18 coloca que "o Enem tem como objetivo aferir o domínio das competências e das habilidades esperadas ao final da educação básica, de acordo com a BNCC e as correspondentes diretrizes curriculares nacionais" (MEC, 2020). Dessa forma, sugere-se que o Exame é uma ferramenta que possibilita aferir se o ensino básico está em consonância com a BNCC e as diretrizes curriculares nacionais. Aqui, mais uma vez, podemos levantar os diversos questionamentos sobre o caráter de avaliação externa da prova e as peculiaridades que a distanciam de uma avaliação do sistema educacional como um todo. Já o Art. 19 destaca diversas possibilidades de utilização dos resultados do exame, dentre elas: parâmetros para a autoavaliação dos participantes; criação de referência a nível nacional para aperfeiçoamento dos currículos de ensino médio; utilização do exame como mecanismo de acesso ao ensino superior (seja de forma única, alternativa, ou complementar), sobretudo o ofertado pelas instituições públicas; acesso a programas governamentais de apoio/financiamento da educação superior e criação de dados para estudos e indicadores da educação brasileira (BRASIL, 2020). No entanto, como apontamos, todas essas possibilidades são analisadas e criticadas por diversos autores, que indicam fatores positivos e negativos.

O papel do Enem tem sido cada vez mais voltado para a seleção de estudantes para o ensino superior em instituições públicas ou privadas. A portaria nº 458 de 5 de maio de 2020 reforça que não há como desconsiderarmos sua influência em outros campos do ensino. Pela importância do Exame, os estudantes tendem a se preparar para realizá-lo, gerando uma concorrência entre eles. Os resultados, como destacado neste

trabalho, não são mais apresentados em forma de *ranking* das instituições pelo Inep. Todavia, existem jornais, *sites* e aplicativos que divulgam de maneira ranqueada esses dados, podendo ser utilizados como estratégia de *marketing* por diversas instituições, aumentando a cobrança de pais e responsáveis junto à escola e aos gestores em busca de melhores resultados. Mas, sabemos, de acordo com a literatura especializada da área de avaliação educacional, que é um equívoco gerar *rankings* comparando escolas de contextos distintos. Dessa forma, mesmo que de maneira descontextualizada, ainda hoje, o Enem é tido por muitos como um termômetro da qualidade da educação do ensino médio no Brasil. O que podemos frisar é que o Exame se consolidou como o principal mecanismo de seleção para o ensino superior no país e que, apesar de seu destaque nesse quesito, devemos considerar também as suas outras possibilidades de utilização (BRASIL, 2020).

2 – TAXONOMIAS COGNITIVAS

As taxonomias cognitivas estão associadas a diversos assuntos na educação, como objetivos de aprendizagem, currículo, avaliação e processos de ensino e aprendizagem. Os objetivos de aprendizagem, por exemplo, podem ser classificados e organizados por meio de diversas taxonomias. Segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 421), tais objetivos “devem ser estruturados de forma consciente, para oportunizar mudanças de pensamento, de ações e condutas”. Como existe uma vasta gama de objetivos de aprendizagem, é necessária uma estrutura de organização que aumente sua precisão, melhorando a compreensão sobre eles. Esse papel é cumprido pelas taxonomias cognitivas. O termo taxonomia está mais comumente relacionado à biologia, sendo, para essa ciência, a definição dos organismos biológicos de acordo com seu reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie. No caso das taxonomias cognitivas, existe também uma estrutura de classificação de processos cognitivos, geralmente hierárquica.

No ano de 1948, em Boston, um grupo de psicólogos criou um quadro teórico que tinha a intenção de facilitar a comunicação entre examinadores, estimular a pesquisa sobre avaliação e, ao mesmo tempo, possibilitar uma associação entre os envolvidos no processo de avaliar (TREVISAN; AMARAL, 2016). Eles criaram um sistema que permitia a classificação de objetivos educacionais e cumpria diversas funções. A partir daí, tem início a Taxonomia de Bloom, que foi publicada em 1956. Ela é uma das taxonomias mais conhecidas até hoje.

Sabemos que existem diversas taxonomias cognitivas. Seleccionamos para apresentar, no nosso trabalho, quatro já consolidadas em um cenário internacional: a Nova Taxonomia dos Objetivos Educacionais (MARZANO; KENDALL, 2007); a Taxonomia revisada de Bloom (ANDERSON; KRATHOWOHL, 2001); Taxonomia da Profundidade do Conhecimento (WEBB, 2002) e a Taxonomia SOLO (BIGGS; COLLIS, 1982). Cada uma, ao seu tempo, trouxe diferentes contribuições para esse campo e merece ser analisada.

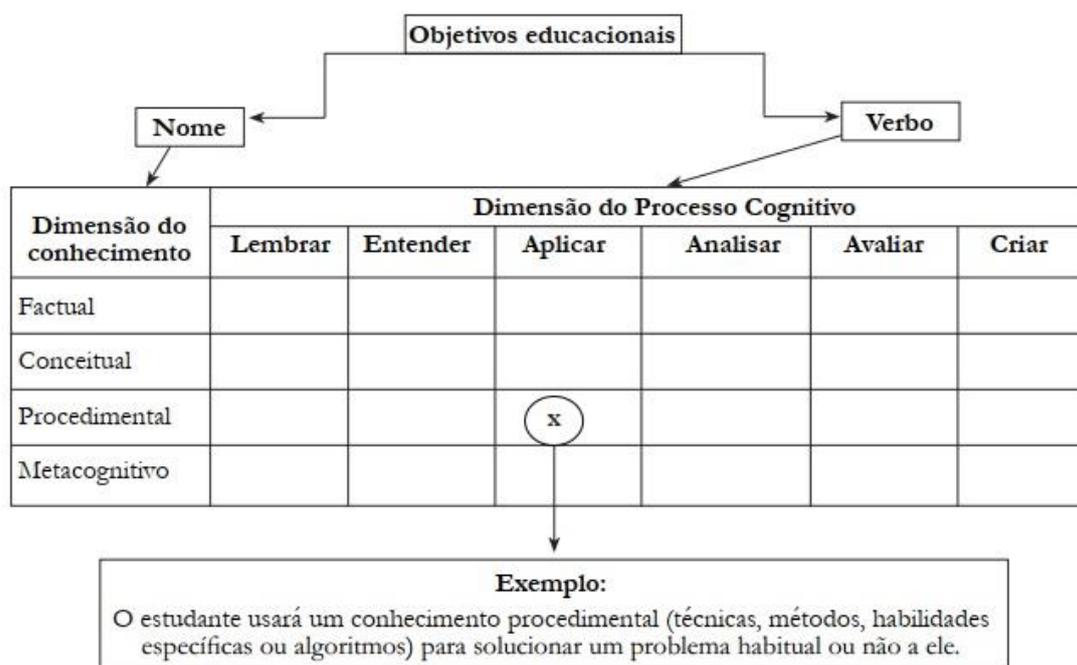
2.1 – Taxonomia Revisada de Bloom

Publicada por Benjamin S. Bloom e por colaboradores em 1956, a taxonomia cognitiva mais conhecida e discutida na literatura ligada à área educacional é a Taxonomia de Bloom. Em sua estrutura original, categoriza objetivos educacionais,

classificando-os de forma hierárquica, segundo a complexidade cognitiva - do mais simples para o mais complexo, do concreto para o abstrato - em seis categorias: 1) conhecimento; 2) compreensão; 3) aplicação; 4) análise; 5) síntese e 6) avaliação. O domínio de um processo mais simples é considerado pré-requisito para alcançar o de uma categoria com complexidade maior, desde o conhecimento até a avaliação (ANDERSON *et al.*, 2001; KRATHWOHL, 2002).

Em 2001, Anderson e Krathwohl publicaram o livro “*A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*”. Tal obra, uma revisão da Taxonomia de Bloom, traz os processos cognitivos com algumas modificações. Os seis processos passam a ser: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar. Adicionalmente, passa a ter duas dimensões: 1) dimensão do conhecimento (conteúdo) e 2) dimensão dos processos cognitivos (FIG. 2).

Figura 2: Tabela dimensional da Nova Taxonomia de Bloom



Fonte: Adaptada de Anderson et al. (2001, p. 32).

Fonte: Cintra et al. (2016, p. 712)

Na vertical, temos a dimensão do processo cognitivo, que é dividida em seis categorias e está relacionada ao processo usado pelos alunos para aprender: 1 - lembrar, relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos; 2 - entender, que visa estabelecer uma relação entre uma informação adquirida previamente com uma nova; 3 - aplicar, que se relaciona com realizar um procedimento em uma situação específica, ou

usar um conhecimento em uma situação nova; 4 - analisar, que implica em dividir uma determinada informação em partes que sejam relevantes, ou não, para a situação estipulada; 5 - avaliar, que é sobre fazer julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos e 6 - criar, que necessita unir elementos, como forma de criar uma nova visão ou solução para determinado problema (FERRAZ; BELHOT, 2010). Anderson (2001) destaca que existe um nível de complexidade cognitiva entre essas categorias, que vão se tornando cada vez mais complexas de acordo com a mudança dos níveis. Por exemplo, “entender” é cognitivamente mais complexo do que “lembrar”.

Na horizontal, temos a dimensão do conhecimento relacionada ao tipo de conteúdo envolvido, que pode ser: factual – consiste nos elementos básicos acionados pelos estudantes na familiarização com a disciplina e na solução de problemas da área; conceitual – alcança um maior conjunto de conhecimentos, mostra como as partes que compõem a informação estão interconectadas e inter-relacionadas de modo mais sistemático e como funcionam juntas de maneira a organizar e estruturar um conteúdo; procedimental – enquanto os conhecimentos factual e conceitual respondem à pergunta “o quê?”, o procedimental refere-se a “como saber fazer” algo. É importante salientar que “saber fazer” não se restringe à resolução de exercícios, mas também alcança novos problemas, destacando que cada área de conhecimento possui procedimentos, técnicas, habilidades e métodos que lhes são próprios. Já o metacognitivo é um tipo de conhecimento essencial para que os alunos conquistem maior responsabilidade, assim como controle sobre seu pensamento e seu processo de aprendizagem. A metacognição está relacionada ao conhecimento sobre a cognição, o saber sobre a própria aprendizagem, formas de monitorar, controlar e regular esse processo (ANDERSON *et al.*, 2014).

Portanto, a Taxonomia Revisada de Bloom tem como propósito melhorar a construção dos objetivos educacionais, podendo também auxiliar os educadores na elaboração do planejamento e na escolha adequada de estratégias e tecnologias educacionais (FERRAZ; BELHOT, 2010).

2.2 – Taxonomia de Marzano

Fundamentada na proposta apresentada por Bloom em 1956, a Taxonomia de Marzano foi desenvolvida por Robert Marzano e John Kendall. Sua classificação, assim como a Taxonomia Revisada de Bloom, é bidimensional, dividida em: conhecimento e

níveis de processamento. São três domínios de conhecimento: i) informação; ii) procedimentos mentais e iii) procedimentos psicomotores. Quanto aos níveis de processamento, também são três: i) interno; ii) metacognitivo e iii) cognitivo. Quando se depara com a opção de iniciar uma nova tarefa, o nível interno decide se continua com o comportamento atual ou se envolve-se em outra atividade; o metacognitivo estabelece metas e controla como e se elas estão sendo alcançadas e o cognitivo processa todas as informações necessárias.

Os domínios do conhecimento fornecem o conteúdo (MARZANO; KENDAL, 2007). A informação consiste em organizar ideias, tais como princípios, generalizações, vocabulário e dados. Essa etapa merece destaque, já que possibilita que uma gama maior de informações seja armazenada, demandando menor esforço ao classificar conceitos (GAGNE, 1977). Os procedimentos mentais abrangem desde processos complexos, como pesquisar um trabalho para a escola, até os mais simples, como ler um mapa e saber regras matemáticas simples e algoritmos. Os procedimentos psicomotores, por fim, influenciam o aprendizado de forma variada nas diferentes matérias. Por exemplo: o ato de ler envolve o movimento dos olhos (da esquerda para a direita) e a necessidade de virar uma página. No entanto, o ato de jogar futebol exige mais e de forma mais sofisticada o esforço físico (MARZANO; KENDAL, 2007). Diante disso, podemos entender que o domínio do conhecimento interage de diversas formas com as operações mentais e as atividades vão indicar a necessidade de menor ou maior domínio dessas dimensões (FIG. 3).

Figura 3. Modelo de comportamento em relação à aprendizagem



Fonte: Córdova, 2019.

Conforme situa Córdova (2009), o esquema apresentado (FIG. 3) não apenas explica o processo humano de decidir ou não se envolver em uma nova tarefa em algum

momento, mas também como as informações são processadas após a decisão. O modelo faz alusão aos três níveis de processamento: o interno (eu), o metacognitivo e o cognitivo. O quarto componente do modelo é o conhecimento. Deve-se esclarecer que uma nova tarefa é entendida como oportunidade de mudar o que se está fazendo, ou participando, em um dado momento. A decisão de participar da nova tarefa resultará na ativação dos demais sistemas na ordem apresentada (interna, meta cognitiva e cognitiva).

Marzano e Kendall (2007) também defendem o uso da Nova Taxonomia dos Objetivos Educacionais no desenvolvimento curricular, principalmente propostas curriculares focadas nas habilidades de pensamento. Diferente da proposta de Bloom, a Nova Taxonomia, em sua essência, é uma teoria sobre o pensamento humano. Outro ponto importante, é que a metacognição é apresentada como um tipo de processamento aplicado ao conteúdo da disciplina que estuda, ou se pretende estudar. Ela não é colocada no mesmo nível que o conhecimento factual, conceitual e procedimental, como acontece em outras propostas, como a de Anderson (2001). Na Taxonomia Revisada de Bloom, um dos tipos de conhecimento é o metacognitivo.

Por fim, destacamos a existência do sistema interno (próprio) localizado no primeiro espaço da hierarquia, que tem o poder de controlar se o aluno está ou não envolvido no processo de aprendizagem para o qual está sendo convidado. Esse sistema é muito importante porque, além de conter tudo o que passa pela consciência (memória, ações, desejos etc.), também permite desafios hierárquicos traçados em e para a nossa vida (CÓRDOVA, 2019).

2.3 – Taxonomia da Profundidade do Conhecimento

Desenvolvida em 1997 por Norman Webb, a *Depth of Knowledge Taxonomy* (Taxonomia da Profundidade do Conhecimento – TPC) ocupa-se da complexidade do pensamento. A princípio, essa taxonomia foi desenvolvida para examinar os padrões em itens de avaliação, buscando analisar se as avaliações estavam em consonância com demandas cognitivas dos alunos. Depois, mostrou-se eficiente para entender se os conteúdos dessas avaliações estavam alinhados com os currículos escolares. A TPC pode ser utilizada também em diversos momentos dentro da sala de aula, como na atribuição de tarefas ou na realização de atividades dos alunos (WEBB, 2002).

A Taxonomia da Profundidade do Conhecimento é dividida em quatro níveis de profundidade (QUADRO 1), cada um representando uma complexidade cognitiva diferente.

Quadro 1 - Níveis da Taxonomia da Profundidade do Conhecimento

Nível – 1 Recordação e Reprodução	O estudante deve recordar informações básicas, como um acontecimento, uma definição, um termo ou um procedimento simples.
Nível – 2 Aptidão e Conceitos	Esse nível requer o envolvimento de algum processamento mental. Exige que os alunos tomem algumas decisões sobre como abordar o problema ou a atividade.
Nível – 3 Raciocínio estratégico a curto prazo	Requer dos estudantes raciocínio, planejamento, uso de evidências e maior nível de pensamento do que os níveis anteriores. Pode exigir que os alunos expliquem seu raciocínio e que façam conjecturas. As demandas desse nível são complexas e abstratas.
Nível – 4 Raciocínio Estendido	Faz uso de raciocínio complexo, planejamento, desenvolvimento e pensamento. As demandas cognitivas das tarefas devem ser altas, e o trabalho complexo, exigindo que o estudante faça várias conexões, relacionando ideias dentro da área de conteúdo ou entre áreas de conteúdo.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de WEBB, 2002

Importante salientar que os níveis são estabelecidos a partir das atividades exigidas e não das suas dificuldades. As atividades e/ou questões de nível 4, geralmente, demandarão mais tempo do aluno, mas nem todas as atividades longas estarão nesse nível. Por exemplo: se um aluno tiver que aferir a temperatura da água de um rio todos os dias durante um mês e depois construir um gráfico, isso seria classificado como nível 2. Contudo, se ele tiver que realizar um estudo no rio que exija considerações de variáveis diferentes, isso seria um nível 4 (WEBB, 2002). Vale ainda destacar que, dentre as taxonomias que selecionamos para apresentar nesta pesquisa, a Taxonomia da Profundidade do Conhecimento é a que mais se assemelha à Taxonomia SOLO.

2.4 – Taxonomia SOLO

A Taxonomia *Structure of Observing Learning Outcome* – SOLO (Estrutura do Resultado de Aprendizagem Observado) foi desenvolvida nas décadas de 1970 e 1980 por dois acadêmicos australianos – John Biggs e Kevin Collis. Ela categoriza a atividade mental por atributos de quantidade e qualidade das tarefas exigidas, ou pelos produtos

observáveis do trabalho dos alunos. Para Hattie e Brown (2004), como na maioria das taxonomias, a SOLO descreve os processos envolvidos em fazer e responder a uma pergunta em uma escala de crescente dificuldade ou complexidade. Dessa forma, os autores defendem que a SOLO pode ser utilizada para avaliar a “qualidade” da aprendizagem, ou para objetivos curriculares, já que apresenta a possibilidade de identificar níveis hierárquicos de complexidade do entendimento sobre conteúdos de diferentes domínios, a partir de instrumentos desenvolvidos com esse objetivo. Hattie e Brown afirmam que

[...] a taxonomia SOLO foi desenvolvida analisando a estrutura das respostas dos alunos as tarefas de avaliação em resposta a um determinado corpo de informação ou conhecimento e identificação do tipo de pensamento exibido por respostas escritas estendidas. A SOLO já foi aplicada em diversas disciplinas escolares: poesia (Biggs; Collis, 1982), história (Biggs; Collis, 1982), matemática (Collis; Romberg, 1992), geografia (Courtney, 1986; Stimpson, 1989), ciência (Collis; Davey, 1986), economia (Pong, 1989), química (Holbrook, 1989), estudos de computador (Ki, 1989) e avaliação de atitudes em relação à gravidez na adolescência (Kryzanowski, 1988) (HATTIE; BROWN, 2004, p.4, tradução nossa).

A taxonomia SOLO torna possível, no curso do aprendizado, ensinar ou avaliar um assunto para identificar, em termos gerais, o nível de complexidade cognitiva, no qual determinado aluno está operando (HATTIE; BROWN, 2004). Assim, a SOLO pode ser uma importante ferramenta para que a avaliação vá além da mera classificação, dando a possibilidade de uma análise detalhada, por meio de uma interpretação pedagógica dos processos de ensino e aprendizagem.

Em uma linguagem simples, a taxonomia SOLO consiste em quatro níveis que crescem em complexidade cognitiva (QUADRO 2): uma ideia; várias ideias; ideias relacionadas e estendendo as ideias (uma, muitos, relacionamento e extensão). O Quadro 2 apresenta os nomes desses quatro níveis e uma definição sintética deles.

QUADRO 2: Categorias da Taxonomia SOLO

<p>Pré-estrutural → Apresenta uma resposta incorreta, que não contempla o que foi solicitado na pergunta.</p> <p>Uni-estrutural → Um aspecto de uma tarefa é escolhido ou entendido em série, e não há nenhuma relação de fatos ou ideias.</p> <p>Multi-estrutural → Dois ou mais aspectos de uma tarefa são captados ou compreendidos serialmente, mas não estão inter-relacionados.</p> <p>Relacional → Vários aspectos da tarefa são integrados para que o todo tenha coerência, estrutura e significado. Há uma organização do material fornecido.</p> <p>Abstrato estendido → Esse todo coerente é generalizado para um nível mais alto de abstração. Exige que o aluno vá além das informações, conhecimentos, ou ideias fornecidas.</p>

Fonte: Quadro elaborado pelo autor com base em Hattie e Brown (2004, tradução nossa).

Segundo Mol e Matos (2019), o nível pré-estrutural não indica uma construção de aprendizagem, pois apresenta uma ideia incorreta. A Taxonomia SOLO parte da concepção de que os sujeitos têm o seu processo de aquisição cognitiva baseado em níveis de complexidade ascendente, que podem ser genericamente observados em diferentes tarefas. Isso torna possível caracterizar, de alguma forma, os níveis de habilidades, ou ainda identificar a evolução de uma habilidade em tarefas particulares.

As perguntas e respostas uniestruturais demandam o uso e o conhecimento de apenas uma informação, um fato ou uma ideia, que se encontra diretamente no problema. Os itens ou respostas multiestruturais requerem o uso ou conhecimento de múltiplas informações, ou ideias. No entanto, nesse nível, os fatos não são relacionados, mas usados separadamente em duas ou mais etapas distintas.

Perguntas ou respostas relacionais exigem a integração de, no mínimo, duas partes de informações, conhecimentos, fatos ou ideias separadas que, ao se unirem, respondam a uma pergunta ou façam sentido no questionamento. Assim, em questões relacionais, os estudantes precisam impor um padrão de organização do material fornecido. O nível abstrato estendido é o mais complexo da taxonomia SOLO. Nele é exigido que o indivíduo consiga ir além da informação, do conhecimento e da ideia disponível, identificando uma forma de dar uma resposta, previsão ou gerar uma hipótese coerente, utilizando também seus conhecimentos prévios (HATTIE; BROWN, 2004).

Adicionalmente, os níveis da taxonomia SOLO podem ser agrupados em duas categorias principais: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda. A

aprendizagem superficial engloba os níveis uniestrutural e multiestrutural. Já a aprendizagem profunda é representada pelos níveis relacional e abstrato estendido. Para Hattie e Brown (2004), nos dois níveis profundos, a qualidade de pensamento é cognitivamente mais desafiadora do que nos superficiais. Os autores destacam que deve haver um equilíbrio entre os tipos de aprendizagem, portanto ambas são importantes.

Segundo Biggs e Collis (1982), a aprendizagem superficial acontece quando o processo de ganho cognitivo está limitado à reprodução do conteúdo aprendido. A ideia principal é focar nos elementos mais importantes colocados para tentar reproduzi-los com maior precisão. Dessa forma, os alunos não veem ligação entre os elementos ou significados e as relações do que foi aprendido. Já a aprendizagem profunda se dá quando o processo de ganho cognitivo demanda um entendimento inerente sobre o conteúdo, envolvendo, assim, um processo cognitivo mais complexo. Nesta aprendizagem, o indivíduo busca fazer analogias, utiliza-se de conteúdos já consolidados por ele e consegue estabelecer relações. Para Pereira (2019), as diferentes aprendizagens, superficial ou profunda, dependem e são consequência das variadas formas de lidar com um conteúdo, seja quando a aprendizagem é realizada utilizando-se atributos de um único modo (unimodal), seja quando é realizada com atributos de vários modos simultaneamente (multimodal).

A Figura 4 apresenta um exemplo de perguntas classificadas nos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO.

Figura 4 – Exemplo de perguntas nos níveis de complexidade da Taxonomia SOLO

○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sol	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urânio	Netuno	Plutão
Temperatura: quente-----fresco					frio				
1. Qual o planeta que está mais perto do Sol? (Uniestrutural)									
2. Quais os dois planetas mais próximos da Terra? (Multiestrutural)									
3. Explique como a distância em relação ao Sol e a temperatura estão relacionadas. (Relacional)									
4. Dada a posição da Terra relativa ao Sol, como isso afeta os climas e estações da Terra? (Abstrato Estendido)									

Fonte: Hattie e Brown (2004, p. 15, tradução nossa)

A questão uniestructural exige que o estudante reconheça um planeta (apenas uma informação), que pode ser verificado na representação dada na questão. Já a questão multiestrutural aborda duas informações fornecidas na questão, sem estabelecer uma relação entre elas. Quando há relação de duas informações, no caso do exemplo, a posição dos planetas em relação ao sol e a temperatura, a questão é relacional. Quando a questão exige que o estudante vá além das informações fornecidas para responder, ela é considerada abstrato estendida (MOL; MATOS, 2019).

Já o Quadro 3 apresenta um exemplo de respostas classificadas nos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO.

Quadro 3 – Exemplo de respostas nos níveis de complexidade da Taxonomia SOLO

<p>Questão: Como acontece a transmissão da doença de Chagas?</p> <p>Pré-estrutural → Acontece pelo ar.</p> <p>Uni-estrutural → A doença é transmitida pelo inseto barbeiro.</p> <p>Multi-estrutural → Transmitida pelo barbeiro e ataca, na maioria das vezes, o tecido do coração.</p> <p>Relacional → A doença de Chagas é uma infecção causada por um protozoário parasita que é transmitida aos seres humanos quando o inseto barbeiro pica o indivíduo para sugar seu sangue.</p> <p>Abstrato estendido → O <i>Trypanosoma cruzi</i> é um parasita que vive no intestino de uma espécie de inseto conhecida como barbeiro. Este protozoário é passado ao ser humano quando o inseto, que é hematófago e possui hábitos noturnos, se alimenta sugando o sangue do indivíduo. No entanto, o parasita não passa pelo aparelho bucal do inseto no momento da picada, ele é eliminado nas fezes, que são deixadas próxima a ferida causada pela picada. Quando o indivíduo coça ou passa a mão na ferida, as fezes são levadas até ela, o protozoário cai na corrente sanguínea acontecendo a contaminação. Existem outras formas de contágio que são menos comuns, como transfusões de sangue, da mãe para o filho (na gravidez) e por via oral, no caso de ingestão em caldos-de-cana, açaí ou outros alimentos em que o barbeiro pode ser triturado e ingerido junto ao alimento.</p>
--

Fonte: elaborado pelo autor.

O quadro 3 mostra exemplos de respostas à questão “Como acontece a transmissão da doença de Chagas?”, relacionadas aos cinco níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO. O primeiro nível, pré-estrutural, apresenta uma resposta incorreta, que não atende à demanda da pergunta. A resposta uniestructural é um fato importante, trazendo a principal e mais conhecida forma de transmissão da doença.

Entretanto, utiliza apenas uma informação. A resposta multiestrutural é composta por duas informações importantes e corretas, mas elas não estão relacionadas entre si. A resposta relacional traz duas informações relevantes e relacionadas entre si, de que a doença é causada por um parasita que vive dentro de um inseto e que a contaminação ocorre quando o inseto pica o ser humano. Já a resposta abstrata estendida é a mais completa, pois traz, de uma forma geral, as principais formas de contágio relacionadas entre si, inclusive ressaltando pontos que são, muitas vezes, negligenciados pelos estudantes, como o fato de o parasita não sair pelo aparelho bucal do inseto e estar presente nas fezes dele.

Pode-se destacar como um dos pontos positivos da Taxonomia SOLO a possibilidade de sua utilização de diversas formas, inclusive como um instrumento metodológico de pesquisa. Seu sistema simples de categorias não depende do conteúdo disciplinar, ou temático avaliado e pode ser aplicado como instrumento para vários propósitos. Mol (2019) ressalta que a SOLO pode ser aplicada tanto na avaliação de sala de aula quanto nas avaliações externas. Se empregada na elaboração de itens, permite que os formuladores dos testes equilibrem questões superficiais e profundas. Além de poder ser usada para analisar o resultado das provas (interpretação pedagógica). É válido lembrar que a avaliação de sala de aula e a avaliação externa são complementares.

Por meio da exploração dos resultados, é possível identificar o nível de complexidade cognitiva de aprendizagem que um aluno ou um grupo de alunos apresenta em relação aos conteúdos avaliados. [...] Para além de índices de dificuldade empírica, é necessário conhecer a complexidade cognitiva da aprendizagem dos estudantes. A Taxonomia SOLO é uma ferramenta educacional que pode contribuir nesse sentido (MOL; MATOS, 2019, p. 740).

Ainda sobre as vantagens da SOLO, um dos seus principais atrativos é sugerir uma base para a progressão dos alunos por meio dos quatro níveis de complexidade cognitiva. O quadro 4 apresenta um esquema de como essa progressão acontece.

Quadro 4: Progressão dos níveis de complexidade da SOLO

De "conhecimento não estruturado" → uniestrutural
O professor deve incentivar o aluno a participar de forma ativa com suas regras e maneiras de conceituar a realidade. Aproveitar, por exemplo, a imaginação das crianças ao ensinar a ler, usar o interesse em ouvir histórias e extrair significado das imagens.
De uniestrutural → multiestrutural
O professor precisa se concentrar em consolidar e automatizar o processo uniestrutural, os conhecimentos e as habilidades, construindo uma reserva de conhecimentos e incentivando os alunos a fazerem mais com sua base de conhecimentos.
De multiestrutural → relacional
Inclui entendimento e integração do que é conhecido em um sistema coerente em que as partes são interrelacionadas. Essa interrelação acontece como resultado da capacidade de formar uma visão de princípio que pode ser derivada da informação fornecida.
De relacional → abstrato estendido
O processo exige muito trabalho dedicado ao domínio de conceitos abstratos e relacionamentos que permitem ao aluno criar princípios mais generalizados, transferindo entendimento para novas tarefas e situações.

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Hattie e Brown (2004, tradução nossa).

Portanto, há caminhos que indicam, de maneira consistente, como os professores podem proporcionar formas de os alunos aumentarem sua profundidade do aprendizado.

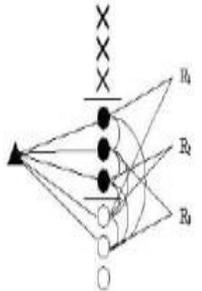
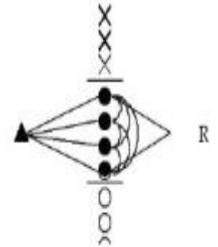
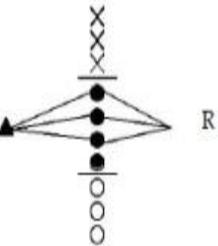
2.5 – A base psicológica dos quatro níveis da SOLO

Biggs e Collis (1982) basearam o modelo da taxonomia SOLO na ideia de que, em qualquer circunstância, os resultados qualitativos e quantitativos da aprendizagem são determinados por uma complexa interação entre procedimentos de ensino e características dos alunos. Os autores ainda ressaltam a importância do conhecimento prévio que o aluno tem relacionado ao episódio e às motivações e estratégias de sua aprendizagem.

Conforme Hattie e Brown (2004), as quatro maneiras principais pelas quais os níveis podem aumentar em complexidade são: capacidade; relacionamento; consistência e fechamento e estrutura. Assim, os níveis são ordenados por características, do concreto para o abstrato, em um número crescente de organização, dimensão e complexidade.

O quadro 5 mostra a base psicológica dos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO de forma detalhada.

Quadro 5: Base psicológica dos níveis SOLO

Níveis SOLO	Capacidade	Relacionamento de operações	Consistência e fechamento	Estrutura da resposta
Abstrato estendido	Capacidade máxima de encontrar dados relevantes + estabelecer interrelações + formular hipóteses.	Dedução e indução. Consegue fazer generalizações para situações não vividas.	Inconsistências resolvidas. Não necessita fornecer decisões fechadas. As conclusões são mantidas abertas ou permitem várias alternativas logicamente possíveis.	
Relacional	Capacidade alta de encontrar dados relevantes+ estabelecer interrelações.	Indução. Consegue generalizar, dentro de contextos dados ou experienciados, utilizando aspectos relacionados.	Não há inconsistências dentro de um sistema dado, mas, como o fechamento é único, podem ocorrer inconsistências quando ele vai para fora do sistema.	
Multiestrutural	Capacidade média de encontrar informações + dados relevantes isolados.	Consegue "generalizar" apenas em termos de poucos aspectos limitados e independentes.	Embora tenha necessidade de consistência, pode ser inconsistente porque o fechamento ocorre cedo demais, com base em fixações isoladas nos dados. Assim, pode chegar a conclusões diferentes com os mesmos dados.	

Uniestructural	Capacidade baixa de encontrar informações + um dado relevante	Consegue “generalizar” apenas em termos de um aspecto.	Não sente necessidade de consistência, então o fechamento ocorre rápido demais. Salta para conclusões sobre um aspecto e pode ser muito inconsistente.	
Pré- estrutural	Capacidade mínima de encontrar informações e a resposta é confusa.	Negação, tautologia, transdução. Ligado a especificidades.	Não sente necessidade de consistência. Faz o fechamento sem querer ver o problema.	

Fonte: Traduzido de Biggs e Collis (1982)

Antes de analisar o quadro 5, são necessárias algumas explicações sobre a representação gráfica da última coluna. Os dados irrelevantes são representados por “X” e não têm nenhuma relação com as questões. Os dados representados pelos círculos pretos são aqueles relevantes e fornecidos em determinado momento, por exemplo, na aula ou em material de apoio para responder a tarefa. Já os dados relevantes não fornecidos são representados pelos círculos brancos. São trazidos pelo estudante por meio de hipóteses e, geralmente, são obtidos por inferências. Por fim, o triângulo preto representa o aluno e a letra R a resposta (MOL; MATOS, 2019). Passamos agora a analisar mais detalhadamente as dimensões do quadro 5.

Capacidade → cada nível da taxonomia SOLO aumenta a demanda na quantidade de memória de trabalho ou tempo de atenção. Na aprendizagem superficial (uniestructural e multiestructural), o aluno codifica apenas as informações fornecidas e pode usar uma estratégia de recuperação (*recall*) para fornecer uma resposta. Na aprendizagem profunda (relacional e abstrato estendido), o discente pensa em várias coisas de uma só vez e na forma como esses objetos se interrelacionam (BIGGS; COLLIS, 1982).

Relacionamento → cada nível da taxonomia SOLO se refere a uma maneira pela qual a pergunta e a resposta estão interrelacionadas. Uma resposta uniestructural envolve apenas pensar em termos de um aspecto e, portanto, não há relação possível. O nível multiestructural envolve vários aspectos, mas sem um relacionamento entre eles. No nível relacional, o aluno precisa analisar e identificar uma relação apropriada entre as ideias.

No abstrato estendido, as respostas podem ser generalizadas para situações não experienciadas ou além do ambiente determinado (BIGGS; COLLIS, 1982).

Consistência e fechamento → referem-se a duas necessidades opostas sentidas pelo aluno. Por um lado, ele quer chegar a uma conclusão e, assim, responder ou fechar (encerrar) a pergunta. Mas, por outro lado, quer experimentar consistência para que não haja contradição entre a questão colocada, o material oferecido e a resposta encontrada. Muitas vezes, quando há uma maior necessidade de fechamento, menos informações são utilizadas, resultando em uma resposta que é menos consistente. No entanto, quando um alto nível de consistência é necessário, o estudante pode utilizar mais informações para construir uma resposta, mas pode não ser capaz de chegar a um fechamento se os fatores não permitirem. Por exemplo: no nível uniestructural, o aluno geralmente aproveita informações de recordação imediata, sem muita preocupação com a consistência e conclui com base apenas em um aspecto. Já no nível abstrato estendido, não existe inconsistência e as conclusões podem ser mantidas em aberto, pois existe a possibilidade de várias alternativas lógicas. Nesse sentido, não há necessidade de fechamento imediato e aceita-se várias respostas possíveis ao mesmo tempo, podendo integrar ideias que são potencialmente inconsistentes (BIGGS; COLLIS, 1982).

Estrutura → na estrutura da resposta, o aluno pode usar três tipos de dados: 1) irrelevantes; 2) relevantes que são fornecidos e 3) relevantes que não são fornecidos. No nível pré-estrutural, são utilizados dados irrelevantes, não relacionados à tarefa ou incorretos. A resposta uniestructural leva em consideração uma informação relevante para vincular pergunta e resposta. A resposta multiestructural utiliza diversas informações relevantes não conectadas. A resposta relacional identifica e utiliza uma estrutura conceitual subjacente (todas as informações são relevantes e conectadas entre si). Por fim, no nível abstrato estendido, o aluno precisa usar também dados relevantes que não são fornecidos. Isso requer uma estrutura generalizada, na qual o estudante demonstre uma extensão além do contexto original que foi fornecido inicialmente (BIGGS; COLLIS, 1982).

Dessa maneira, os níveis evoluem em complexidade, à medida que há maior demanda por memória ou concentração. Os níveis de complexidade são organizados representando a evolução do entendimento, progredindo de elementos concretos para elementos abstratos, através de um mecanismo crescente de disposição do número de dimensões associadas, de consistência entre essas relações e generalização dos princípios utilizados.

2.6 – Complexidade e dificuldade

De acordo com Hattie e Brown (2004), uma grande vantagem da Taxonomia SOLO é que ela separa os conceitos de "dificuldade" e "complexidade". Os autores ressaltam que, embora seja comum que as questões ascendam em nível de dificuldade, à proporção que aumentam o nível de complexidade, isso não é uma regra. Em relação à matemática, por exemplo, uma questão que aborda números maiores e até mesmo mais difíceis, como em escala decimal, exigindo um número maior de etapas para a resolução, não aumenta necessariamente a profundidade /complexidade cognitiva exigida do aluno, mesmo sendo considerada mais difícil. Eles defendem que, de acordo com a Taxonomia SOLO, é possível, por exemplo, construir um item no nível relacional que seja mais fácil do que um item do nível uniestructural. Em outras palavras, a depender das instruções da questão e de outros fatores, um item relacional pode ser mais fácil do que um item uniestructural. Isso mostra que existe uma independência entre os conceitos de dificuldade e complexidade (HATTIE; BROWN, 2004).

O relatório do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2017) coloca que a dificuldade é frequentemente confundida com demanda cognitiva. Contudo, enquanto a dificuldade do item é estimada a partir da proporção de participantes que resolvem corretamente o item, a demanda cognitiva se refere ao tipo de processo mental exigido para respondê-lo. Ainda de acordo com o relatório, um item pode apresentar grande dificuldade, porque o conhecimento que está testando não é bem conhecido, e a demanda cognitiva ser somente recordar. Da mesma forma, um item pode ser cognitivamente exigente, porque requer que o indivíduo relacione e avalie muitos itens do conhecimento, mas apresentar uma dificuldade baixa (OCDE, 2017).

Em seu trabalho sobre a análise da complexidade cognitiva de itens de matemática da Prova Brasil por meio da Taxonomia SOLO, Mol (2019) encontra alguns resultados que corroboram com essa discussão. Na análise por faixa de dificuldade, foi utilizado o Índice de Dificuldade do Item (DIFI), que indica o percentual de acertos na questão. De acordo com a autora, itens com o DIFI acima de 65% são considerados fáceis, DIFI entre 30% e 65% são considerados de dificuldade mediana e aqueles com DIFI abaixo de 30% são difíceis. Em suas análises, todos os 57 itens do 5º ano do ensino fundamental foram classificados, de acordo com a SOLO, como aprendizagem superficial (níveis uniestructural e multiestructural). Destes, 14 obtiveram a classificação difícil (taxa

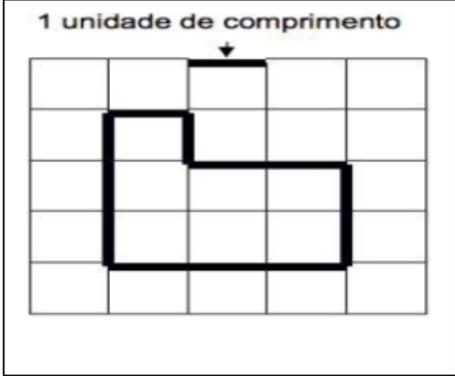
de acerto menor do que 30%), sendo 11 deles do nível uniestrutural. Isto é, o nível que possui a demanda cognitiva mais baixa possível. Desse modo, mesmo exigindo dos estudantes uma complexidade cognitiva baixa, os itens tiveram um baixo índice de acertos (MOL, 2019). Essa é uma evidência da diferença entre os conceitos de dificuldade e complexidade.

A figura 5 apresenta um item analisado por Mol (2019) com o índice de dificuldade alto, mas classificado como uniestrutural.

Figura 5: item 554 (5º ano)

Tomando-se o lado do quadrado como unidade de comprimento, o perímetro da figura abaixo mede:

(A) 9
(B) 10
(C) 11
(D) 12



Fonte: Mol (2019)

Com um número relativamente baixo de acertos, essa questão se enquadra como difícil, no entanto é um item classificado como uniestrutural. Para a sua resolução, o estudante precisa se atentar para a unidade de comprimento, que é fornecida no enunciado, e contar para chegar ao resultado correto (alternativa D) (MOL, 2019).

Dos 66 itens analisados no 9º ano do ensino fundamental, Mol (2019) identifica que 62 deles são de aprendizagem superficial e quatro de aprendizagem profunda (nível relacional). Destes, três foram considerados difíceis (taxa de acerto menor do que 30%) e um considerado médio (taxa de acerto entre 30% e 65%). Além disso, 22 foram classificados na faixa difícil, sendo cinco do nível uniestrutural e 14 do nível multiestrutural. Portanto, assim como os itens do 5º ano, existiu um número significativo de itens com dificuldade empírica alta, mas que exigem do estudante uma aprendizagem superficial (baixa complexidade cognitiva). Contudo, na amostra do 9º ano, foram encontrados alguns itens de aprendizagem profunda que também são empiricamente difíceis (MOL, 2019).

A figura 6 apresenta um item analisado por Mol (2019) classificado como difícil e complexo.

Figura 6: item 301 (9º ano)

Deseja-se construir um quadrado com área igual a área de um triângulo. Sabendo-se que a base do triângulo e a altura relativa à essa base medem, nessa ordem, 10 cm e 5 cm. O lado do quadrado, em centímetros, é:

(A) 5

(B) 10

(C) 25

(D) 50

Fonte: Mol (2019)

O item 301 pertence a um nível de proficiência avançado, sendo que apenas 24% dos alunos acertaram a resposta. A questão foi classificada como relacional (aprendizagem profunda). A análise feita pela autora destaca uma possível causa da dificuldade empírica relacionando-a com a quantidade de etapas exigidas do estudante para a resolução do item. Ao mesmo tempo, ele apresenta complexidade cognitiva alta, pois envolve relação entre informações, como a comparação das áreas de duas figuras bidimensionais e seus lados. Adicionalmente, as informações referentes à área do quadrado não são fornecidas. Para resolver, é necessário encontrar a área do triângulo, associá-la ao quadrado e, depois, calcular a medida do seu lado. O gabarito é a alternativa A. (MOL, 2019).

Os resultados encontrados por Mol (2019) validam as considerações de Hattie e Brown (2004) sobre uma questão ser considerada difícil sem ser profunda/complexa e vice-versa. Dessa forma, inferimos que entender o que esses itens demandam em termos de profundidade/complexidade da aprendizagem, além de apenas discriminar itens fáceis de difíceis por meio de indicadores empíricos, pode ampliar o conhecimento sobre a aprendizagem obtida pelo estudante.

2.7 – Revisão da literatura

Pesquisamos trabalhos que analisaram processos cognitivos e complexidade cognitiva de itens do Enem utilizando como descritores: Enem Taxonomia de Bloom, Enem Taxonomia Cognitiva, Enem Ciências e Enem Matriz de Referência. Buscamos nas seguintes fontes: Scielo, Portal Periódicos CAPES, Associação Brasileira de Avaliação Educacional (ABAVE), Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED), Periódicos de Psicologia (Pepsic), Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde, Bireme, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Utilizando os descritores expostos acima, o critério de seleção dos trabalhos foi que eles deveriam obrigatoriamente analisar o caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem, ou uma das três disciplinas presentes nesse caderno, por meio de alguma taxonomia cognitiva. Desta forma, encontramos 11 trabalhos, dos quais sete são artigos; três dissertações de mestrado e um guia de orientação para professores sobre a complexidade das questões de física no Enem.

O objetivo do trabalho de Cintra *et al.* (2016) foi promover uma classificação das demandas cognitivas e da dimensão do conhecimento solicitadas nos itens de Química do Enem e nas orientações da matriz de referência das edições de 2009 a 2013. Os autores realizaram um estudo do contexto em que cada item foi desenvolvido e do objeto de conhecimento necessário para auxiliar na sua resolução. A dimensão do conhecimento e a demanda cognitiva das 30 habilidades presentes na Matriz da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram classificadas de acordo com a Taxonomia Revisada de Bloom (ANDERSON *et al.*, 2001). Os objetos de conhecimento encontrados nos itens foram confrontados aos presentes na Matriz. Na análise, os autores identificaram que grande parte dos itens pertencem aos processos “lembrar” e “entender”, sendo, portanto, demandas cognitivas baixas. Nos exames dos três primeiros anos analisados, a porcentagem de itens de baixa demanda foi aumentando e nos dois últimos anos, foi diminuindo. Tal fato sugere uma possível aproximação do Exame ao construto idealizado pela Matriz. Por fim, os autores ressaltam que é importante a presença de itens de alta e baixa demanda cognitiva, havendo um balanço entre eles, pois, em exames como o Enem isso possibilita a distinção de estudantes de alta e baixa proficiência, ressaltando que do ponto de vista pedagógico, é importante distinguir candidatos com baixa, média e alta proficiência.

Silva e Martins (2014) analisaram as questões de física do Enem das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias dos anos de 2009 a 2013. No que se refere aos níveis de abstração atribuídos em cada item, as dimensões do conhecimento e do processo cognitivo foram classificadas de acordo com a Taxonomia Revisada de Bloom. Os autores defendem que entender os níveis taxonômicos requeridos no Exame possibilita melhorias de estratégias para o ensino de Física no Ensino Médio. No período analisado, foram identificadas 105 questões que abordavam os objetos de conhecimento de física. A pesquisa mostra que o exame enfatizou domínios de complexidade maiores que a simples memorização. No entanto, não atingiu a metacognição, nem mesmo o processo cognitivo “criar”. Os autores destacam que esses resultados refletem a Matriz de Referência do Enem, que é desenvolvida de acordo com habilidades e competências e não em níveis taxonômicos. Dessa forma, sugerem a Taxonomia Revisada de Bloom para construção dos objetivos de aprendizagem, alinhando-os às atividades de avaliação. Por fim, salientam a importância do planejamento de uma disciplina ou curso e recomendam um modelo proposto por Ferraz e Belhot (2010) que pode ser seguido por professores. Enfatizam que a Taxonomia Revisada de Bloom classifica os objetivos de aprendizagem de maneira hierárquica (do mais simples para o mais complexo), podendo auxiliar na estruturação, organização e planejamento de disciplinas, cursos ou módulos instrucionais.

Carlos (2016) analisa o desempenho dos estudantes concluintes do Ensino Médio que participaram das edições de 2009 a 2014 do Enem. Para esse fim, o autor utilizou os microdados do Enem, disponíveis no *site* do Inep. O trabalho discorre ainda sobre as avaliações em larga escala, a Teoria Clássica dos Testes e a Teoria de Resposta ao Item, duas importantes teorias psicométricas utilizadas em avaliações. A Taxonomia de Bloom e a Taxonomia Revisada de Bloom também são descritas e apontadas como possibilidades de apoiarem a especificação de objetivos em currículos e a organização de programas para avaliações. Os dados gerados pelas avaliações foram utilizados para criar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que foi usada pelo autor para aplicar uma sequência didática trazendo conteúdos de física que seriam abordados no segundo bimestre de uma escola. Segundo a pesquisa, os estudantes concluintes do Ensino Médio demonstraram um baixo desempenho em física. Alguns itens tiveram mais de uma habilidade avaliada. A maioria deles foi baseada em níveis mais elevados, elucidando a dificuldade de grande parte dos estudantes quanto ao conteúdo abordado nesses itens e produzindo poucas informações, visto que as curvas de informação dos testes se mostraram mais adequadas para avaliar estudantes que possuem proficiências

mais altas. Quanto a sequência didática aplicada na escola, o autor conclui que apesar das dificuldades encontradas, houve um avanço significativo nos ganhos com conteúdo assimilado e melhoria na relação entre o professor e o aluno, reforçando o papel importante das avaliações para o levantamento de informações sobre a educação e nas práticas educacionais com os estudantes em sala de aula.

Rios (2017) destaca em seu trabalho a influência que exames de seleção possuem em instituições de ensino. Segundo o autor, essas provas possuem caráter conteudista e, por isso, engessam os currículos escolares, que focam no objetivo maior de preparar os estudantes para a realização de provas objetivas. O autor utiliza diversas referências, dentre elas: John Dewey, LDB, PCNs, documentos orientadores do ENEM e a Taxonomia Revisada de Bloom. A viabilidade de se trabalhar com competências e habilidades no ensino de ciências foi analisada e o autor criou uma matriz de referência nova, que se apoia nos aspectos da investigação científica, desvinculada de objetos de conhecimento, a qual deu o nome de "MEI" - Matriz de Objetivos Educacionais do Ensino por Investigação. A principal contribuição da Taxonomia de Bloom no trabalho foi no sentido de possibilitar a orientação ao desenvolvimento de questões que conduzam os alunos a desenvolverem níveis mais elevados de raciocínio. Após a criação, o autor analisa as possibilidades de uso dessa "nova matriz" em diferentes processos educacionais como elaboração de questões, planejamento de atividades, acompanhamento de projetos de pesquisa e reflexão sobre práticas pedagógicas. Segundo o autor, os documentos oficiais analisados no trabalho mostram que a formação integral do futuro cidadão; a preparação dos jovens para o mercado de trabalho e universidade e o desenvolvimento de competências e habilidades falam sobre o mesmo aspecto e não são divergentes, apesar de se apresentarem como diferentes horizontes sobre o ensino médio. No entanto, as escolas parecem alheias a todas essas influências. O pesquisador coloca que diversos autores defendem que a má formação dos professores é um agravante dessa situação. Para finalizar, Rios defende que a partir da MEI, os processos pedagógicos de uma disciplina podem ser articulados no início das atividades, passando pelo seu desenvolvimento e acompanhamento do trabalho até a avaliação das aprendizagens.

Rodrigues (2018) focou sua pesquisa no mapeamento de conhecimentos exigidos dos alunos egressos do ensino médio brasileiro no ensino superior, antes e depois da Lei 9394/1996. Para isso, analisou vestibulares da Unicamp e UFMG, a prova de 2017 do Enem e questões de dois simulados aplicados no IFES-Campus Ibatiba. A pesquisa foi dividida em três partes e de acordo com os exames analisados, primeiro dos vestibulares;

seguida pelo Enem 2017 e na sequência, a aplicação e análise de dois simulados, um deles com questões inéditas elaboradas pelo autor e aplicadas no IFES. Por analisar testes com perguntas majoritariamente fechadas, o autor classifica sua pesquisa como quantitativa dedutiva com aspectos qualitativos, explicita que a natureza do estudo foi baseada na comparação com verbos da Taxonomia de Bloom e depende da análise do pesquisador, existindo, portanto, certa subjetividade. Primeiramente, para o estudo das questões, Rodrigues fez uma análise minuciosa do domínio cognitivo e da dimensão do processo cognitivo de cada questão de acordo com a Taxonomia de Bloom. A segunda etapa foi analisar a questão, no que se refere à dificuldade em resolvê-la, classificando-a cognitivamente de acordo com a hierarquia dos domínios apresentada por Bloom. A terceira etapa foi a comparação entre os grupos formados nas duas primeiras etapas, sendo a classificação final mantida quando coincidissem nas duas análises. No caso de divergência na classificação, a habilidade cognitiva foi definida pela segunda etapa. O autor conclui que, de forma geral, o domínio cognitivo "analisar" é priorizado nos exames estudados por ele. Faz a observação de que como os domínios de Bloom são hierarquizados, "lembrar", "compreender" e "aplicar" são alcançados por quem tem domínio de "analisar". Defende que a Taxonomia de Bloom deve ser apresentada aos professores para que possam atender diferentes necessidades dos alunos e que trabalhar competências e habilidades é importante no dia a dia na escola e em avaliações externas.

Machado *et al.* (2017) destacam que é expressiva a ocorrência de itens envolvendo conhecimentos de química orgânica no Enem de 2009 a 2014. Tal conteúdo tende a ser abordado somente no final do ciclo no ensino público, de onde vem a maioria dos respondentes, por esse motivo, consideram importante analisar se a ocorrência desses itens nessas proporções poderia tornar o Exame mais favorável a estudantes de certas dependências administrativas. Para isso, analisaram as provas do período acima e selecionaram itens em que os conhecimentos de química orgânica eram necessários para a resolução da situação-problema proposta, classificando-os em categorias. Os microdados dos Exames disponibilizados pelo Inep serviram como complemento para a construção das informações desejadas pelos autores. Foram encontradas nove, das 30 habilidades da área de Ciências da Natureza em itens envolvendo conhecimentos de química orgânica e dessas, 90% foram relacionadas a apenas duas das oito competências da área. Utilizando a Taxonomia Revisada de Bloom, os autores enfatizam que quase 50% dos itens analisados pertencem a processos com demandas cognitivas de baixa ordem. Nos cálculos da pesquisa, os estudantes deveriam possuir cerca de 180 pontos

acima da média geral, considerando que a média das proficiências necessárias para que 65% dos respondentes assinalassem corretamente as respostas dos itens de química orgânica foi de 680 e que a proficiência média dos respondentes do Enem, estabelecida com base na TRI desde 2009 é 500, com desvio-padrão de 100. Por fim, os pesquisadores reforçam que, de maneira geral, o currículo das escolas públicas traz o conteúdo de química orgânica ao final do ensino médio e que, por ser extenso, essa subárea da química sofre com o não cumprimento completo do programa previsto nas escolas. Dessa forma, chamam atenção para a possibilidade de não haver alinhamento entre os conhecimentos que vêm sendo construídos nas escolas com os que vêm sendo avaliados no Enem.

Mancini *et al.* (2017) investigaram itens de biologia do Enem das edições de 2009 a 2014, visando identificar a demanda cognitiva e a dimensão do conhecimento, utilizando a Taxonomia Revisada de Bloom. Basearam-se, ainda, em Tsaparlis e Zoller (2013) para categorizar habilidades cognitivas de baixa ordem e de alta ordem. Os autores reuniram e analisaram as questões de forma a identificar os itens que traziam conhecimentos de biologia. Utilizando a Taxonomia Revidada de Bloom, identificaram 96 itens presentes nos Exames no período descrito acima, sendo 29 na demanda cognitiva “lembrar”, 52 em “compreender” e 12 em “aplicar”. Os autores destacam que embora “lembrar” seja uma demanda cognitiva essencial, não é recomendado excesso de itens dessa categoria em uma avaliação. Com mais de 50% dos itens analisados, “compreender” significa que os estudantes entendem quando constroem um novo aprendizado relacionando com o que já armazenou há algum tempo. Para realizar procedimentos ou analisar problemas a demanda cognitiva é “aplicar”. “Analisar” e “avaliar” são demandas cognitivas bem menos recorrentes durante o período analisado. No que se refere a dimensão do conhecimento, há uma expressiva predominância dos conhecimentos “factual” e “conceitual”. Os autores destacam que houve variação de declínio significativa na ocorrência do conhecimento “factual” no período analisado e, a partir dessa variação, houve gradativo aumento na incidência do conhecimento “conceitual”. O conhecimento “procedimental” é pouco explorado e o “metacognitivo” não é encontrado na amostra. Por fim, os autores concluem que a maior parte dos itens pertencem a domínios de baixa ordem cognitiva, indicando que a memorização e aplicação de procedimentos padronizados que, de maneira geral não estimulam a reflexão e aplicação de conceitos na resolução de problemas, são privilegiados no Exame. No período analisado, das seis demandas cognitivas, apenas o ano de 2009 apresentou itens

distribuídos em cinco delas. Nos outros anos, somente lembrar, compreender e analisar foram encontrados na amostra.

A ideia principal do estudo de Mancini *et al.* (2019) é gerar informações que possibilitem utilizar o Enem como um meio de integrar o professor às políticas públicas de avaliação educacional, aprimorando a aprendizagem e ultrapassando o caráter intensamente classificatório do Exame. O estudo é um desdobramento de uma pesquisa sobre o Enem, especificamente, do caderno de Ciências da Natureza dos anos de 2009 a 2014, com ênfase em itens que envolvem conceitos de biologia. Os autores indicam a importância de os professores conhecerem a estrutura dos itens da prova, uma vez que a literatura aponta que grande parte dos docentes se declaram carentes de conhecimentos sobre avaliações de sistemas, refletindo esse desconhecimento na prática em sala de aula. Para caracterizar os itens de biologia de acordo com as dimensões do conhecimento e da demanda cognitiva, os autores se basearam na Taxonomia Revisada de Bloom. Foram identificados também os objetos de conhecimento geral da biologia em que cada item estava inserido. Após essa análise, socializaram essa caracterização em uma oficina com professores do ensino médio de uma escola da rede privada de ensino da cidade de São Paulo. Formou-se um painel de especialistas composto pelos autores do trabalho que selecionaram e resolveram os itens. Na oficina, compartilhou-se as propostas elaboradas, e o grupo chegou a um consenso sobre a descrição do item. Nos resultados parciais, apontaram que sobre a dimensão do conhecimento, os conhecimentos “factual” e “conceitual” são formas de conhecimento muito próximas entre si e que predominam na amostra. A dimensão “procedimental” é pouco explorada e a “metacognitiva” não aparece. No que se refere à dimensão cognitiva, destacam que 82 dos 96 itens analisados (85,41%) estão entre as categorias “lembrar” e “compreender”, enfatizando que Zoller (1997) pontua que avaliações com demandas de ordens cognitivas baixas acentuam situações, contextos e problemas já conhecidos pelo estudante. No que se refere aos objetos de conhecimento, foi identificado que alguns assuntos não apareceram em nenhum dos itens analisados. Por fim, os autores reforçam a importância da criação de oficinas que aproximem os professores de educação básica das metodologias das avaliações de sistema e do Enem.

Marcelino e Recena (2012) fazem uma análise da trajetória do Enem, fixando-se no que foi firmado pela Portaria do MEC nº 109 de 27 de maio de 2009, art. 2º, na qual o Ministério da Educação amplia os objetivos do Exame incluindo, dentre outros, a

indução a reestruturação dos currículos do ensino médio, no que se refere aos conteúdos, às práticas pedagógicas e às ideologias causadas pelo novo Enem. Os objetivos foram identificar possibilidades para práticas pedagógicas influenciadas pela prova e considerar possíveis mudanças nos currículos escolares de química. Para isso, analisaram as habilidades e competências da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e como ferramenta metodológica utilizaram a Taxonomia Revisada de Bloom, com o intuito de identificar que tipo de conhecimento o Enem valoriza e estima que o estudante alcance e ainda de que maneira esse processo deve ocorrer. De acordo com os autores, vislumbra-se que grande parte das competências está relacionada à categoria de conhecimento procedimental, sendo apenas três objetivos vinculados ao conhecimento conceitual e nenhum deles ao factual. No que tange aos processos cognitivos, esperava-se encontrar uma ênfase no “aplicar”, devido ao seu cunho procedimental, mas a maioria dos itens foram alocados em “lembrar” e “compreender”. De acordo com a análise dos autores, parece que o Enem objetiva que as escolas promovam o ensino mais voltado para o entendimento de problemas concretos, sem dar muita autonomia para o estudante, visto que dá pouca atenção ao nível “criar”, o mais alto da Taxonomia. Portanto, consideram que o Enem não privilegia a capacidade de criação, avaliação de conhecimentos e estruturas maiores, nem o conhecimento metacognitivo. Apesar de pesquisas mostrarem o Enem como potencial desenvolvedor de mudanças nos currículos do ensino médio, a análise de sua matriz referencial feita pelos autores mostra um descompasso com os principais documentos balizadores do sistema educacional do país.

Sousa (2013) propôs uma interpretação pedagógica da escala de proficiência da disciplina de física, que faz parte do caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem, utilizando o método *Bookmark*. O autor descreve que esse método, proposto por Perie e Zieky (2016), consiste em alocar os itens em um nível e, a partir disso, realizar a descrição de todos os níveis da escala. Foram analisados itens dos anos de 2009, 2010 e 2011. Fez-se um recorte da amostra seguindo os seguintes critérios: os estudantes terem respondido o caderno azul do Exame, serem concluintes regulares dos anos analisados e alcançarem proficiência na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os dois procedimentos principais para interpretar a escala foram: identificação de itens âncoras e apresentação desses itens para um painel de especialistas. Com auxílio de um *software* (SPSS), foram calculados os valores de PRC e construído um catálogo dos itens para aplicar o Método do *Bookmark*. O autor destaca que a alocação dos itens obedece a

adaptação realizada por Anderson *et al.* (2001) na Taxonomia Revisada de Bloom, visto que nos níveis mais baixos foram encontradas tarefas mais simples e nos mais altos as tarefas cognitivas mais complexas. O autor defende que o procedimento utilizado na pesquisa demonstra grande contribuição na execução de escalas de proficiência, possibilitando a oferta de informação pedagógica sobre o aprendizado do estudante, seu estudo e melhoria do ensino. Reforça ainda que a gradação das tarefas cognitivas nos níveis está de acordo ao que propõe a Taxonomia Revisada de Bloom e que a combinação de métodos utilizada na pesquisa é eficaz para interpretação de escalas de proficiências.

Silva e Martins (2013) apresentam um guia de orientação para professores de física sobre a complexidade das questões desse conteúdo no Enem e sua utilização nos livros didáticos recomendados pelo Plano Nacional de Livro Didático (PNLD). Os autores investigaram questões de física nas edições de 1998 a 2011 e a incorporação delas nas coleções recomendadas do PNLD de 2012. O edital de 2011 do Enem serviu de referência para que essas questões fossem classificadas por objeto de conhecimento. Além dessa classificação, os autores analisaram os itens de acordo com a Taxonomia Revisada de Bloom. Como resultado, destacam que apesar de o Enem representar um concorrido processo seletivo e um importante lugar na democratização do ensino, nota-se que várias coleções incluem poucas questões das treze edições do Exame aplicadas até aquele momento. Enfatizam que apesar das matrizes diferentes do “velho” e “novo Enem” (o recorte utilizou itens dos dois modelos), a análise da Taxonomia Revisada de Bloom é semelhante nos dois casos. No estudo, os autores relatam que, no contexto geral, a dimensão do conhecimento “conceitual” é a mais demandada e a dimensão do conhecimento “metacognitivo” não foi encontrada. Por fim, ressaltam a importância de os professores observarem as competências e habilidades presentes na Matriz de Referência do Novo Enem e buscarem criar um planejamento baseado na Taxonomia Revisada de Bloom, visto que essa taxonomia facilita a tarefa de definir com clareza os objetivos de aprendizagem e os alinha com as atividades de planejamento e avaliação.

Em síntese, os trabalhos trazem, em sua maioria, estudos com a Taxonomia Revisada de Bloom, apesar de um deles utilizar a Taxonomia original, sem a revisão feita por Anderson *et al.* (2001). Essas pesquisas, de maneira geral, verificam a complexidade cognitiva dos itens no que se refere a disciplina de física. Alguns destacam outros pontos analisado como o fato de a matriz de referência do Exame ser desenvolvida de acordo com habilidades e competências e não por níveis taxonômicos. A maioria dos trabalhos dessa disciplina identificou uma baixa complexidade cognitiva dos itens do Enem. Houve

um estudo que apontou que, nos testes analisados, o domínio cognitivo "analisar" é priorizado. Em uma outra pesquisa, que utilizou como ferramenta principal o método de *Bookmark*, o autor destaca que a alocação dos itens obedece a adaptação feita por Anderson *et al.* (2001) na Taxonomia Revisada de Bloom, já que nos níveis mais baixos foram encontradas tarefas mais simples e nos mais altos, as tarefas cognitivas mais complexas.

De maneira geral, os trabalhos de química analisados utilizaram a Taxonomia Revisada de Bloom para classificar as questões do Enem de acordo com a demanda cognitiva. Evidenciou-se que a maioria apresenta demanda cognitiva baixa; que determinados conteúdos podem influenciar nos resultados dos estudantes, de acordo com a esfera administrativa a qual pertencem, e que o Enem não privilegia a capacidade de criação, nem o conhecimento metacognitivo, apontando um descompasso da matriz de referência do Exame com os principais documentos balizadores do sistema educacional.

Quanto aos dois trabalhos de biologia, um é sequência do outro e utilizam a Taxonomia Revisada de Bloom para identificar a demanda cognitiva e a dimensão do conhecimento. No que tange a dimensão do conhecimento, o “factual” e o “conceitual” predominam na amostra. Já na dimensão cognitiva, a maioria dos itens está entre as categorias “lembrar” e “compreender”, demonstrando que grande parte pertence a domínios de baixa complexidade cognitiva. A Taxonomia Revisada de Bloom foi uma das ferramentas utilizadas para a criação de uma matriz de habilidades e competências, no intuito de repensar o ensino de ciências por investigação. Os autores destacam que os exames de seleção possuem caráter conteudista e que isso aproxima os currículos escolares desses objetivos.

Na comparação com o nosso trabalho, podemos destacar que utilizamos a Taxonomia SOLO, que ainda é pouco conhecida no Brasil, para classificar os itens de biologia do Enem quanto a sua complexidade cognitiva, sendo a análise de concordância entre juízes parte do nosso estudo. Mol (2019) sugere que a literatura é desfavorável aos estudos com a Taxonomia SOLO no Brasil, já que boa parte da bibliografia é encontrada principalmente em inglês.

3 – MÉTODO

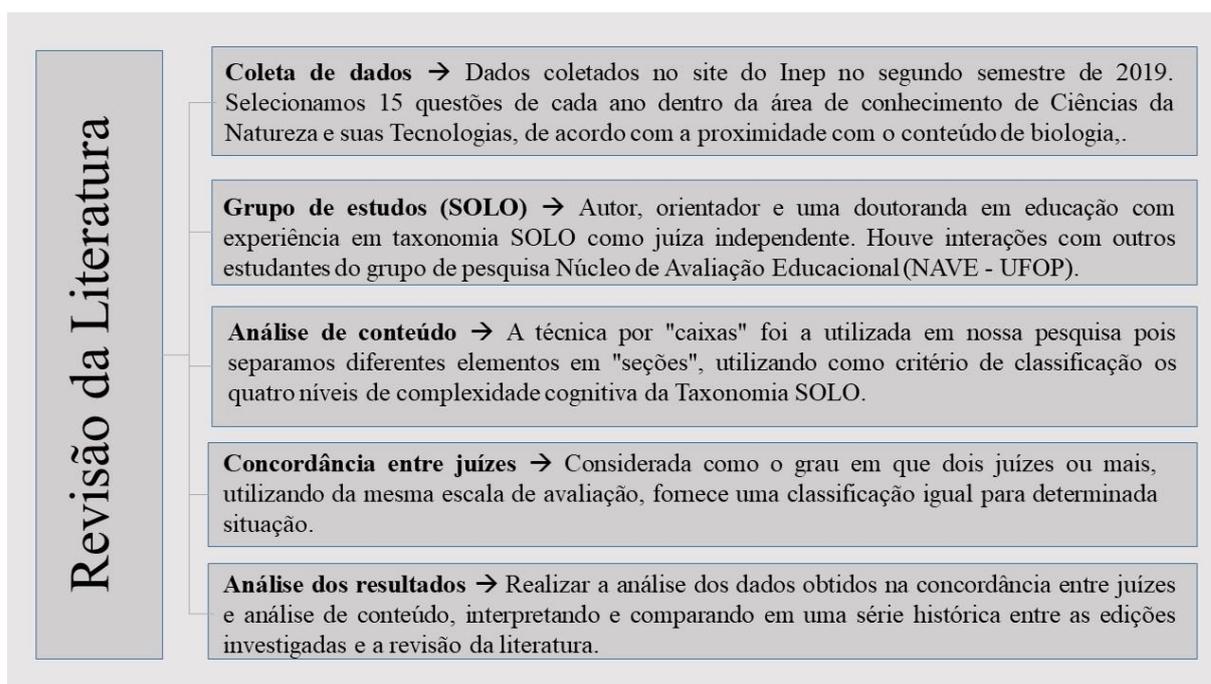
Neste capítulo, apresentamos os métodos utilizados para alcançar nosso objetivo, que é analisar os itens de Ciências da Natureza/Biologia presentes no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), nos anos de 2012 a 2018, por meio da Taxonomia SOLO. Desde 2009, o Enem conta com um total de 180 questões, divididas entre as quatro áreas de conhecimento: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas. Ao conteúdo objetivo acrescenta-se a Redação, totalizando cinco partes. Dessa forma, a área de Ciências da Natureza, que é composta pelas disciplinas de Biologia, Física e Química, tem 45 questões.

Aqui um importante aspecto metodológico precisa ser destacado: os itens de um teste padronizado avaliam o que está definido na matriz de referência. Isso está relacionado com a validade do teste, com o que ele se propõe medir. Nesse sentido, quando afirmamos que nosso objetivo foi avaliar questões de biologia no Enem, significa que selecionamos os itens com a maior proximidade com esse conteúdo. Cabe destacar, no entanto, que esse é apenas um recorte de pesquisa e que, na matriz de referência de Ciências da Natureza do Enem não tem apenas a disciplina que é foco deste estudo. Entendemos que os itens podem ser tratados de forma interdisciplinar. A matriz é analisada levando em consideração as três disciplinas (biologia, física e química) que dela fazem parte, já que foi criada para Ciências da Natureza como um todo. Entretanto, existem habilidades e itens do teste que se identificam de maneira mais clara com o conteúdo de biologia, outras de forma interdisciplinar, sobretudo com a disciplina de química, além da interdisciplinaridade com física e até mesmo entre as três disciplinas.

No nosso recorte temporal, escolhemos 15 questões de cada ano (2012 a 2018). Dessa maneira, analisamos 105 itens de Ciências da Natureza/Biologia, todos retirados da prova de cor amarela, disponíveis no *site* do Inep. Enfatizamos que o conteúdo das questões não se altera de acordo com a cor do caderno de prova, apenas a ordem e a numeração diferem umas das outras. Selecionamos um número de questões que fosse possível de serem analisadas no período temporal de um Mestrado.

A figura 7 indica as etapas da pesquisa de uma forma detalhada.

Figura 7 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autor

Os dados para a pesquisa foram coletados no segundo semestre de 2019 no *site* do Inep. A escolha da cor do caderno de provas foi feita de forma aleatória e mantida como padrão para nossa análise. Os cadernos de cada um dos anos de aplicação foram baixados no formato PDF e as 15 questões de cada ano foram selecionadas pelo autor, dentro da área de conhecimento de Ciências da Natureza de acordo com a proximidade do conteúdo com a disciplina de biologia.

Foi organizado um grupo de estudos para intensificar a pesquisa sobre a Taxonomia SOLO, composto pelo autor do presente trabalho, seu orientador e por uma doutoranda em Educação, que colaborou com a pesquisa analisando os itens na condição de juíza independente. Essa doutoranda também usou a taxonomia SOLO para analisar itens de Matemática da Prova Brasil, portanto ela possui grande conhecimento no tema da pesquisa. Adicionalmente, também ocorreram interações com outros estudantes do grupo de pesquisa, a qual pertence e é coordenado pelo orientador deste estudo: Núcleo de Avaliação Educacional (NAVE - UFOP). Existem diversos alunos, de graduação e pós-graduação, trabalhando com taxonomias cognitivas. Foram selecionadas 10 questões de biologia do ano de 2011 para que o grupo pudesse se aperfeiçoar na análise de itens. Destacamos que essas questões separadas para “treinamento” não fazem parte das 105 selecionadas como objeto dessa pesquisa. Elas funcionaram como um pré-teste.

Na sequência, apresentamos as etapas restantes: o método de análise dos itens (análise de conteúdo), a concordância entre juízes e a análise dos resultados.

Bardin (2016) traça um percurso histórico da análise de conteúdo, citando alguns exemplos anteriores ao desenvolvimento formal do método. A autora cita, por exemplo, uma pesquisa feita na Suécia, por volta de 1640, em 90 hinos religiosos, no que dizia respeito aos seus temas, valores, suas modalidades de aparição e a complexidade estilística. A intenção do trabalho, segundo a autora, era saber se eles poderiam ter efeito nefastos nos luteranos. Na sequência, o francês B. Bourdon (1888-1892) investigou "a expressão das emoções e das tendências na linguagem", analisando uma parte da Bíblia, preparando de forma elementar o texto e classificando de forma temática as palavras-chave. De 1908 a 1918, um estudo sociológico profundo foi feito sobre a inserção dos emigrantes polacos na Europa e nos Estados Unidos, por meio de uma técnica elementar de análise de conteúdo, a avaliação de um material com elementos variados (cartas, diários íntimos, relatórios oficiais e artigos de jornal).

A análise de conteúdo desenvolveu-se formalmente no início do século XX, nos Estados Unidos, no campo jornalístico, multiplicando estudos quantitativos dos jornais; medindo o grau de sensacionalismo dos artigos e comparando periódicos rurais e citadinos. Nas décadas seguintes, a análise de conteúdo teve uma progressão quantitativa, com gradativo aumento de estudos por ano entre 1950 e 1960. A partir de 1960, a investigação e a prática de análise de conteúdo foram afetadas, tendo em vista o alargamento das aplicações da técnica em diversos contextos e as novas situações colocadas no campo metodológico (BARDIN, 2016). Bardin destaca três fenômenos que considera primordiais e que afetaram a investigação e a prática da análise de conteúdo: o recurso do computador, o interesse pelos estudos ligados à comunicação não verbal e a inviabilidade de precisão dos trabalhos linguísticos. Atualmente, a autora defende que esse método tem múltiplas aplicações, principalmente no campo da análise de comunicações, análise de conversação, documentação, bases de dados, dentre outras.

Bardin (2016, p. 48) defende que o terreno, o funcionamento e o objetivo da análise de conteúdo podem ser resumidos da seguinte maneira:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

São diversas as técnicas de análise de conteúdo, entre elas: análise categorial, análise de avaliação, análise de enunciação, análise proposicional do discurso, análise da expressão e análise das relações. O que vai orientar o uso da técnica correta é a natureza da comunicação e o objetivo da pesquisa. As técnicas gerais indicam um caminho a ser seguido, mas a técnica de análise deve ser adequada ao objeto a que se propõe (BARDIN, 2016). Nesse sentido, Laville e Dionne (1999) também enfatizam que a análise de conteúdo não pode ser considerada um método definido, que possa ser usado seguindo uma receita. A análise de conteúdo consiste em um conjunto de possíveis estratégias prováveis, mas nem sempre guiadas para o descobrimento, ou até mesmo "reconstrução" de um conteúdo.

Bardin (2016) organiza as fases da análise de conteúdo em torno de três pontos, seguindo uma cronologia. São eles: 1) pré-análise; 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na pré-análise os instrumentos são organizados. Essa etapa visa possibilitar um desenho mais preciso das operações no decurso da análise e possui três atribuições: seleção dos documentos a serem submetidos à investigação; a formulação das hipóteses e dos objetivos e a construção de indicadores que vão dar fundamento à interpretação final. A exploração do material é o momento no qual, efetivamente, aplicam-se as decisões tomadas na fase de pré-análise. Reúne-se os diferentes materiais e articula-os em função das regras previamente formuladas. Em nosso trabalho, a análise categorial foi a técnica utilizada. Na terceira fase, os resultados são tratados de forma a trazer um sentido para a investigação. Dessa forma, quando o analista tem em seu poder conclusões relevantes e fidedignas, pode, então, propor inferências e examiná-las de acordo com os objetivos já previstos, ou até mesmo explorar descobertas que não eram esperadas.

Bardin (2016) destaca que existe certo consenso sobre o fundamento da especificidade da análise de conteúdo, que consiste na articulação entre características do texto, como a superfície descrita e analisada, com os fatores que as estabelecem, deduzidos logicamente. A autora também define a inferência como uma espécie de procedimento intermediário entre a descrição e interpretação, permitindo a passagem de uma à outra de forma coordenada.

A priori, para categorização dos elementos, encontra-se os pontos comuns entre eles. A partir disso, agrupa-se os que têm características semelhantes. O primeiro objetivo da categorização é a condensação, que é o fornecimento dos dados brutos de forma simplificada. Existem dois processos inversos dos quais a categorização pode fazer uso.

O primeiro é denominado procedimento por "caixas", que consiste na divisão dos elementos identificados em um sistema de categorias previamente definido. No procedimento por "acervo", os elementos são primeiro classificados de forma analógica e progressiva, não sendo o sistema de categorias fornecido previamente, apenas ao final da operação (BARDIN, 2016).

A técnica por "caixas" foi a utilizada em nossa pesquisa. Ela é eficiente para classificar diferentes elementos em "seções", de acordo com critérios possíveis de segregá-los de forma ordenada, seguindo um sistema de classificação já definido (BARDIN, 2016). Nessa condição, utilizamos como critério de classificação os quatro níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO, a saber: 1) uniestructural, 2) multiestructural, 3) relacional e 4) abstrato estendido. Cabe ressaltar que, como analisamos questões e todas elas possuem uma alternativa indicada como correta, o nível pré-estructural não foi uma categoria considerada em nosso trabalho. Mol (2019) indica que esse nível é mais utilizado quando se analisam as respostas das perguntas, visto que essas podem ser consideradas incorretas ou inadequadas.

Utilizamos a análise de conteúdo para examinar os itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem quanto ao seu nível de complexidade cognitiva por entender que essa metodologia é ideal para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa. Nesse sentido, Mol (2019) destaca que o trabalho com a Taxonomia SOLO, em sua essência, requer a classificação de dados, sendo, portanto, a análise de conteúdo considerada ideal para que alcancemos o objetivo proposto. A autora ainda destaca que diversos trabalhos nacionais e internacionais ligados à categorização, por meio da Taxonomia SOLO, utilizam a análise de conteúdo (FILIPE, 2011; MOITA, 2013; SIVA; KATAOKA; CARZOLA, 2011, AMANTES; BORGES, 2011).

Por fim, indiferente das modalidades (aberta, fechada ou mista) que regem sua preparação, existem qualidades imprescindíveis para que a amostra seja significativa na análise de conteúdo. Destacam-se: 1) pertinência aos conteúdos analisados; 2) exaustividade, no sentido de abranger o máximo possível de conteúdos com a prudência de não atribuir significado errado; 3) dosagem no número de categorias, evitando uma grande quantidade; 4) precisão, indicando de forma clara onde alocar as unidades de conteúdo e 5) exclusividade mútua, não devendo pertencer a mais de uma única categoria (LAVILLE; DIONNE, 1999).

Ressaltamos que, para a definição da categoria atribuída na Taxonomia SOLO, o item foi levado em consideração de maneira completa, com seu enunciado, todas as

alternativas e a resposta considerada correta (gabarito). Portanto, não se trata de uma análise apenas da pergunta em si, mas de um conjunto de informações para tomar decisões sobre as categorias.

3.1 – Confiabilidade e concordância entre juízes

A estratégia de verificação da confiabilidade e concordância entre juízes tem grande importância em nosso trabalho, pois ela analisa de forma mais confiável os resultados da categorização dos itens. Além disso, Biggs e Collis (1982) destacam a importância da concordância entre juízes para o uso da Taxonomia SOLO, ressaltando que esta estratégia acarreta uma maior credibilidade na classificação dos itens.

Cabe destacar que confiabilidade e concordância entre juízes possuem conceitos distintos na literatura. Granham *et al.* (2012 *apud* MATOS, 2014) definem a confiabilidade entre juízes como a medida da consistência entre diferentes avaliadores na ordenação, ou disposição relativa referente a avaliações de desempenho. A concordância entre juízes é considerada como o grau em que dois ou mais juízes, utilizando uma mesma escala de avaliação, fornecem uma classificação igual para determinada situação. Assim, o valor absoluto e a ordem relativa estão em consonância quando comparados para esses juízes (MATOS, 2014). Ou seja, enquanto a confiabilidade mede uma semelhança relativa entre avaliações feitas por juízes, a concordância mede a frequência, na qual os juízes forneceram a mesma classificação (MOL, 2019).

Com relação ao uso na educação, a concordância entre juízes é considerada muito importante, principalmente quando as decisões a serem tomadas estão relacionadas à retenção ou promoção; quando o intuito da avaliação é fornecer um *feedback*; ou quando a avaliação apresenta um alto impacto na vida do sujeito (ex.: processos seletivos). Já a confiabilidade entre juízes tem maior uso em pesquisas, ou em momentos em que a intenção é exclusiva na consistência das decisões de quem avalia, relacionado aos níveis de desempenho. Nesse sentido, a concordância entre juízes pode ser considerada a medida de maior relevância para as avaliações educacionais (GRANHAM *et al.*, 2012 *apud* MATOS, 2014). Em nossa pesquisa, utilizamos o termo “concordância entre juízes”, considerando a diferenciação apresentada acima e a importância da técnica para a Taxonomia SOLO destacada por Biggs e Collis (1982).

Matos (2014) utiliza o termo 'juiz' como sinônimo de avaliador. O autor destaca que existem estratégias para apurar qual o grau de concordância entre juízes em processos avaliativos com a participação de mais de um avaliador. Também ressalta que essas estratégias evidenciam o grau de confiabilidade de um processo avaliativo: se diferentes juízes têm um grau elevado de discordância em uma avaliação, isso poderá indicar falta de confiabilidade nos resultados.

Nessa perspectiva, analisamos de maneira independente as questões de biologia do Enem dos anos 2012 a 2018, de acordo com os níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO. O pesquisador autor desta dissertação e uma doutoranda em educação realizaram as categorizações. Utilizamos dois coeficientes para aferir a concordância de juízes.

1 - Coeficiente Kappa de Cohen – K (*Cohen's Kappa Coefficient*) (COHEN, 1960 *apud* MATOS, 2014). Fonseca *et al.* (2007) ressaltam que o índice Kappa é o mais mencionado e utilizado na literatura quando a técnica aplicada é a concordância entre juízes. O coeficiente K é a proporção de acordo entre juízes após a subtração da proporção de acordo relacionada ao acaso. Com relação a sua interpretação, o coeficiente Kappa se estabelece em uma variação entre 0 e 1, da seguinte forma: $K < 0,4$ é pobre; $0,4 \leq K < 0,75$ é satisfatório a bom e $K \geq 0,75$ é excelente (FLEISS, 1981 *apud* MATOS, 2014). Matos (2014) aponta outros critérios de corte, mas ressalta que não há consenso total quanto a eles na literatura.

2 - O Coeficiente Alfa de Krippendorff: é muito utilizado na análise de conteúdo e em trabalhos que visam a produção de dados. Ele avalia a concordância entre dois ou mais avaliadores; permite comparações entre diferentes níveis de medida; calcula os desacordos e é capaz de lidar com informações ausentes, possibilitando dados confiáveis (HAYES; KRIPPENDORFF, 2007). Krippendorff (2004) avalia como necessária a existência de um nível aceitável de acordo, verificado por experimentos adequados. Para o autor, dados criados com um nível abaixo do acordado devem ser rejeitados, para que não se chegue a conclusões inválidas. Ainda de acordo com ele, com relação a trabalhos acadêmicos, a sugestão é exigir $\alpha \geq 800$, sendo aceitável ≥ 667 como o patamar mínimo.

3.2 – Análise dos resultados

Após calcular a concordância entre juízes, os resultados da análise de conteúdo, expressos pelos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO, serão analisados e agrupados em relação aos anos de aplicação do Enem (2012 a 2018), para cada ano e para a amostra total. Isso possibilitará uma comparação em uma série histórica entre as diversas edições do Enem que estamos investigando. Para interpretar esses resultados, retomaremos a revisão da literatura realizada anteriormente, que abordou pesquisas que utilizaram taxonomias cognitivas para a classificação de itens do Enem.

4 – RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa. Analisamos 105 itens de Ciências da Natureza/Biologia, retirados do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), entre os anos de 2012 a 2018. Inicialmente, fizemos um pré-teste com 10 itens do Enem de 2011. Essas questões são de um ano diferente, porque não entraram na análise final. O pré-teste serviu como um treinamento para as análises posteriores. Vale ainda destacar que apresentamos os resultados dos 105 itens da amostra final de duas formas: estabelecendo uma série histórica para os anos de 2012 a 2018 (ano a ano) e considerando a amostra total.

Os itens do Enem são analisados pelo nível de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido. Essa variável é chamada de “níveis SOLO” nas análises dos resultados. Adicionalmente, os níveis da Taxonomia SOLO foram reagrupados nos dois tipos de aprendizagem descritos na literatura: aprendizagem superficial (uniestrutural ou multiestrutural) e aprendizagem profunda (relacional ou abstrato estendido). Essa variável é chamada de “Tipo SOLO” nas análises dos resultados.

4.1 – Pré-teste

4.1.1 – Análise da concordância entre juízes

Os 10 itens do pré-teste foram analisados pelos dois pesquisadores independentes, identificados na seção de Metodologia, visando aferir a concordância quanto a classificação dos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO e o tipo de aprendizagem.

Tabela 1 – Concordância entre juízes: pré-teste

Classificação	N	Número de concordâncias	Número de discordâncias	Porcentagem concordância	Kappa	Krippendorff
Níveis SOLO	10	7	3	70%	0.268	0.296
Tipo SOLO	10	9	1	90%	0.615	0.627

Fonte: Autor.

Nota: Níveis SOLO = uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Tipo SOLO = aprendizagem superficial e profunda; N= número de itens.

Analisando os resultados e seguindo a perspectiva definida por Fleiss (1981) ($K < 0,4$ é pobre; $0,4 \leq K < 0,75$ é satisfatório a bom e $K \geq 0,75$ é excelente), com relação aos

níveis de complexidade da Taxonomia SOLO, o valor do Kappa 0.268 é considerado pobre. Com relação ao tipo de aprendizagem com base na SOLO, o valor de Kappa 0,615 é considerado bom. Quando analisamos pelo coeficiente Alfa de Krippendorff, para o Nível SOLO (0,296), ele está abaixo do nível mínimo aceitável (0,667). Enquanto neste mesmo coeficiente, o Tipo SOLO ficou em 0,627, bem próximo ao mínimo aceitável. Destacamos que o nível de discordância entre os juízes quanto aos Níveis SOLO foi de 30% e com relação ao Tipo SOLO a discordância foi de apenas 10%.

Feita a análise de concordância entre juízes, formamos um comitê para discutir os itens discordantes no pré-teste. Fizeram parte desse grupo o autor deste trabalho, o orientador e uma estudante de doutorado em educação, com experiência na classificação de itens pela taxonomia SOLO. Nesse momento, os juízes originais colocaram seus argumentos para a classificação dos itens e os integrantes do comitê se posicionaram a respeito. A classificação final de cada item só era concluída quando todos os membros do comitê estivessem de acordo.

4.1.2 – Análise da complexidade cognitiva dos itens

No pré-teste, foram classificados 10 itens quanto ao nível de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO. Levamos em consideração quatro deles: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido. Vale destacar que não encontramos nenhum item no nível abstrato estendido (QUADRO 6).

Quadro 6 - Análise dos itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem 2011: pré-teste

Item	Hab	Nível SOLO 1	Nível SOLO 2	Nível SOLO final	Tipo SOLO 1	Tipo SOLO 2	Tipo SOLO final
1	17	Relacional	Relacional	Relacional	Profunda	Profunda	Profunda
2	14	Uni	Multi	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
3	23	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
4	18	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
5	04	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
6	02	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
7	24	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
8	27	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
9	06	Uni	Relacional	Uni	Superficial	Profunda	Superficial
10	22	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial

Fonte: Autor.

Nota: Item = número do item analisado; Hab = habilidade da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias avaliada pelo item; Nível SOLO 1 = categorização do juiz 1, de acordo com o nível de complexidade da Taxonomia SOLO: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Nível SOLO 2 = categorização da juíza 2, de acordo com o nível de complexidade da Taxonomia SOLO: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Nível SOLO final = categorização final do nível SOLO, após julgamento de comitê: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Tipo SOLO 1 = tipo de aprendizagem, de acordo com a classificação do juiz 1: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda; Tipo SOLO 2 = tipo de aprendizagem, de acordo com a classificação da juíza 2: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda; Tipo SOLO final = categorização final do tipo de aprendizagem, após julgamento do comitê: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda.

Com base nos resultados do pré-teste, verificamos uma grande incidência de questões do tipo superficial e do nível uniestrutural. A tabela 2 apresenta a frequência na qual os itens foram classificados em cada um dos níveis de complexidade e a tabela 3, a frequência dos tipos de aprendizagem.

Tabela 2 - Frequência dos níveis SOLO entre os itens do Enem

Nível SOLO	Frequência	Percentual %
Uni-estrutural	7	70
Multi-estrutural	2	20
Relacional	1	10
Abstrato estendido	0	0
Total	10	100

Fonte: Autor.

Tabela 3 - Frequência dos tipos de aprendizagem SOLO entre os itens

Tipo SOLO	Frequência	Percentual %
Aprendizagem superficial	9	90
Aprendizagem profunda	1	10
Total	10	100

Fonte: Autor.

No pré-teste, grande parte dos itens foi classificado como uniestrutural (70%). No nível multiestrutural, encontramos 2 itens (20%), enquanto no relacional foram classificados apenas 1 (10%). Destacamos a baixa frequência do nível relacional (aprendizagem profunda), pois relacionar informações é considerado essencial para um aprendizado de qualidade.

4.1.3 – Análise das habilidades da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Nesta seção, vamos associar os itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem às suas respectivas habilidades da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Nesse sentido, a Tabela 4 indica a frequência das habilidades avaliadas pelos itens.

Tabela 4 - Frequência das habilidades avaliadas pelos itens do Enem 2011: pré-teste

N	Habilidade	Frequência	Percentual
02	Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.	1	10%
04	Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.	1	10%
06	Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.	1	10%
14	Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.	1	10%
17	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.	1	10%
18	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.	1	10%
22	Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.	1	10%
23	Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.	1	10%
24	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.	1	10%

27	Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.	1	10%
----	--	---	-----

Fonte: Autor.

Nota: N = número da habilidade; Habilidade = habilidade da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

No caso do pré-teste, com 10 itens do ano de 2011 do Enem, nenhuma habilidade apareceu mais de uma vez, evidenciando variedade das habilidades nos itens do pré-teste.

O Quadro 7 indica a frequência dos objetos do conhecimento avaliados pelos itens analisados no teste e a Tabela 5, estes objetos em porcentagem.

Quadro 7 - Frequência dos objetos de conhecimento avaliados pelos itens do Enem 2011: pré-teste

Questão	Objeto de Conhecimento
01	Moléculas, células e tecidos
02	Ecologia e ciências ambientais
03	Moléculas, células e tecidos
04	Ecologia e ciências ambientais
05	Ecologia e ciências ambientais
06	Ecologia e ciências ambientais
07	Hereditariedade e diversidade da vida
08	Ecologia e ciências ambientais
09	Hereditariedade e diversidade da vida
10	Identidade dos seres vivos

Tabela 5 - Frequência dos objetos de conhecimento avaliados pelos itens do Enem 2011 em porcentagem: pré-teste

Objetos de conhecimento	Porcentagem no Pré-teste Enem 2011
Moléculas, células e tecidos	20%
Hereditariedade e diversidade da vida	20%
Identidade dos seres vivos	10%

Ecologia e ciências ambientais	50%
Origem e evolução da vida	0
Qualidade de vida das populações humanas	0

Fonte: Autor.

Nota: Questão = número atribuído a questão analisada no pré-teste; Objeto de conhecimento = O objeto de conhecimento associado à Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias específicas do conteúdo de Biologia;

No caso do pré-teste com 10 itens do ano de 2011 do Enem, observamos que dos seis objetos de conhecimento específicos de biologia presentes na matriz de referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, apenas quatro estão presentes na amostra. Destaque para “Ecologia e ciências ambientais”, que foi o tópico de cinco das dez questões analisadas, seguido por “Moléculas, células e tecidos” e “Hereditariedade e diversidade da vida”, que ficaram com duas questões cada um. “Identidade dos seres vivos” embasa uma questão. Os objetos “Origem e evolução da vida” e “Qualidade de vida das populações humanas” não foram encontrados nessa amostra. Vale ressaltar que, a identificação/classificação do objeto de conhecimento foi feita pelo autor deste trabalho e que, em algumas situações, a questão poderia ser classificada em dois ou mais objetos. Nesse sentido, a escolha do objeto de conhecimento teve como critério a maior ênfase observada na questão.

4.2 – Análise dos itens

O quadro 8 retrata a análise global dos 105 itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem nos anos de 2012 a 2018.

Quadro 8 - Análise dos itens de Ciências da Natureza/Biologia do Enem 2012 a 2018

Item	Hab	Ano	Nível SOLO 1	Nível SOLO 2	Nível SOLO final	Tipo SOLO 1	Tipo SOLO 2	Tipo SOLO final
1	12	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
2	29	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
3	4	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
4	10	2012	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial

5	2	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
6	11	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
7	13	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
8	26	2012	Multi	Uni	Relacional	Superficial	Superficial	Profunda
9	3	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
10	28	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
11	10	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
12	15	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
13	16	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
14	30	2012	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
15	14	2012	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
16	14	2013	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
17	15	2013	Relacional	Uni	Relacional	Profunda	Superficial	Profunda
18	29	2013	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
19	12	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
20	28	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
21	15	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
22	9	2013	Relacional	Uni	Relacional	Profunda	Superficial	Profunda
23	16	2013	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
24	9	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
25	13	2013	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
26	13	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
27	29	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
28	12	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
29	30	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
30	14	2013	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
31	11	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
32	2	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
33	23	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
34	13	2014	Multi	Relacional	Relacional	Superficial	Profunda	Profunda
35	25	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
36	12	2014	Relacional	Uni	Relacional	Profunda	Superficial	Profunda
37	16	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
38	18	2014	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
39	29	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
40	14	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
41	28	2014	Multi	Multi	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
42	18	2014	Relacional	Uni	Multi	Profunda	Superficial	Superficial
43	3	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
44	30	2014	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
45	11	2014	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
46	13	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
47	12	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
48	11	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
49	26	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
50	28	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
51	18	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
52	16	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
53	25	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
54	13	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
55	15	2015	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
56	30	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
57	15	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial

58	29	2015	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
59	14	2015	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
60	27	2015	Multi	Multi	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
61	28	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
62	12	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
63	15	2016	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
64	9	2016	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
65	15	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
66	11	2016	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
67	14	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
68	16	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
69	13	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
70	30	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
71	29	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
72	04	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
73	10	2016	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
74	18	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
75	14	2016	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
76	16	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
77	30	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
78	25	2017	Relacional	Uni	Relacional	Profunda	Superficial	Profunda
79	15	2017	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
80	2	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
81	11	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
82	12	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
83	4	2017	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
84	28	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
85	13	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
86	10	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
87	3	2017	Multi	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
88	19	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
89	29	2017	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
90	14	2017	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
91	14	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
92	4	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
93	15	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
94	16	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
95	28	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
96	3	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
97	29	2018	Relacional	Uni	Relacional	Profunda	Superficial	Profunda
98	28	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
99	17	2018	Multi	Multi	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
100	11	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
101	30	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
102	14	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
103	13	2018	Multi	Uni	Multi	Superficial	Superficial	Superficial
104	27	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial
105	9	2018	Uni	Uni	Uni	Superficial	Superficial	Superficial

Fonte: Autor.

Nota: Item = número do item analisado; Hab = habilidade da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias avaliada pelo item; Nível SOLO 1 = categorização do juiz 1, de acordo com o nível de complexidade da Taxonomia SOLO: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Nível SOLO 2 = categorização da juíza 2, de acordo com o nível de complexidade da Taxonomia SOLO:

uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Nível SOLO final = categorização final do nível SOLO, após julgamento de comitê: uniestrutural, multiestrutural, relacional e abstrato estendido; Tipo SOLO 1 = tipo de aprendizagem, de acordo com a classificação do juiz 1: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda; Tipo SOLO 2 = tipo de aprendizagem, de acordo com a classificação da juíza 2: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda; Tipo SOLO final = categorização final do tipo de aprendizagem, após julgamento do comitê: aprendizagem superficial e aprendizagem profunda.

A tabela 6 apresenta a frequência na qual os itens foram classificados em cada um dos níveis de complexidade e a tabela 7 a frequência dos tipos de aprendizagem.

Tabela 6 - Frequência dos níveis SOLO entre os itens do Enem: amostra final

Nível SOLO	Frequência	Percentual %
Uniestrutural	86	81.9
Multiestrutural	12	11.4
Relacional	7	6.7
Abstrato estendido	0	0
Total	105	100.0

Fonte: Autor.

Tabela 7 - Frequência dos tipos de aprendizagem SOLO entre os itens: amostra final

Tipo SOLO	Frequência	Percentual %
Aprendizagem superficial	98	93,33
Aprendizagem profunda	7	6,67
Total	105	100.0

Fonte: Autor.

A partir dos resultados da análise da nossa amostra total, verificamos uma grande incidência de itens do nível uniestrutural, com poucos classificados no nível relacional. Conseqüentemente, tivemos um percentual bastante elevado de itens agrupados no tipo de aprendizagem superficial, que engloba os níveis uni e multiestrutural.

4.2.1 – Análise da concordância entre juízes

Os 105 itens foram analisados por dois pesquisadores independentes (o autor deste trabalho e uma estudante de doutorado em educação), visando aferir a concordância quanto a classificação dos níveis de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO e o tipo de aprendizagem (Tabela 8).

Tabela 8 – Concordância entre juízes: amostra final

Classificação	N	Número de concordâncias	Número de discordâncias	Porcentagem concordância	Kappa	Krippendorff
Níveis SOLO	105	78	27	74.3%	0.159	0.086
Tipo SOLO	105	98	7	93.3%	-0.017	-0.03

Fonte: Autor.

Nota: Níveis SOLO = uniestructural, multiestructural, relacional e abstrato estendido; Tipo SOLO = aprendizagem superficial e profunda; N= número de itens.

Analisando os resultados e seguindo a perspectiva definida por Fleiss (1981) ($K < 0,4$ é pobre; $0,4 \leq K < 0,75$ é satisfatório a bom e $K \geq 0,75$ é excelente), com relação aos níveis de complexidade e tipo de aprendizagem da Taxonomia SOLO, os valores do Kappa foram considerados pobres. Quando analisamos pelo coeficiente Alfa de Krippendorff, para o nível SOLO e o tipo de aprendizagem, os valores ficaram abaixo do mínimo aceitável (0,667). Quanto a porcentagem de concordância, ela foi mais alta entre os juízes para o tipo de aprendizagem (93.3%), enquanto para os níveis SOLO os juízes concordaram na classificação de 74.3% dos itens.

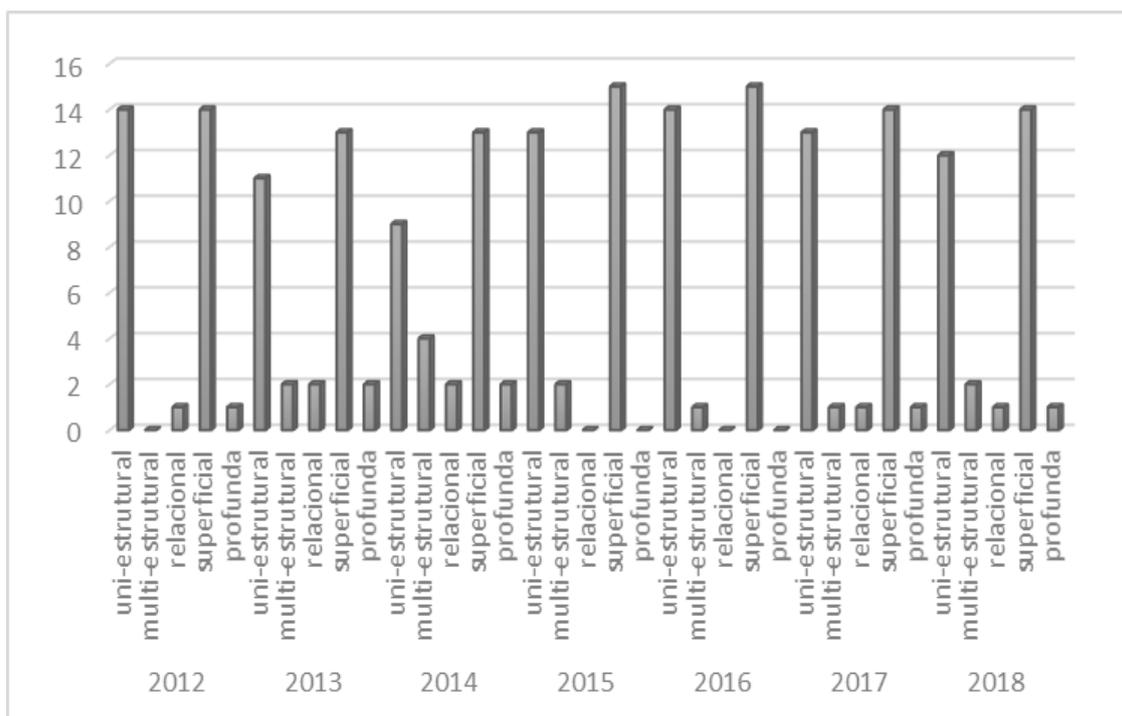
Feita a análise de concordância entre juízes, formamos um comitê para discutir os itens discordantes na análise final. Importante destacar que o mesmo comitê foi formado para discutir as questões analisadas no pré-teste. Nesse momento, os juízes colocaram seus argumentos para a classificação dos itens e os integrantes do comitê se posicionaram a respeito. A classificação final de cada item só foi concluída quando todos os membros estivessem de acordo. Portanto, essa foi uma garantia adicional para o rigor metodológico da pesquisa, uma vez que os itens discordantes foram objeto de intenso debate do comitê de pesquisadores. Só depois de todo esse processo realizamos a classificação final dos itens.

4.2.2 – Série histórica para os anos de 2012 a 2018

Na pesquisa, foram classificados 105 itens quanto ao nível de complexidade cognitiva da Taxonomia SOLO. Levamos em consideração quatro níveis: uniestructural, multiestructural, relacional e abstrato estendido. Lembramos que o nível pré-estructural, que indica por parte do estudante a utilização de dados irrelevantes, não relacionados à tarefa ou incorretos, não foi considerado em nosso trabalho devido à natureza da análise. Como já mencionado, não encontramos em nossa amostra nenhum item no nível abstrato estendido.

Considerando que um dos objetivos da nossa pesquisa era estabelecer uma série histórica para os anos de 2012 a 2018, comparando a complexidade cognitiva dos itens, a Figura 8 apresenta a evolução ao longo desses anos.

Figura 8 - Comparação dos anos 2012-2018: itens do Enem



Fonte: Autor.

A partir da figura 8, alguns dados se destacam: a) a comparação ano a ano confirma a tendência identificada na amostra total: a predominância de itens uniestruturais e aprendizado superficial. Em outras palavras, nenhum ano se mostrou muito diferente dos outros quanto à distribuição dos níveis de complexidade cognitiva dos itens; b) os anos de 2015 e 2016 chamam atenção por não terem apresentado nenhum item classificado como relacional. Conseqüentemente, não observamos nesses anos questões de Biologia/Ciências da Natureza classificadas como aprendizagem profunda. Esse, obviamente, não é um cenário desejável do ponto de vista da avaliação educacional.

Como já apontado, na análise da amostra total, em consonância com o pré-teste, grande parte dos itens foi classificado como uniestrutural (81,9%). No nível multiestrutural, encontramos 12 itens (11,4%), enquanto no relacional foram classificados

apenas 7 itens (6,7%). Destacamos a baixa frequência do nível relacional (aprendizagem profunda), pois relacionar informações é considerado essencial para um aprendizado de qualidade. Nenhum item foi classificado como abstrato estendido.

Na nossa revisão da literatura, pesquisamos trabalhos que analisaram processos cognitivos e complexidade cognitiva de itens do Enem, na área de Ciências da Natureza (física, química e biologia). Os resultados de Cintra *et al.* (2016), utilizando a Taxonomia Revisada de Bloom, corroboram com nossos, no que tange ao elevado índice de itens de complexidade baixa no Enem. Apesar de utilizarem uma taxonomia cognitiva diferente da SOLO, os autores apontam que os itens de química do Enem, analisados no período de 2009 a 2013, apresentaram domínios de baixa ordem cognitiva e que, mesmo relacionados a conhecimentos conceituais ou procedimentais, envolvem demandas cognitivas de baixa complexidade como a simples lembrança de informações, a utilização de fórmulas ou algoritmos. Os autores apontam um contraste com as demandas cognitivas presentes na matriz, sugerindo um distanciamento do que é sugerido no documento referência e o que é realmente observado no Exame. Machado *et al.* (2017) destacam que, em análise dos conceitos de química orgânica avaliados nos itens do Enem de 2009 a 2014, quase 50% das questões estudadas pertencem a processos com demandas cognitivas de baixa ordem. Marcelino e Recena (2012), nas investigações sobre as possíveis influências do Novo Enem nos currículos educacionais de química, sugerem que o Exame não privilegia a capacidade de criação, a avaliação de conhecimentos e estruturas maiores, nem o conhecimento metacognitivo.

Mancini *et al.* (2017) apontam em seu estudo que as dimensões do conhecimento factual e conceitual predominam na amostra. Com relação a dimensão cognitiva, a grande maioria dos itens de biologia analisados pelos autores está entre as categorias “lembrar” e “compreender”, apontando, assim, que grande parte pertence a domínios de baixa complexidade cognitiva, indo ao encontro dos resultados obtidos em nossa pesquisa.

A maioria dos trabalhos sobre física também identificou uma baixa complexidade cognitiva dos itens do Enem. Rodrigues (2018) ressalta que, no Enem de 2017, enfatizou-se itens de domínios cognitivos superiores à simples memorização de conteúdos estudados ao longo do ensino médio. Silva e Martins (2014) analisaram as questões do Enem de 2009 a 2013 e, de acordo com a Taxonomia Revisada de Bloom, identificaram que os itens enfatizaram domínios de complexidade maiores que a simples memorização. No entanto, os autores afirmam que não foi identificado itens que

atingissem a metacognição, tampouco o nível de cognição “criar”, que correspondem aos níveis de maior profundidade da taxonomia utilizada por eles. Na construção de um guia de orientação para professores em 2013, Silva e Martins analisaram itens de física do Enem presentes em edições de 1998 a 2011 em livros didáticos de física. Destacam que a dimensão do conhecimento conceitual é a mais demandada, sendo que as demais se dividem praticamente em procedimental e factual. Os autores não encontraram a dimensão do conhecimento metacognitivo, assim como também não identificamos nenhum item classificado como abstrato estendido, o de nível de maior profundidade na Taxonomia SOLO.

Portanto, nossos resultados corroboram o que a revisão da literatura aponta em larga medida: os itens do Enem apresentam, em sua maioria, baixa complexidade cognitiva.

4.2.3 - Exemplos de análise de itens de Biologia/Ciências da Natureza a partir da Taxonomia SOLO

Na sequência, exemplificamos a Taxonomia SOLO apresentando itens classificados nos diferentes níveis da nossa análise. Começamos com dois itens classificados no nível uniestrutural (Figuras 9 e 10).

Figura 9 — Primeiro exemplo de item Uniestrutural

<p>QUESTÃO - 30</p> <p>Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.</p> <p>Dos grupos de seres vivos citados, os que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são</p> <p>(A) aves.</p> <p>(B) algas.</p> <p>(C) peixes.</p> <p>(D) insetos.</p> <p>(E) caranguejos.</p>
--

Fonte: Inep (2020)

O item da Figura 9 foi classificado como uniestrutural, porque exige uma única informação que está dada na questão. Para resolvê-la, basta que o estudante identifique qual dos grupos de seres vivos apresentados é o produtor primário, contribuindo diretamente para a manutenção da produtividade no ecossistema descrito. Alternativa correta é a letra B.

Figura 10 – Segundo exemplo de item Uniestrutural

<p>QUESTÃO - 20</p> <p>As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.</p> <p>A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)</p> <p>(A) comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.</p> <p>(B) área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.</p> <p>(C) liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.</p> <p>(D) secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.</p> <p>(E) processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.</p>

Fonte: Inep (2020)

O item da Figura 10 foi classificado como uniestrutural, porque exige uma única informação fornecida na questão. Para respondê-la, o estudante precisa apenas identificar que o aumento das vilosidades intestinais maximiza a área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes (alternativa B). Ou seja, a resposta uniestrutural traz um fato relevante: o aumento da área de contato com o conteúdo intestinal.

A Figura 11 apresenta um item classificado no nível multi-estrutural.

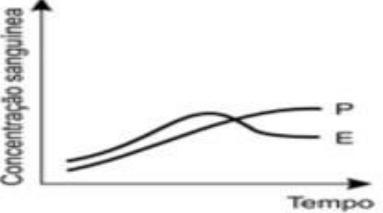
Figura 11 – Exemplo de item Multiestrutural

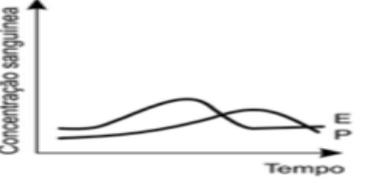
QUESTÃO - 46

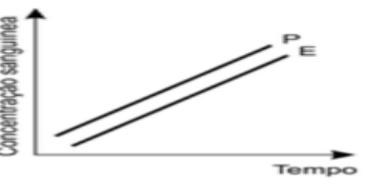
A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

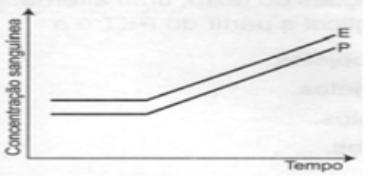
Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

(E) 

Neste caso, o item foi classificado como multiestrutural. Por definição, no nível multiestrutural dois ou mais elementos relevantes da tarefa são apontados, entretanto, esses aspectos não são relacionados (múltiplas ideias). Para responder sobre a concentração sanguínea dos hormônios, a questão apresenta duas informações: estrogênio e progesterona. O comando exige que o estudante identifique que as concentrações dos dois hormônios são mantidas constantes. No entanto, não é necessário relacionar essas duas informações para identificar a resposta (alternativa A), bastando os dados isolados de que tanto o estrogênio quanto a progesterona permanecem constantes.

As figuras 12 e 13 apresentam dois itens classificados no nível relacional.

Figura 12 – Primeiro exemplo de item Relacional

QUESTÃO - 22

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

- (A) menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- (B) maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- (C) maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- (D) igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
- (E) menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

Fonte: Inep (2020)

Esse item foi classificado como relacional, porque envolve o relacionamento das informações dadas. A principal relação, que faz com que o estudante alcance a resposta correta (alternativa A), é o fato de que com a morte das árvores, há um aumento de organismos decompositores próximo a esse evento. Esses organismos, por sua vez, são, em sua maioria, aeróbios, consumindo O_2 e liberando CO_2 .

Figura 13 – Segundo exemplo de item Relacional

QUESTÃO - 97

O nível metabólico de uma célula pode ser determinado pela taxa de síntese de RNAs e proteínas, processos dependentes de energia. Essa diferença na taxa de síntese de biomoléculas é refletida na abundância e características morfológicas dos componentes celulares. Em uma empresa de produção de hormônios proteicos a partir do cultivo de células animais, um pesquisador deseja selecionar uma linhagem com o metabolismo de síntese mais elevado, dentre as cinco esquematizadas na figura.

Qual linhagem deve ser escolhida pelo pesquisador?

(A) I
(B) II
(C) III
(D) IV
(E) V

Fonte: Inep (2020)

O item foi classificado como relacional, já que o estudante precisa analisar as linhagens das células apresentadas de I a V e, de acordo com as propriedades necessárias para a otimização do metabolismo, relacionar as características morfológicas presentes nas células apresentadas com a capacidade maior de síntese. Dessa forma, a linhagem ideal é a representada pela figura IV (alternativa D), já que possui as organelas que atuam no processo de produção de energia e síntese proteica em maior número e/ou tamanho.

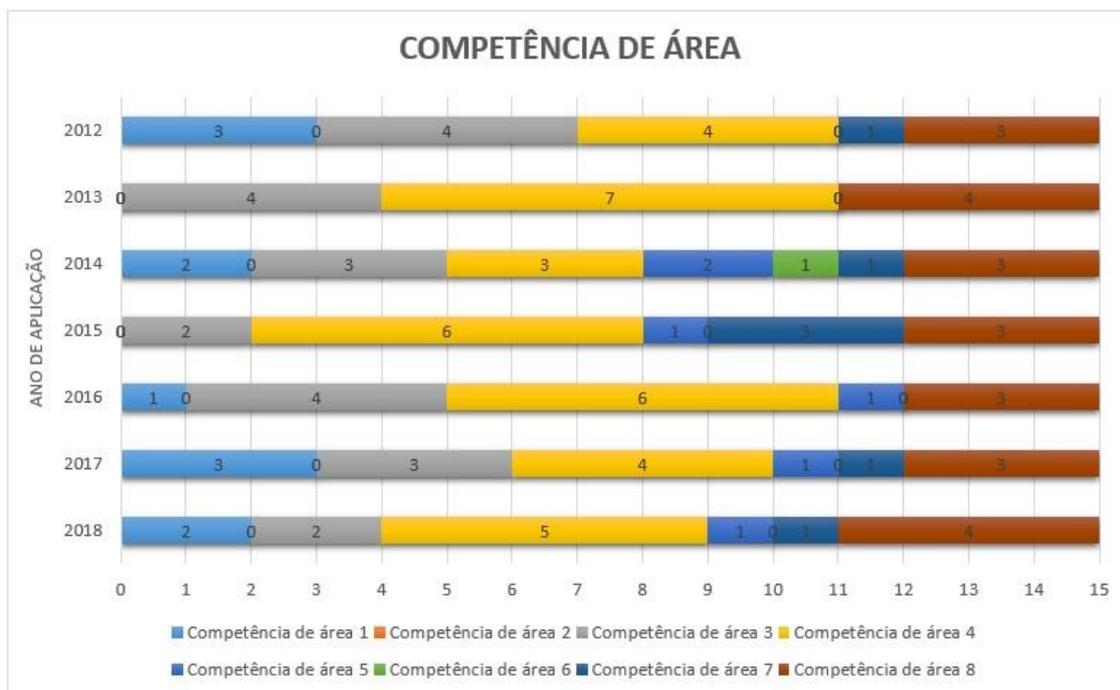
4.2.4 – Análise das Competências de área e das habilidades da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

No entendimento de Perrenoud (1999), a manifestação de uma competência em uma determinada atividade é importante, pois a compreensão do indivíduo é alcançada quando ele relaciona o tema colocado com os conhecimentos que possui. Por isso, destacamos a importância de haver uma distribuição que propicie a efetiva presença de

todas a competências nos itens do Exame, aproximando o teste da Matriz de Referência que o estrutura.

O gráfico 5 apresenta as oito competências de área da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem e como estão presentes nos itens analisados na pesquisa, no período de 2012 a 2018.

Gráfico – 5 Competência de área por ano de aplicação

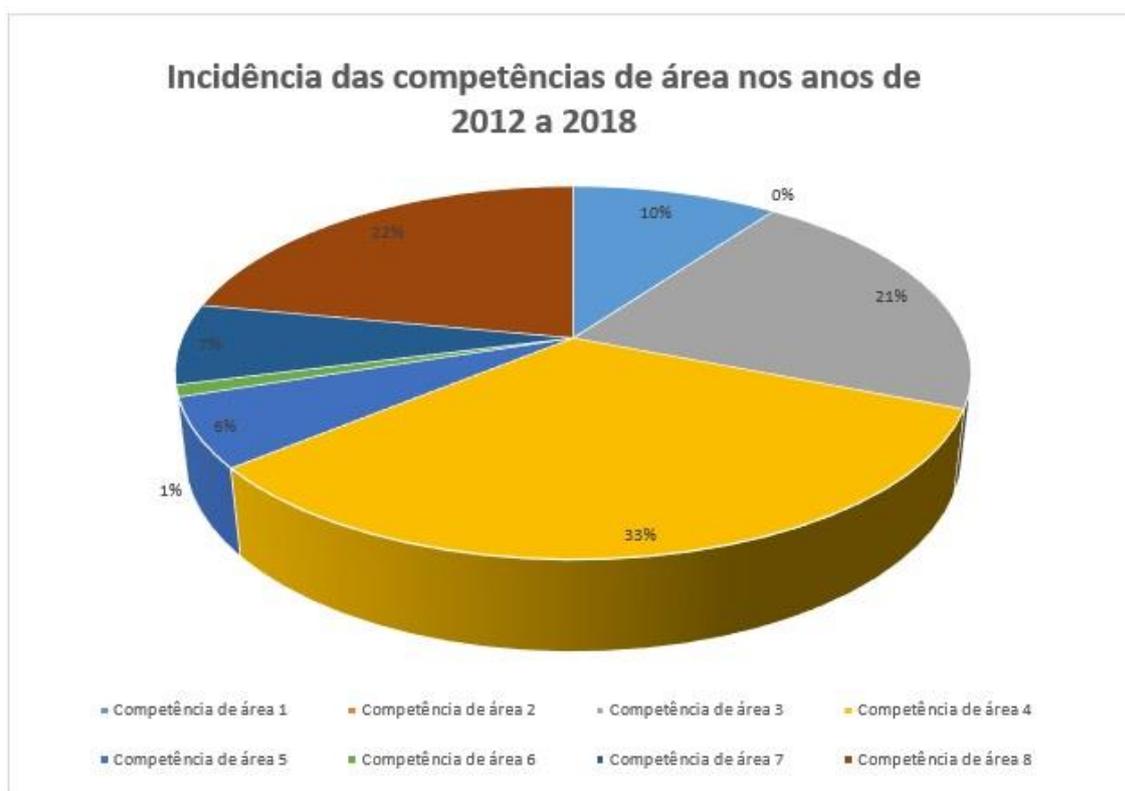


Fonte: Autor.

Ressaltamos que a amostra de itens que utilizamos foi aquela mais diretamente relacionada com a disciplina de biologia, em um caderno que contempla outras duas disciplinas: química e física. Logo, é importante frisar que as competências ausentes nos itens analisados em nossa pesquisa podem estar presentes nos outros itens, inclusive com frequências diferentes. Lembrando que o caderno de Ciências da Natureza tem 45 itens e analisamos 15 por ano. A competência de área 2 “identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos” não está presente em nenhum item analisado. Acreditamos que isso se deve ao fato de que as habilidades que essa competência abrange são mais voltadas para o conteúdo de física.

A seguir, destacamos o gráfico 6 com a incidência total (percentual) de competências de área nos itens de biologia, considerando todo o período de 2012 a 2018

Gráfico 6 – Incidência de Competências de área de 2012 a 2018



Fonte: Autor.

Verificamos que algumas competências de área voltadas para as disciplinas de química e física foram observadas nos itens da nossa amostra, reforçando a ideia de interdisciplinaridade do Exame (ciências da natureza). Indo ao encontro dos resultados encontrados na análise das habilidades, três competências; 3- Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicas; 4- Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais e 8- Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas) se mostraram mais frequentes nos itens de todos os anos analisados. Sendo a competência de área 4 a mais frequente, respondendo por um terço dos itens. Já a competência de área 6 (Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas) foi a menos frequente (1%).

Das trinta habilidades presentes na Matriz de Referência do caderno de Ciências da Natureza do Enem, identificamos, de acordo com a base de dados do Inep, a presença

de 21 delas nos itens analisados na pesquisa. As habilidades 11, 12, 13, 14, 15, 16, 28, 29 e 30, que pertencem às competências de área 3, 4 e 8, foram as que mais estiveram presentes nos itens analisados. A tabela 9 mostra a frequência e o percentual na amostra total de itens.

Tabela 9 – Frequência e percentual das habilidades nos itens - 2012 a 2018

N	Habilidade	Frequência	Percentual
2	Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.	3	2,86%
3	Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.	4	3,81%
4	Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.	4	3,81%
9	Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.	4	3,81%
10	Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.	4	3,81%
11	Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.	7	6,67%
12	Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.	7	6,67%
13	Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.	9	8,57%
14	Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.	10	9,52%
15	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.	9	8,57%
16	Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.	7	6,67%
17	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.	1	0,95%

18	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.	4	3,81%
19	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.	1	0,95%
23	Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.	1	0,95%
25	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.	3	2,86%
26	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.	2	1,90%
27	Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.	2	1,90%
28	Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.	8	7,62%
29	Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.	8	7,62%
30	Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.	7	6,67%

Fonte: Autor.

Nota: N = número da habilidade; Habilidade = habilidade da Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Frequência = frequência nos itens analisados; Percentual = percentual nos itens analisados. Total de itens: 105.

Bonamino (2014) salienta dois papéis importantes desempenhados pela matriz de referência: o primeiro é o de direcionar a elaboração dos itens de uma avaliação; o segundo é o de representar o que foi avaliado com o teste. Dessa forma, destacamos a importância da correspondência entre o que está disposto na matriz que orienta a elaboração do Exame e o que está efetivamente colocado nos itens do teste.

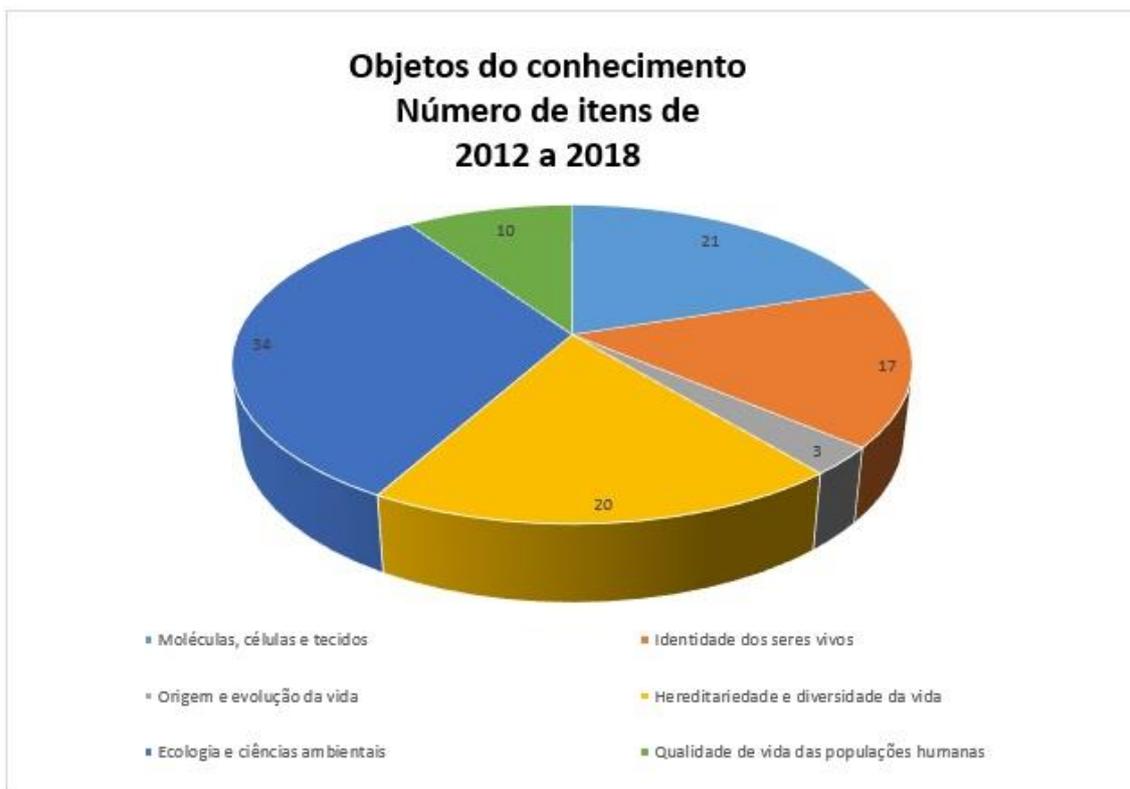
Quanto aos itens relacionados à biologia que analisamos em nossa pesquisa, existem habilidades que são de grande importância e que tiveram uma incidência modesta. São elas: a H17 (Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica), que propõe a relação de informações expostas em diferentes formas de linguagem; a H19

(Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental), que visa analisar sobre problemas de ordem ambiental, social e econômica, e a H23 (Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas), que dispõe sobre transformação de energia considerando todas as implicações importantes para tal. Elas estiveram presentes, cada uma, em apenas um item de biologia. Tomados em conjunto, os dados indicam incidência acentuada de algumas competências e habilidades em detrimento de outras. Isso acontece de forma mais acentuada no caso das competências.

4.2.5 - Objetos do conhecimento

No documento do Ministério da Educação sobre a Matriz de Referência do Enem, é enfatizado que os objetos de conhecimento expressam “a realidade atual das escolas de Ensino Médio ao mesmo tempo que respeita o estágio atual do aprendizado dos alunos concluintes” (BRASIL, 2009). Como destacado por este trabalho, Gatti (2014) salienta que, no Brasil e em outros países, as avaliações externas vieram antes de um currículo nacional e que isso potencializou as matrizes de referência ante as matrizes de ensino. A autora ainda destaca que isso tende a mudar, já que em 2017 foi homologada a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com isso, as avaliações externas é que devem se adequar à Base. Como apontado, as matrizes de referência das avaliações externas podem influenciar no currículo das escolas, abreviando o que deve ser muito mais abrangente e com uma filosofia educacional mais ampla. Diante disso, é possível que a variedade de objetos de conhecimento encontrados no Exame possa influenciar o que é ensinado em sala de aula pelos professores no Brasil, já que a incidência dos itens pode servir de base para o planejamento das aulas. O Gráfico 7 mostra a incidência dos objetos de conhecimento de biologia, identificada pelo autor, na amostra dos anos analisados pela pesquisa.

Gráfico 7 – Frequência dos objetos de conhecimento nos itens do Enem - 2012 a 2018



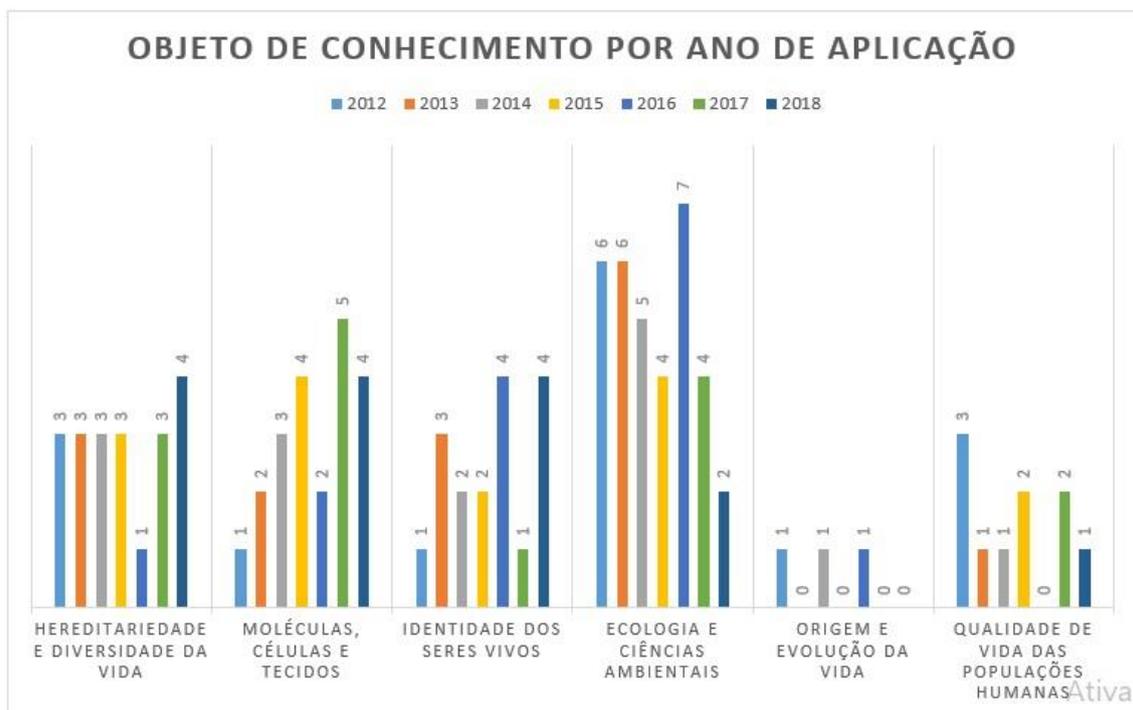
Fonte: Autor.

Nota: 105 itens no total.

De maneira geral, a divisão durante o período analisado teve um equilíbrio entre os objetos de conhecimento “Hereditariedade e diversidade da vida”; “Moléculas, células e tecidos” e Identidade dos seres vivos” com respectivamente 20, 21 e 17 itens dos 105 analisados no período. Houve uma disparidade na intensidade em que os outros três objetos de conhecimento se apresentaram. O objeto “Ecologia e ciências ambientais” foi encontrado em 34 itens, representando 32% do total. “Origem e evolução da vida” foi responsável por orientar a elaboração de 3 itens, menos de 3% dos objetos encontrados. “Qualidade de vida das populações humanas” se fez presente em 10 itens, aproximadamente 10% de todos os analisados. Este objeto não se apresentou com um número tão inferior na amostra como o “Origem e evolução da vida”.

Já o gráfico 8 mostra a incidência dos objetos de conhecimento de biologia por ano de aplicação, entre 2012 e 2018.

Gráfico 8 – Objetos de conhecimento distribuídos por ano de aplicação - 2012 a 2018



Fonte: Autor.

Nota: 105 itens no total.

De acordo com o gráfico, podemos observar que “Hereditariedade e diversidade da vida” teve uma média de 3 itens por exame, variando negativamente para 1 em 2016 e positivamente para 4 em 2018. “Moléculas, células e tecidos” variou de 1 em 2012, aumentando nos anos seguintes, para o pico de 5 itens em 2017. “Identidade dos seres vivos” teve 1 item em 2012, manteve-se com 2 ou mais itens nos anos seguintes e alcançou 4 em 2016 e 2018. O objeto de conhecimento que mais esteve presente nos anos avaliados pela pesquisa foi “Ecologia e ciências ambientais”. Este objeto permaneceu alto em todos os anos analisados, com exceção de 2018, em que ele esteve presente em apenas dois itens. “Ecologia e ciências ambientais” teve pico de 7 itens (47%) em 2016, variando de 4 a 6 itens nos outros anos. Os objetos “Origem e evolução da vida” e “Qualidade de vida das populações humanas” foram os que menos se mostraram frequentes e com menor incidência nos itens dos anos avaliados.

Nos anos de 2013, 2015, 2017 e 2018 “Origem e evolução da vida” não esteve presente em nenhuma questão e nos outros anos se apresentou com 1 item apenas. “Qualidade de vida das populações humanas” não esteve presente apenas em 2016, sendo identificado nos outros anos analisados, com máxima de 3 itens, em 2012, e variando de 1 a 2 nos outros anos. Mancini *et al.* (2019) também analisaram itens de biologia do Enem e destacaram que alguns objetos de conhecimento não estiveram presentes nos itens

estudados por eles no período de 2009 a 2014. Tal fato corrobora com nosso trabalho, no que diz respeito a ausência de alguns objetos em determinados anos de aplicação. Da mesma forma, apontam “Ecologia” como o mais recorrente, estando presente em todas as edições e em maior quantidade, os autores indicam que a temática chega a ocupar de 25% a 50% dos itens nos anos analisados. Os objetos “Identidade dos seres vivos” e “Moléculas, células e tecidos” apareceram em todas as edições pesquisadas por eles e, da mesma forma que em nosso trabalho, entre os mais frequentes na análise. O objeto “Qualidade de vida das populações humanas”, abriga, entre outras, temáticas como doenças que afetam a população brasileira e doenças sexualmente transmissíveis, não identificadas pelos autores nos itens analisados pela pesquisa. Em nossa análise, encontramos este objeto em alguns itens, no entanto, em menor quantidade que outros, como apresentado no gráfico 8. As temáticas encontradas em “Origem e evolução da vida” se mostraram ausentes nos itens analisados pelos autores e de baixa incidência em nossa análise. Mancini *et al.* (2019) sugerem que políticas educacionais sobre meio ambiente estão sendo propostas e aumentando o espaço para discussões sobre essa temática nas escolas. A biotecnologia, por ser um assunto presente na mídia, e a evolução, por ser considerada a base da biologia, possivelmente podem ter influenciado para maior predominância desses objetos de conhecimento nos itens analisados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objeto de nosso estudo foram as questões de biologia do caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem, aplicados nos anos de 2012 a 2018. Fizemos uma análise no caderno de cada ano e selecionamos 15 questões que apresentavam maior proximidade com o conteúdo de biologia, já que os conteúdos de química e física também fazem parte desse caderno (Ciências da Natureza). Analisamos 105 itens de acordo com a complexidade cognitiva norteados pela Taxonomia SOLO. Pautamo-nos em analisar de acordo com quatro níveis de complexidade: 1) uniestrutural; 2) multiestrutural; 3) relacional e 4) abstrato estendido. O tipo de aprendizagem também foi estudado na pesquisa e divide-se em dois: o superficial, no qual estão agrupados os níveis uniestrutural e multiestrutural, e o profunda, que abrange os níveis relacional e abstrato estendido.

Na nossa revisão da literatura, pesquisamos trabalhos que analisaram processos cognitivos e complexidade cognitiva de itens do Enem, na área de Ciências da Natureza (física, química e biologia). Fizemos uma busca com os descritores: Enem Taxonomia de Bloom, Enem Taxonomia Cognitiva, Enem Ciências e Enem Matriz de Referência. Os trabalhos que encontramos mostram análises de questões de física, química e biologia de diferentes anos de aplicação; além de estudos da Matriz de Referência do caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e da criação de uma matriz de habilidades e competências, repensando o ensino de ciências por investigação. De forma geral, a revisão da literatura aponta em larga medida que os itens do Enem apresentam, em sua maioria, baixa complexidade cognitiva. Adicionalmente, os diferentes trabalhos trazem a Taxonomia Revisada de Bloom como principal ferramenta de análise. Nenhum dos trabalhos encontrados em nossa busca utiliza a Taxonomia SOLO como ferramenta, apesar de seu destaque como taxonomia cognitiva no cenário educacional internacional.

Em nossa análise, estudamos 105 itens de biologia, distribuídos no caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de sete anos do Exame Nacional do Ensino Médio (2012 a 2018). A classificação de cada um desses itens nos níveis da Taxonomia SOLO foi feita analisando a questão como um todo, incluindo as cinco alternativas possíveis de resposta. Dessa classificação, quanto ao nível de complexidade cognitiva, tivemos a incidência de apenas três dos quatro possíveis. O nível abstrato estendido não foi encontrado em nossa amostra. A distribuição dos níveis de complexidade cognitiva na amostra total revela que a maioria dos itens analisados são do nível uniestrutural (81,9%), o menos complexo possível. O restante ficou entre os níveis multiestrutural (11,4%) e relacional (6,7%). Os níveis de aprendizagem tiveram a maioria dos itens classificados

como aprendizagem superficial (93,33%), enquanto a aprendizagem profunda (6,67%) foi identificada em apenas 7 itens da amostra. Portanto, nosso resultado indica que os itens do Enem requerem dos estudantes a realização de atividades predominantemente superficiais e com baixa complexidade cognitiva. Esse é um resultado impactante, pois não é um cenário desejado de avaliação de estudantes que estão concluindo o ensino médio. Assim, o Enem e a forma de elaboração dos seus itens talvez precisem ser repensados, incorporando a análise da demanda cognitiva dos itens. Essa é a principal contribuição da nossa pesquisa. Mol (2019) encontrou resultados semelhantes aos nossos com dados do Saeb de Matemática, outra avaliação de larga escala. Enfatizamos que nossa análise teve como foco o caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, analisando itens relacionados mais diretamente ao conteúdo de biologia. Poderíamos ter um resultado diferente caso fossem analisadas todas as questões, abrangendo os conteúdos de química e física. Também poderiam ser encontrados resultados diferentes em outros cadernos. No entanto, a revisão da literatura encontrada, embora pequena, tende a corroborar nossos resultados. De qualquer forma, são necessários mais estudos sobre a complexidade cognitiva dos itens do Enem.

Analisamos os itens quanto a incidência das habilidades e competências presentes na Matriz de Referência de Ciências da Natureza do Enem. Tivemos presentes na amostra 21 das 30 habilidades que compõem a Matriz. Dada a importância da matriz em avaliações externas, destacamos que a distribuição das habilidades nos itens se manteve diversificada, com algumas mantendo maior incidência e outras com uma participação modesta. Salientamos as habilidades que apareceram 8, 9 e até 10 vezes entre os itens (H13, H14, H15, H28 e H29) e as habilidades (H17, H19 e H23) que estiveram em apenas um item cada uma delas. A amostragem das competências de área também nos chama atenção, já que as 3, 4 e 8 têm presença maior entre os itens e a 2 não foi encontrada em nenhum item analisado. Cabe destacar que essa diferença reflete na incidência das habilidades mais e menos encontradas nos itens, já que habilidades e competências se relacionam. As habilidades presentes na competência 2 são mais diretamente ligadas ao conteúdo de física, o que aconteceu de maneira parecida na competência 6, que foi encontrada em apenas um item analisado e está, da mesma forma, mais voltada para o conteúdo de física, justificando a ausência ou baixa incidência nos itens analisados.

Os objetos do conhecimento podem ser definidos como uma reunião de conteúdos e que devem, de acordo com a Matriz de Referência do Enem, estar presentes nos itens do Exame, buscando refletir o aprendizado dos conteúdos transmitidos em sala

de aula para os estudantes. Partimos do princípio de que a diversidade dos objetos de conhecimento é importante para aferir o aprendizado dos alunos e que essa diversidade é responsável também por ampliar o universo de avaliação do conteúdo de biologia ensinado em sala de aula. De acordo com nossa análise, há uma divisão entre os objetos de conhecimento em que alguns aparecem com maior frequência em detrimento de outros. Destaque para "Ecologia e ciências ambientais", que ficou com 32% do total da amostra de 105 itens. No outro extremo, "Origem e evolução da vida" apareceu em apenas 3% dos itens analisados. A relevância do Enem no cenário nacional nos remete a duas questões: até que ponto os conteúdos da forma que são dispostos no Exame influenciam no currículo de ensino das escolas brasileiras? A menor cobrança de um determinado objeto de conhecimento nas avaliações do Enem pode influenciar o ensino na sala de aula? Contudo, pensamos que esses questionamentos fogem ao escopo desta pesquisa.

As taxonomias cognitivas têm um importante papel na área educacional e podem ser associadas a variados assuntos, como avaliações, currículos, objetos de aprendizagem e processos de ensino de forma geral. A Taxonomia SOLO é defendida pelos autores como uma possibilidade de avaliar a "qualidade" da aprendizagem dos estudantes. Utilizar essa taxonomia, ou outra que também possibilite classificar as questões quanto ao nível de complexidade cognitiva, é pedagogicamente importante para o aperfeiçoamento de uma prova da magnitude do Enem. Isso posto, nossa análise reforça essa possibilidade, destacando ainda a escassez de trabalhos no Brasil na mesma linha de pesquisa. Os resultados mostram que uma parte significativa das questões analisadas são de nível de complexidade cognitiva baixa, exigindo assim, um aprendizado superficial por parte dos estudantes. Na aprendizagem profunda, representados na Taxonomia SOLO pelos níveis relacional e abstrato estendido, a qualidade do pensamento é mais desafiadora do que nos níveis superficiais. Destacamos que deve haver um equilíbrio entre as aprendizagens, porque ambas são importantes. No entanto, isso não foi identificado na amostra.

Acrescentamos o fato de que, a maioria dos itens ser classificada como uniestructural e de aprendizagem superficial não significa que as questões sejam todas fáceis. No decorrer da pesquisa, destacamos um tópico do Capítulo 2, a fim de esclarecer que um item pode ter um nível de dificuldade alto, que é aferido pelo número de estudantes que erraram a questão, e ser classificado com complexidade cognitiva uniestructural. O inverso também é possível. Podemos identificar um item relacional, de aprendizagem profunda e com um nível de dificuldade menor, ou seja, com um número

maior de acertos. Assim, dificuldade e complexidade/profundidade cognitiva são diferentes. Nesse sentido, itens elaborados para compor o teste baseados na Taxonomia SOLO poderiam trazer à tona a importância de se trabalhar com as taxonomias cognitivas nas escolas, no currículo, nas avaliações internas e outros processos de ensino, trazendo essa prática para o cotidiano da escola e dos alunos.

Finalmente, entendemos que o formato de múltipla escolha do Exame Nacional do Ensino Médio é um dos fatores que pode influenciar no grande número de itens classificados em níveis de complexidade cognitiva superficiais. Acreditamos que itens dissertativos aumentariam consideravelmente as possibilidades de maior número de questões com complexidade cognitiva mais elevadas. Atualmente no Enem, somente a redação é dissertativa, todos os outros cadernos são compostos por itens de múltipla escolha. Mol (2019) também chegou as mesmas conclusões com dados do Saeb.

Em síntese, nossa pesquisa indicou, por meio do uso da Taxonomia SOLO, que os itens de biologia do caderno de Ciências da Natureza dos anos de 2012 a 2018 são classificados, em sua maioria, no nível de aprendizagem superficial. A discussão sobre a importância do uso das taxonomias cognitivas, em especial a Taxonomia SOLO, também é um ponto importante deste trabalho. A classificação das habilidades e dos objetos de conhecimento encontrados nas questões também nos faz refletir sobre a importância da diversidade, visto que se esperava a presença de todos que fazem parte da Matriz de Referência do Exame.

Sugerimos estudos complementares sobre os objetos de conhecimento da Matriz de Referência do Enem e o uso da Taxonomia SOLO para a classificação de itens de outras disciplinas avaliadas no Exame para possíveis comparações sobre os níveis de complexidade cognitiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, Lorin W. et al. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Harlow: Pearson New International Edition, 2014. 302p.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition**. New York: Longman, 2001.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. **Doze motivos favoráveis à adoção do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES)**. **Ensaio: aval.pol.públ.Educ.** 2011, vol.19, n.70, pp.107-125.

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362011000100007&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 10 junho 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1ª edição. São Paulo: Edições 70, 2016. 278 p.

BARROS, Aparecida da Silva Xavier. **Vestibular e Enem: um debate contemporâneo**. **Ensaio: aval.pol.públ.Educ.** 2014, vol.22, n.85, pp.1057-1090.

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40362014000400009&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 15 junho 2020.

BIGGS, J.; COLLIS, K. **Evaluating the quality of learning: the SOLO Taxonomy**. New York: Academic Press, 1982.

BONAMINO, A.; SOUSA, S. Z. **Três gerações de avaliação da educação básica no Brasil: interfaces com o currículo da/na escola**. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, vol. 38, n. 2, p. 373-388, 2012.

BONAMINO, A. C. **Matriz de referência**. In: Universidade Federal de Minas Gerais. **Glossário CEALE: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em:

<http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/matriz-de-referencia>. Acesso em: 30 maio de 2020

BRASIL. **Como funciona o Sisuv?** MEC. Ministério da Educação. Brasília: MEC. Disponível em: < <https://sisu.mec.gov.br> > Acesso em: 11 de junho de 2020

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Casa Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso: 10 de maio 2020.

BRASIL. **Edição do Enem 2019 registra a menor queda no número de inscritos dos últimos 4 anos**. INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: < http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/edicao-do-enem-2019-registra-a-menor-queda-no-numero-de-inscritos-dos-ultimos-4-anos/21206> Acesso em: 20 jan 2020

BRASIL. **Enem: Matriz de Referência.** INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília: MEC, INEP, 2009. Disponível em: [http:// download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf](http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf). Acesso em: 20 de junho 2020.

BRASIL. **Histórico Enem.** INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: < <http://inep.gov.br/enem/historico>> Acesso em: 02 de julho de 2020

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Formação de professores do ensino médio, Etapa I - Caderno VI: **Avaliação no Ensino Médio** / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [Ocimar Alavarse, Gabriel Gabrowski] – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2013.

BRASIL. Lei nº. 9.394/1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília: Casa Civil, 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm> Acesso em: 11 maio. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.096**, de 13 de janeiro de 2005. Institui o Programa Universidade para Todos - PROUNI, regula a atuação de entidades beneficentes de assistência social no ensino superior; altera a Lei nº 10.891, de 9 de julho de 2004, e dá outras providências. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 jan. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11096.htm> Acesso em: 03 de janeiro 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria MEC nº 438 de 28 de maio de 1998.** Institui o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1 jun. 1998. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>> Acesso em: 20 janeiro 2020

BRASIL. **Portaria nº: 458**, de 05 de maio de 2020. Brasília: MEC, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-458-de-5-de-maio-de-2020-255378342>>. Acesso em: 28 de outubro de 2020.

BROOKE, N.; CUNHA, M. A. **A avaliação externa como instrumento da gestão educacional nos estados.** *Estudos e Pesquisas Educacionais.* Fund. Victor Civita, v2, p. 17-79, 2011. Disponível em: < http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/avaliacao_externa_fvc.pdf> Acesso em: 02 de junho 2020.

CARLOS, Pablo Rafael de Oliveira. **Uma análise do desempenho dos estudantes no exame nacional do ensino médio e as contribuições para o ensino-aprendizagem de física.** 2016. 347f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em:< <http://repositorio.ufjf.br:8080/jspui/handle/ufjf/4082>>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

CINTRA, E. P.; MARQUES JUNIOR, 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.* Bauru, v. 22, n. 3, p. 707-725, 2016.

Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n3/1516-7313-ciedu-22-03-0707.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2020.

CORBUCCI, P. R. **Financiamento e Democratização do Acesso à Educação Superior no Brasil: da deserção do Estado ao projeto de reforma. Educação e Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 88, Especial, p. 677-701, out., 2004.

CÓRDOVA, K. E. G. **Manual Nueva Taxonomía Marzano y Kendall**. Sept. 2009. Disponível em < http://www.cca.org.mx/profesores/congreso_recursos/descargas/kathy_marzano.pdf> Acesso: 01 de junho de 2020.

FERRAZ, A. P. do C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos**, v.17, n.2, p.421-431, 2010. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2.pdf>> Acesso: 05 de junho 2020.

FONSECA, R.; SILVA, P.; SILVA, R. **Acordo inter-juízes: O caso do coeficiente kappa. Laboratório de Psicologia**, Lisboa, v. 5, n.1, p. 81-90, 2007.

FREITAS, Dirce Nei Teixeira. **Avaliação da Educação Básica no Brasil: Características e Pressupostos**. In: Vinte e cinco anos de avaliação de sistemas educacionais no Brasil – Origens e pressupostos. V. 1. / Adriana Bauer, Bernadete A. Gatti, Marialva R. Tavares – Florianópolis: Insular, 2013. p. 63-85

GAGNE, R. M. **The conditions of learning**. 3 ed. New York: Holt, Rinehart & Winston. 1977.

GARCIA, Lenise Aparecida Martins Garcia. **Competências e Habilidades: você sabe lidar com isso? Educação e Ciência On-line**, Brasília: Universidade de Brasília. Disponível em: <http://www.educacao.es.gov.br/download/roteiro1_competenciasehabilidades.pdf> Acesso em: 29 de junho de 2020.

GATTI, B. A. **Avaliação de sistemas educacionais no Brasil. Sísifo: Revista de Ciências da Educação**. nº 9. mai/ago, 2009.

GATTI, B.A. **Possibilidades e fundamentos de avaliações em larga escala: primórdios e perspectivas contemporâneas**. IN: BAUER, A. GATTI, B.A., TAVARES, M. Ciclo de Debates: Vinte e Cinco Anos de Avaliações de Sistemas Educacionais no Brasil. São Paulo: Editora Insular/FCC, 2013, 2v.

GATTI, B. A. **Avaliação: Contexto, História e Perspectivas. Olhares**, Guarulhos, v. 2, n. 1, p. 08-26. Maio, 2014.

HAYES, A. F.; KRIPPENDORFF, K. **Answering the call for a standard reliability measure for coding data**. Communication methods and measures, v. 1, n. 1, p. 77-89, 2007.

HATTIE, J. A. C.; BROWN, G. T. L. **Cognitive processes in asTTle: The SOLO taxonomy.** asTTle Technical Report , University of Auckland/Ministry of Education. 2004.

HERINGER, Flávio Roberto de Almeida. **Quantas políticas públicas há no Brasil? O problema da imprecisão conceitual para a avaliação de políticas públicas.** Senado Federal, **Instituto Legislativo Brasileiro-ILB**, Brasília 2018. p.p 1-75. Disponível <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/555174/ILB2018_HERINGER.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 03 julho 2020

KRATHWOHL, David R. **A revision of Bloom's Taxonomy: an overview.** Theory into practice, College of Education, The Ohio State University, v. 41, n. 4, p. 212-218, autumn 2002.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **Em busca de informações.** A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em Ciências Humanas. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008, p.197-231

LOCATELLI, I. **Construção de instrumentos para a avaliação de larga escala e indicadores de rendimento: o modelo SAEB. Estudos em Avaliação Educacional**, n. 25, p.3-21, 2002. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/2189>> Acesso em: 8 de junho 2020.

MACENO, N.G; PEREIRA, J.R; MALDANER, O.A; GUIMARÃES, O.M. **A matriz de referência do Enem 2009 e o desafio de recriar o currículo de química na educação básica.** Química Nova na Escola. 2011. Vol. 33, Nº 3. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/outubro2011/quimica_artigos/matriz_enem_2009_curr_quim_art.pdf> Acesso em: 05 junho.2020.

MACHADO, Cristiane; ALAVARSE, Ocimar Munhoz. **Qualidade das Escolas: tensões e potencialidades das avaliações externas.** Educ. Real. 2014, vol.39, n.2, pp.413-436. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-62362014000200005&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 05 junho.2020.

MACHADO, Juliana Meuci Bastos; CINTRA, Elaine Pavini; SOUSA, Eduardo Carvalho. **Conceitos de química orgânica avaliados nos itens do Enem 2009-2014. Enseñanza de las ciencias**, Núm. Extra (2017), p. 5287-5292. Disponível em: <<https://ddd.uab.cat/record/183058>>. Acesso em: 5 de abril de 2020.

MANCINI, Giovanna Vianna; MARQUES JUNIOR, Amaury Celso; CINTRA, Elaine Pavini. **Análise dos itens de biologia presentes no Enem. Enseñanza de las ciencias**, Núm. Extra (2017), p. 1479-1484. <<https://ddd.uab.cat/record/184427>> Acesso em: 09 de maio de 2020.

MANCINI, Giovanna Vianna; JUNIOR, Amaury Celso Marques; CINTRA, Elaine Pavini. **Caracterização dos itens de biologia do Enem de acordo com a taxonomia de Bloom revisada: uma experiência com professores do ensino médio. Formação docente: princípios e fundamentos** 3. 152-164p. Ponta Grossa – Paraná. Editora Atena.

2019. Disponível em: < <https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/formacao-docente-principios-e-fundamentos-3>> Acesso em: 09 de maio de 2020.

MARCELINO, Leonardo Victor; RECENA, Maria Celina Piazza. **Possíveis influências do novo Enem nos currículos educacionais de química.** *Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 23, n. 53, p. 148-177, set/dez. 2012. Disponível em: < <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/1919>> Acesso em: 18 de março de 2020.

MARZANO, Robert J.; KENDALL, John S. **The need for a Revision of Bloom's Taxonomy. The New Taxonomy of Educational Objectives.** 2nd edition. Thousand Oaks: Corvin Press, 2007, p. 1-19.

MATOS, Daniel Abud Seabra. **Estratégias de verificação da confiabilidade e concordância entre juízes:** aplicações na área educacional. In: *Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 25, n. 59, p. 298-324, set./dez. 2014. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/2750>> Acesso: 22 de julho de 2020.

MIRANDA, Leonídio Antônio Sousa de; FERREIRA, Andrea Claudia Freitas; DIAS, Glaecir Roseni Mundstock. **Análise de conteúdo das questões de Fisiologia Humana da Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Exame Nacional do Ensino Médio (1998-2016).** *Ciência e Educação.* Bauru, v. 25, n. 2, p. 375-393, 2019. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132019000200375&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 de maio 2020.

MOBILIDADE SISU. *g1globo.com*, 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/sisu-mobilidade-2013-infografico/platb/>>. Acesso em: 02 de novembro de 2020.

MOL, Solange Maria; MATOS, Daniel Abud Seabra. **Uma análise sobre a Taxonomia SOLO:** aplicações na avaliação educacional. In: *Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 30, n. 75, p. 722-747, set./dez. 2019. Disponível em: < <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/view/6593/3923>> Acesso em: 28 de maio 2020.

MOL. Solange Maria. **Prova Brasil:** uma análise da complexidade de itens de matemática por meio da Taxonomia SOLO. 2018. 127f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, 2019.

OCDE (2017), PISA (2015). **Assessment and Analytical Framework:** Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and collaborative problem solving. Paris: PISA, OECD Publishing, 2017. 262 p. Disponível em: < <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264281820-en.pdf?expires=1598209729&id=id&accname=guest&checksum=96D1B3455B885DC5B8F0781DF7E82DC6>> Acesso: 22 de agosto de 2020.

OLIVEIRA, Andrea Barros Carvalho de. **O ENEM como processo seletivo para o ensino superior:** algumas considerações sobre a democratização do acesso e sobre o

construto do exame¹. **Jornal de políticas educacionais**. v.9, n.17 e 18. Janeiro-Junho e Agosto-Dezembro de 2015. PP. 156–167. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/jpe/article/view/40721>>. Acesso em: 01 de novembro de 2020.

OLIVEIRA, Dalila A. O. **As políticas para o ensino médio na realidade brasileira: uma agenda em disputa**. **Revista Poiésis**, Tubarão, v. 10, n. 17, p. 187- 198, jan./jun. 2016. Disponível em: <<http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Poiesis/article/view/3882>>. Acesso em: 01 de julho de 2020.

OLIVEIRA, Romualdo Portela de, (2001). **O direito à educação**. In: OLIVEIRA, Romualdo Portela de; ADRIÃO, Theresa. Gestão, financiamento e direito à educação. Análise da LDB e Constituição Federal. São Paulo: Xamã, p. 15-43

OLIVEIRA, Romualdo Portela de; ARAUJO, Gilda Cardoso de. **Qualidade do ensino: uma nova dimensão da luta pelo direito à educação**. **Rev. Bras. Educ.** Rio de Janeiro, n. 28, p. 5-23, Abr. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n28/a02n28.pdf>> Acesso em: 20 junho 2020.

PEREIRA, V. C. A. S. **Aplicação da Taxonomia SOLO na análise da qualidade da avaliação**. Validação do método analítico por aplicação aos exames nacionais de Matemática entre 2006 e 2014. 2019. 175f. Tese (doutorado em matemática) – Instituto de Ciências, Universidade da Beira Interior, Covilha. 2019. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/7091>> Acesso: 15 de maio de 2020.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999

PERRENOUD, Philippe. **Construindo competências: entrevista com Philippe Perrenoud**, Universidade de Genebra [para] Paola Gentile e Roberta Bencini. **Nova Escola**, São Paulo, p. 19-31, set. 2000. Disponível em: http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.html. Acesso em: 13 de junho de 2020

RIOS VALDEZ, Vitor. **Desenvolvimento de uma matriz de competências e habilidades para repensar o ensino de ciências pela perspectiva do ensino por investigação**. 2017. 162 f., il. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/24832>>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

RODRIGUES, Maurício Paulo. **A taxonomia de Bloom aplicada a questões de física**. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/20548>>. Acesso em 20 de abril de 2020.

SILVA, Vailton Afonso; MARTINS, Maria Inês. **ENEM nos Livros Didáticos de Física recomendados pelo PNL D 2012. Guia de orientação para professores**. 37p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PUC Minas. Belo Horizonte, 2013. Disponível em:

<http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20131205142618.pdf> Acesso em: 09 de maio de 2020.

SCHWARTZMAN, S. **Aprendendo com os erros e os acertos do passado**: pontos essenciais para a definição de políticas públicas de educação. **Revista da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior**, Brasília, DF, ano 27, n. 39, 2009.

SCHWARTZMAN, S. **Universidades**: nacionais, regionais? **Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade**. 2013. Disponível em:<
<https://archive.org/details/UniversidadesNacionaisRegionais> >. Acesso em 10 de novembro de 2020.

SILVA, Vailton Afonso; MARTINS, Maria Inês. **Análise de questões de física do Enem pela taxonomia de Bloom revisada**. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte) [online]. 2014, vol.16, n.3, pp.189-202. ISSN 1415-2150. Disponível em:<
<https://doi.org/10.1590/1983-21172014160309>>. Acesso em 10 de abril de 2020.

SILVEIRA, Fernando Lang da; BARBOSA, Marcia Cristina Bernardes; SILVA, Roberto da. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**: Uma análise crítica. **Revista do Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 1101 (2015) Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000101101> Acesso em: 20 jan de 2020.

SOARES, José Francisco; ALVES, Maria Teresa Gonzaga. **Escolas de ensino fundamental**: Contextualização dos resultados. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 7, n. 12, p. 145-158, jan./jun. 2013. Disponível em: <www.esforce.org.br>. Acesso em: 13 de jun de 2020.

SOUSA, Eduardo Carvalho. **Utilização do método bookmark para a interpretação pedagógica da escala de Física no exame nacional do ensino médio (ENEM)**. **Enseñanza de las ciencias**, Núm. Extra (2013), p. 3417-3422. Disponível em:
<<https://ddd.uab.cat/record/175643>> Acesso em: 26 de abril de 2020.

WEBB, N. L. **Depth-of-Knowledge Levels for four content areas**. 2002. Disponível em:<<http://ossucurr.pbworks.com/w/file/attach/49691156/Norm%20web%20dok%20by%20subject%20area.pdf>>. Acesso: 03 de junho 2020.

TRAVITZKI, Rodrigo. **Enem**: limites e possibilidades do Exame Nacional do Ensino Médio enquanto indicador de qualidade escolar. 2013. 320 f. Tese (doutorado) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em:
<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28062013-162014/pt-br.php>>. Acesso 28 de maio de 2020.

TREVISAN, A. L.; AMARAL, R. G. do. **A Taxionomia revisada de Bloom aplicada à avaliação**: um estudo de provas escritas de Matemática. **Ciênc. educ.** (Bauru), Bauru, v. 22, n.2, p.451-464, jun. 2016. Disponível em
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132016000200451&lng=pt&nrm=iso>. Acesso 15 de maio de 2020.

TRIPODI, Zara Figueiredo; SOUSA, Sandra Zákia. **Do governo à governança:** permeabilidade do estado a lógicas privatizantes na educação. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 48, n. 167, p. 228-253, Mar. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742018000100228&lang=pt Acesso em 01 julho 2020

ZANCHETTIN, Fábio. **O fim da divulgação dos resultados do Enem por escola:** uma breve reflexão sobre a avaliação das políticas públicas e o acesso à informação. **Rev. Adm. Pública** vol.52 no.5 Rio de Janeiro Set./Out. 2018 < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122018000500971> Acesso em: 28 junho 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. Sistemas de Bibliotecas e informação. **Guia para normatização bibliográfica de trabalhos acadêmicos.** Ouro Preto: UFOP, 2019. Disponível em: < <https://www.repositorio.ufop.br/image/guiaNormalizacaoSisbin.pdf> >. Acesso em: 20 junho 2020.