



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA



JULIA RIBEIRO TAMBORLIN

ANÁLISE DE ITENS DE MATEMÁTICA DO ENEM DIGITAL  
VIA TAXONOMIA DE BLOOM

SÃO CARLOS  
2022

JULIA RIBEIRO TAMBORLIN

ANÁLISE DE ITENS DE MATEMÁTICA DO ENEM DIGITAL  
VIA TAXONOMIA DE BLOOM

Monografia apresentada ao curso de  
Licenciatura em Matemática da  
Universidade Federal de São Carlos.

Orientador: Prof. Dr. Jean Piton  
Gonçalves

SÃO CARLOS  
2022



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA - CCM/CCET

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518221 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 16/2022/CCM/CCET

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso

Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)

FOLHA DE APROVAÇÃO

JULIA RIBEIRO TAMBORLIN

ANÁLISE DE ITENS DE MATEMÁTICA DO ENEM DIGITAL VIA TAXONOMIA DE BLOOM

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos

São Carlos, 27 de setembro de 2022

ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientador	Jean Piton Gonçalves
Membro da Banca 1	Rafael Fernando Barostichi
Membro da Banca 2	Wladimir Seixas



Documento assinado eletronicamente por **Wladimir Seixas, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2022, às 13:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jean Piton Goncalves, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2022, às 13:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Fernando Barostichi, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/10/2022, às 16:58, 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 <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **0857145** e o código CRC **087250F8**.



---

**Referência:** Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº  
23112.036757/2022-93

SEI nº 0857145

*Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019*

*Dedico este trabalho a todos que me ajudaram e me apoiaram ao longo da graduação.*

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus pais, Ademir e Lia, e ao meu irmão, Leonardo, que sempre me apoiaram e me incentivaram nos estudos. Ao Antônio Lucas, que por diversas vezes me acalmou, me confortou e não mediu esforços para me ajudar durante a realização deste trabalho. A todos professores que me ensinaram e me fizeram dar a minha melhor versão. Ao Prof. Dr. Jean Piton Gonçalves, que teve a paciência de me orientar ao longo deste trabalho. A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que me proporcionou todo o aprendizado e desenvolvimento.

## RESUMO

A Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) permite classificar as ações necessárias para que o examinado obtenha um desempenho satisfatório na resolução de itens por meio de seus aspectos cognitivos. No cenário dos Testes Informatizados, o ENEM Digital é uma prova que aplica 180 itens em quatro áreas de conhecimento. A partir da análise e classificação de 45 itens digitais de Matemática e suas Tecnologias de acordo com a TBR, definiu-se o tipo de conhecimento necessário do examinado para a resolução desses itens. Resultados mostram que a prova não é bem distribuída na tabela bidimensional da TBR e que há a prevalência de itens que necessitam de Conhecimento Efetivo e itens que requerem a habilidade "Aplicar".

**Palavras-chave:** Taxonomia de Bloom Revisada. Testes Educacionais. ENEM Digital.

## **ABSTRACT**

The Revised Bloom Taxonomy (RBT) allows classifying the actions necessary for the examinee to obtain a satisfactory performance in solving items through their cognitive aspects. In the scenario of Computerized Tests, ENEM Digital is a test that applies 180 items in four areas of knowledge. From the analysis and classification of 45 digital items of Mathematics and its Technologies according to the RBT, the type of knowledge required by the examinee was defined to solve these items. Results show that the test is not well distributed in the two-dimensional table of the TBR and that there is a prevalence of items that require Effective Knowledge and items that require the skill "Apply".

**Keyword:** Revised Bloom's Taxonomy. Educational Tests. ENEM Digital.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Categorias dos Processos Cognitivos da TBR .....	16
Figura 2 - Enunciado de um item de Matemática relacionado a economia .....	22
Figura 3 - Item de Matemática do PISA que envolve a manipulação de informações no painel simulador .....	23
Figura 4 - Menu da Prova .....	28
Figura 5 - Mapa de Questões .....	28
Figura 6 - Tela exemplo de um item na plataforma do ENEM Digital .....	29
Figura 7 - Cartão-Resposta Digital .....	30
Figura 8 - Processo de classificação dos itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 segundo a TBR .....	32
Figura 9 - Gráfico do total de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 por Processo Cognitivo .....	34
Figura 10 - Gráfico do total de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 por Dimensão do Conhecimento .....	35
Figura 11 - Gráfico da distribuição de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 por Processo Cognitivo e Dimensão do Conhecimento .....	36
Figura 12 - Item 175 da prova amarela de Matemática do ENEM Digital 2020	39
Figura 13 - Item 156 da prova amarela de Matemática do ENEM Digital 2020	40
Figura 14 - Item 173 da prova amarela de Matemática do ENEM Digital 2020	42
Quadro 1 - Verbos das categorias da Dimensão dos Processos Cognitivos ...	17
Quadro 2 - Comparação entre a TB (1956) e a TBR (2001) .....	17
Quadro 3 - Quadro que relaciona a dimensão do conhecimento com a dimensão dos processos cognitivos .....	18
Quadro 4 - Preenchimento do quadro da TBR .....	18
Quadro 5 - Competências e habilidades da Matriz de Referência do ENEM ...	25
Quadro 6 - Continuação das Competências e habilidades da Matriz de Referência do ENEM .....	26
Quadro 7 - Itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados na TBR .....	33
Quadro 8 - Quantidade de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados na TBR .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conteúdos Matemáticos da prova de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados da Dimensão do Conhecimento da TBR.....	37
Tabela 2 - Conteúdos Matemáticos da prova de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados da Dimensão dos Processos Cognitivos da TBR.....	38

## LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
TB	Taxonomia de Bloom
TBR	Taxonomia de Bloom Revisada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>TAXONOMIA DE BLOOM</b> .....	13
2.1	TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA .....	14
<b>3</b>	<b>TESTES EDUCACIONAIS</b> .....	20
3.1	TESTES INFORMATIZADOS .....	21
3.2	O ENEM DIGITAL .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	32
4.1	ESTUDOS DE CASO .....	38
4.1.1	Item 175 .....	39
4.1.2	Item 156 .....	40
4.1.3	Item 173 .....	42
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma avaliação aplicada em nível nacional que tem como objetivo aferir o domínio do estudante ao final do Ensino Médio e, também, proporcionar o ingresso em diversas universidades do Brasil (BRASIL, 2022). Em 2020, a prova que até então era impressa, passou a ter a opção em formato digital, com a expectativa de que este novo formato substitua a prova impressa em até 2026 e que possibilite a utilizar de recursos interativos para aprimorar o exame (BRASIL, 2019).

Por outro lado, existe a Taxonomia de Bloom (TB) que é amplamente utilizada por educadores em “seus planejamentos educacionais, objetivos, estratégias e sistemas de avaliação” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 422-423). Devido as mudanças incluídas ao sistema educacional das últimas décadas, surge a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR), uma versão atualizada da Taxonomia de Bloom de 1956. A TBR visa classificar o desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor em categorias hierarquizadas de acordo com a complexidade e dependência de outras categorias. Essa taxonomia foi criada com o objetivo de “oferecer a base para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e utilização de estratégias diferenciadas para facilitar, avaliar e estimular o desempenho dos alunos em diferentes níveis de aquisição de conhecimento” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 422-423).

Nesse contexto do ENEM Digital e da TBR, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo classificar os itens de Matemática da prova do ENEM Digital de 2020 via TBR, com o objetivo de apoiar professores e gestores educacionais no ensino, aprendizagem e avaliação escolar. A escolha pelo ENEM Digital foi devido a sua implementação recente, sendo um assunto que ganhou relevância por ser um formato que substituirá a prova impressa em alguns anos.

Os procedimentos metodológicos para a classificação dos itens de Matemática do Enem Digital 2020 foram:

- i. levantamento bibliográfico sobre avaliação, TBR e testes educacionais;
- ii. levantamento e resolução de 45 itens de Matemática da prova supracitada;

- iii. estudo da Matriz de Referência do ENEM (INEP, 2022), assim como o levantamento das habilidades por item da prova (partindo dos microdados do INEP) e análise qualitativa dos itens sob a ótica da TBR.

A monografia está estruturada da seguinte forma: o Capítulo 2, que explicará o conceito da TBR com base em Bloom et al. (1956), Anderson et al. (2001) e Ferraz e Belhot (2010). O Capítulo 3, que apresentará uma introdução de testes educacionais, testes informatizados e ENEM Digital. O Capítulo 4, que apresentará a classificação dos itens de Matemática da prova do ENEM Digital de 2020, podendo-se verificar como é a dada a distribuição da prova na TBR. O Capítulo 5, que apresentará as reflexões observadas a partir deste trabalho.

## 2 TAXONOMIA DE BLOOM

A Taxonomia dos Objetivos Educacionais, também conhecida como Taxonomia de Bloom (TB), foi formada em uma reunião, em 1948, na *American Psychological Association Convention*, em Boston. O objetivo foi criar uma classificação dos objetivos do sistema educacional para ajudar professores e gestores educacionais que estavam envolvidos em problemas curriculares e avaliativos (BLOOM et al., 1956, p. 1-5).

Apesar da taxonomia receber o nome do pesquisador Benjamin S. Bloom, outros colaboradores tiveram contribuição no trabalho, dentre eles Max D. Englehart, Edward. J. Furst, Walker H. Hill e David R. Krathwohl. Ainda, de acordo com Bloom et al. (1956), a taxonomia é um trabalho conjunto de vários pesquisadores, construtores de testes, professores e leitores, já que, durante as primeiras divulgações da TB, fizeram várias críticas e comentários que ajudaram a aprimorar o trabalho.

Durante a elaboração da TB, foram levados em consideração alguns princípios. Bloom et al. (1956) disseram que a TB deveria ser uma taxonomia que facilitasse a comunicação entre educadores, que fosse utilizado dos melhores termos para que ela fosse precisa e bem definida, e que fosse condizente com princípios psicológicos e com as teorias pertinentes da época em que foi criada. Além desses valores, fazia parte das filosofias da construção da TB “evitar julgamentos de valor sobre objetivos e comportamentos” e manter “neutralidade em relação aos princípios e filosofias educacionais” (BLOOM et al., 1956, p. 6, tradução nossa).

Segundo Bloom et al. (1956), os pesquisadores dividiram os estudos para a elaboração da taxonomia de acordo com cada domínio específico de desenvolvimento:

- **Cognitivo:** relacionado a capacidades intelectuais, recordações, reconhecimento, desenvolvimento de habilidades.
- **Afetivo:** relacionado as mudanças comportamentais, interesses, valores, sentimentos e emoções. Esta classificação, até 1956, não estava finalizada e não tinha previsão de publicação devido às dificuldades de se classificar precisamente os comportamentos e sentimentos.

- **Psicomotor:** relacionado a habilidades motoras e manipulativas, foi pouco explorada durante os estudos, por entenderem que não agregaria naquele momento.

Ferraz e Belhot (2010, p.423) aponta que, apesar os três domínios terem sido divulgados, o domínio cognitivo foi o que recebeu maior destaque, sendo o mais conhecido e mais utilizado.

A TB foi classificada de forma hierarquizada, de modo que para que um indivíduo evolua para uma característica é necessário que ele aprimore a característica anterior. A classificação da TB na ordem do “mais simples” para o “mais complexo” se baseou na ideia de que vários comportamentos mais simples podem gerar um comportamento mais complexo (BLOOM et al., 1956, p. 18). O domínio cognitivo foi classificado na seguinte ordem: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação. Para ascender a categoria de Aplicação, por exemplo, o indivíduo precisa ter um bom desempenho nas categorias de Conhecimento e Compreensão.

## 2.1 TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA

A necessidade de aprimorar a TB persistiu por décadas após a publicação do livro original *Taxonomy of Education Objectives* (BLOOM et al., 1956). Por acreditarem na importância da TB para os educadores e por reconhecerem que houve várias mudanças na sociedade, impactando em como pensamos e praticamos a educação, um outro grupo de pesquisadores decidiram fazer uma revisão da taxonomia criada em 1956 e publicaram no livro *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy for educational objectives* (ANDERSON et al., 2001).

A taxonomia, nesta nova versão, ficou conhecida como Taxonomia de Bloom Revisada (TBR). Diferente da TB que tinha dimensão única, na TBR, o domínio cognitivo passou a ser classificado em duas dimensões: Dimensão do Conhecimento e Dimensão dos Processos Cognitivos. O conhecimento esperado que os alunos tenham é descrito por um substantivo e o processo cognitivo pretendido é descrito por um verbo (ANDERSON et al., 2001; FERRAZ, BELHOT, 2010, p. 428):

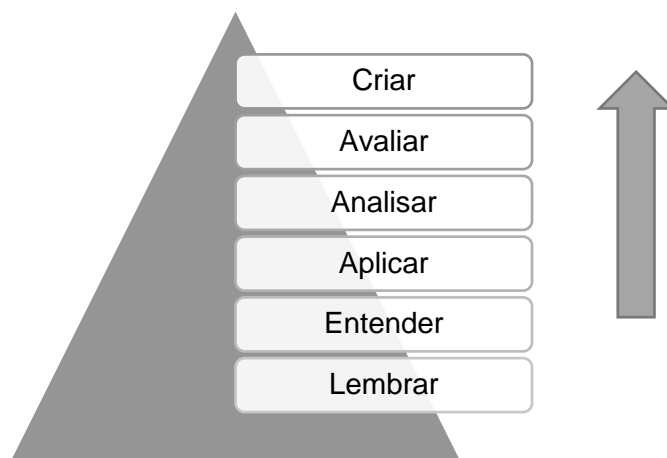
- **Dimensão do Conhecimento:** dividida nas subcategorias de conhecimentos Efetivo, Conceitual, Procedural e Metacognitivo, que, de acordo com Anderson et al. (2001), vão desde o “concreto” ao “abstrato”:
  - **Conhecimento Efetivo:** conhecimento de elementos básicos, de conteúdo discretos e isolados, conhecimento de terminologia e de detalhes e elementos específicos.
  - **Conhecimento Conceitual:** conhecimento de classificações e categorias, princípios e generalizações, teorias, modelos e estruturas, relação de elementos básicos em um contexto mais elaborado.
  - **Conhecimento Procedural:** conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos, técnicas e métodos, como fazer algo, conhecimento de critérios para determinar e justificar.
  - **Conhecimento Metacognitivo:** conhecimento estratégico, contextual e condicional, autoconhecimento, que, de acordo com Ferraz e Belhot (2010)

[...] essa subcategoria tem se tornado cada vez mais importante na área educacional uma vez que a possibilidade de autoaprendizagem e o controle do aprendizado relacionado à autonomia de aprender deve ser um processo cada vez mais consciente e passível de medição (FERRAZ, BELHOT, 2010, p. 425).
  
- **Dimensão dos Processos Cognitivos:** segundo Anderson et al. (2001), refere-se ao processo cognitivo pretendido, sendo classificada nas seguintes categorias:
  - **Lembrar:** recuperar conhecimento relevante de memória de longo prazo.
  - **Entender:** construir significado das mensagens instrucionais, incluindo comunicação oral, escrita e gráfica.
  - **Aplicar:** realizar ou usar um procedimento em uma determinada situação.
  - **Analisar:** quebrar o material em suas partes constituintes e determinar como as partes são relacionadas umas às outras, bem como a estrutura ou propósito geral.

- **Avaliar:** fazer julgamentos com base em critérios e/ou padrões.
- **Criar:** juntar elementos para formar um todo novo e coerente ou para fazer um produto original.

O que era chamado de “comportamento” na TB passou a ser chamado de “processo cognitivo” na TBR, pois, conforme Anderson et al. (2001), ocorreu um equívoco e o termo foi usado de forma incorreta naquela época.

Figura 1 - Categorias dos Processos Cognitivos da TBR



Fonte: Elaborada pela autora com base em Anderson et al. (2001).

Apesar da organização das categorias da Dimensão dos Processos Cognitivos se dar de forma hierárquica, como é na TB, na TBR existe uma flexibilidade, tendo a

[...] possibilidade de interpolação das categorias do processo cognitivo quando necessário, devido ao fato de que determinados conteúdos podem ser mais fáceis de serem assimilados a partir do estímulo pertencente a uma mais complexa (FERRAZ, BELHOT, 2010, p. 247).

Em contrapartida, a ordem da Dimensão do Conhecimento, que vai do “concreto” ao “abstrato” deve ser respeitada (FERRAZ, BELHOT, 2010, p. 247).

As categorias da Dimensão dos Processos Cognitivos podem ser relacionadas a verbos no gerúndio, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Verbos das categorias da Dimensão dos Processos Cognitivos

<b>Categorias dos Processos Cognitivos</b>	<b>Lembrar</b>	<b>Entender</b>	<b>Aplicar</b>	<b>Analisar</b>	<b>Avaliar</b>	<b>Criar</b>
<b>Lembrar</b>	Reconhecendo Recordando	Interpretando Exemplificando Classificando Resumindo Inferindo Comparando Explicando	Executando Implementando	Diferenciando Organizando Atribuindo	Checando Criticando	Generalizando Planejando Produzindo

Fonte: Elaborado pela autora com base em Anderson et al. (2001).

Segundo Ferraz e Belhot (2010), o gerúndio do verbo possibilita que seja esclarecido o “quê” e “como” avaliar, além de dizer se o objetivo foi ou não alcançado.

Note que houve uma mudança em relação as categorias definidas na TB de 1956, que pode ser observada pelo Quadro 2:

Quadro 2 - Comparação entre a TB (1956) e a TBR (2001)

<b>Taxonomia de Bloom (1956)</b>	<b>Taxonomia de Bloom Revisada (2001)</b>
1. Conhecimento	1. Lembrar
2. Compreensão	2. Entender
3. Aplicação	3. Aplicar
4. Análise	4. Analisar
5. Síntese	5. Avaliar
6. Avaliação	6. Criar

Fonte: Elaborado pela autora com base em Bloom et al. (1956) e Anderson et al. (2001).

A principal diferença a ser destacada é que os substantivos foram substituídos por verbos que dizem sobre o processo cognitivo pretendido.

Anderson et al. (2001) sugeriu um quadro para a utilização da TBR, para auxiliar na estrutura dos objetivos educacionais:

Quadro 3 - Quadro que relaciona a dimensão do conhecimento com a dimensão dos processos cognitivos

Dimensão do Conhecimento	Dimensão dos Processos Cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento Efetivo						
Conhecimento Conceitual						
Conhecimento Procedural						
Conhecimento Metacognitivo						

Fonte: Anderson et al. (2001), tradução nossa.

Como apontado por Ferraz e Belhot (2010), o Quadro 3 serve para classificar objetivos instrucionais de desenvolvimento cognitivo e, também, serve como um direcionador ao preparar atividades e avaliações. Nas interseções entre as linhas e as colunas, o que se denomina célula, é onde devem ser colocados os objetivos educacionais. Um mesmo objetivo educacional pode estar presente em mais de uma célula, desde que respeite a hierarquia da dimensão do conhecimento. Um exemplo da utilização desse quadro é dado por Ferraz e Belhot (2010):

Quadro 4 - Preenchimento do quadro da TBR

Dimensão do Conhecimento	Dimensão dos Processos Cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento Efetivo	Objetivo 1					
Conhecimento Conceitual		Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4		Objetivo 3
Conhecimento Procedural				Objetivo 4	Objetivo 5	
Conhecimento Metacognitivo				Objetivo 4	Objetivo 5	

Fonte: Ferraz e Belhot (2010)

O exemplo se trata de um conteúdo a ser ensinado dentro de uma disciplina que foi dividido em objetivos que deverão ser cumpridos até o final do período programado. Neste exemplo, o Objetivo 4 é: “analisar as diferentes medidas de erro, diferenciando-as, atribuindo significados de importância e entendendo em quais circunstâncias cada uma delas é mais adequada”

(FERRAZ, BELHOT, 2010, p. 430). Note que a categoria da Dimensão dos Processos Cognitivos “Analisar” está relacionada ao verbo no gerúndio “Diferenciando” e, pela tabela, vemos a sua classificação nas dimensões do conhecimento desejados.

Ainda, no Quadro 4, é possível ver o mesmo objetivo educacional em mais de uma célula, respeitando a hierarquia da Dimensão do Conhecimento e com todas as colunas preenchidas. De acordo com Ferraz e Belhot (2010), mesmo que não seja obrigatório, é importante que não haja colunas em branco para que se tenha maior controle do processo de aprendizagem.

### 3 TESTES EDUCACIONAIS

A avaliação educacional é um tema bastante discutido entre professores e educadores, tendo em vista que avaliar faz parte do trabalho deles e os resultados das avaliações refletem a eficácia do seu ensino (HAYDT, 1988, p.7). De acordo com a mesma autora, as avaliações, no meio do processo de ensino-aprendizagem são consideradas:

- i. **Funcionais:** por ajudar a verificar se os estudantes estão atingindo objetivos.
- ii. **Orientadoras:** por ajudar a verificar acertos e erros dos estudantes para corrigir ou redirecionar o ensino.
- iii. **Integrais:** por permitir analisar o aluno como um todo (aspectos cognitivos, afetivo e psicomotor).

Haydt (1988) aponta que as avaliações podem ser classificadas em algumas modalidades:

- **Diagnóstica:** avaliações que têm como objetivo verificar o conhecimento e dificuldades dos estudantes. Normalmente são aplicadas no início ou no final de uma unidade de ensino.
- **Formativa:** avaliações que têm como propósito verificar se os objetivos de ensino foram alcançados. Normalmente são aplicadas ao longo de uma unidade de ensino. Esta forma de avaliação ajuda o professor a aperfeiçoar o ensino ao longo do período de aprendizagem.
- **Somativa:** tem como objetivo classificar os resultados de aprendizagem dos alunos e é aplicada no final de uma unidade de ensino. Esta avaliação costuma ser usada para classificar um estudante de forma a permiti-lo avançar para outra série ou de um grau para outro.

No quesito avaliação, o Brasil recebeu forte influência dos Estados Unidos e de outros países (SILVA, 1998, p. 110). Ao longo da história da educação, vários tipos de avaliações foram desenvolvidos e com diversas finalidades, tais como exames orais, exames escritos, testes de respostas curtas (verdadeiro ou falso, por exemplo) e os testes objetivos (SILVA, 1998). Este último é caracterizado por exibir a(s) resposta(s) corretas ao examinado, que deverá

"descobrir" a resposta. A subcategoria mais utilizada são os testes de múltipla escolha com resposta dicotômica, isto é, apenas uma das opções de resposta é correta.

As discussões sobre técnicas de elaboração de testes objetivos ficaram populares no Brasil por volta da década de 1960 e esses tipos de testes passaram a ser amplamente utilizados em vestibulares (GATTI, 2013, p. 34). A autora defende que, a partir de testes objetivos, “é possível verificar a capacidade de raciocínio, de análise, de pensamento crítico e de outras características complexas de que se reveste a aprendizagem humana” (p. 35).

### 3.1 TESTES INFORMATIZADOS

Com o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), alguns testes objetivos aplicados via lápis e papel passaram a ser aplicados por dispositivos digitais, tais como computadores e smartphones. Estes testes, na literatura, são denominados de Testes Informatizados.

Alguns benefícios dos Testes Informatizados são apontados por Olea e Hontangas (1999), tais como a otimização das condições de aplicação, de correção e de interpretação dos resultados. Outros benefícios podem ser destacados, tais como:

- Acessibilidade, já que pode ter a opção de aumentar o tamanho da fonte e utilizar de recursos sonoros e visuais, por exemplo.
- Montar e aplicar testes adaptativos, reduzindo o tempo de teste (PITON-GONÇALVES, 2020, p. 670).
- Utilizar-se de aspectos da psicometria, como é o caso da Teoria Clássica de Testes e da Teoria de Resposta ao Item (PITON-GONÇALVES, 2020, p. 670).

Alguns exemplos de testes computadorizados aplicados no Brasil são o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) (BRASIL, 2022).

O PISA foi criado em 2000 e é aplicado a cada 3 anos, contanto, atualmente, com a participação de 79 países. A partir desta prova é possível avaliar os conhecimentos dos estudantes da faixa etária dos 15 anos que estão na idade de terminar o ensino básico que é obrigatório na maioria dos países. O

exame permite comparar os resultados entre diferentes países e norteia a reformulação de programas educacionais para melhorar a qualidade do ensino.

A Figura 2 mostra o enunciado de um item de Matemática do PISA 2022 que fala sobre a discussão de uma família sobre a melhor forma de economizar dinheiro para ajudar nos custos da filha quando ela iniciar os estudos na faculdade. No enunciado diz que esta família considerou utilizar um simulador online para explorar algumas possibilidades.

Figura 2 - Enunciado de um item de Matemática relacionado a economia

**PISA 2022** [Progress Bar] [Clock Icon] [Calculator Icon] [Question Mark Icon] [Left Arrow Icon] [Right Arrow Icon]

**Savings simulation**  
Introduction  
Read the introduction. Then click on the NEXT arrow.

**SAVINGS SIMULATION**

Sizwe and her parents are discussing how best to save money to support her expenses when she starts college. They have identified an online saving simulation application that allows them to explore different ways in which they can achieve the outcome they require.

The simulation considers four variables:

- **Monthly deposit:** the amount of money that the family deposits into the savings account every month;
- **Savings period:** the number of months for which the family makes a monthly deposit into the savings account;
- The **annual interest rate** that the savings account attracts; and
- **Total savings:** the total amount that will be saved at the end of the savings period.

The application allows the user to perform three simulations:

- **Total savings:** the total savings that will accumulate if the monthly deposit, interest rate and savings period are known;
- **Monthly deposit:** the monthly deposit that is needed to achieve a desired total savings over a given time period and interest rate; and
- **Savings period:** the total period (number of months) that is needed to achieve a desired total savings for a given monthly deposit and interest rate.

Fonte: OECD (2018).

Na Figura 3, tem-se a continuação do item apresentado na Figura 2. Nele, o estudante deve fazer manipulações no painel de simulação para responder as questões presentes no lado esquerdo da tela.

Figura 3 - Item de Matemática do PISA que envolve a manipulação de informações no painel simulador

**Savings simulation**  
Question 1/3

Use the simulator to calculate the unknown amount in each situation.

- How many Zeds will Sizwe save altogether if she:
  - Deposits 60 Zeds per month,
  - For a period of 48 months,
  - At an annual interest rate of 4%.
- How many Zeds must Sizwe deposit every month if she:
  - Wants to save 4,000 Zeds,
  - Over a period of 36 months,
  - At an annual interest rate of 8%.
- How long (in months) will it take Sizwe to:
  - Save 6000 Zeds,
  - If she deposits 100 Zeds per month,
  - At an annual interest rate of 10%.

**SAVINGS SIMULATOR**

Step 1: Select what you want to simulate:

Step 2: Complete the required information using the highlighted (red) sliders

Savings period:  Months

Monthly deposit:  Zeds

Annual interest rate:  % per year

Total saving:  Zeds

Simulation #	Savings Period (Months)	Monthly deposit (Zeds)	Annual Interest Rate (%)	Total amount saved (Zeds)
1				
2				
3				
4				
5				

Fonte: OECD (2018).

### 3.2 O ENEM DIGITAL

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma avaliação somativa em larga escala, aplicada em nível nacional que tem como objetivo aferir o domínio do estudante ao final do Ensino Médio. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é o responsável pela elaboração e aplicação das provas.

O ENEM foi criado em 1998, e desde 2009 passou a ser um exame que proporciona o ingresso em diversas universidades do Brasil (BRASIL, 2022). Em 2020, a prova que até então era realizada em um caderno impresso, passou a ter a opção em formato digital. O objetivo é que o ENEM impresso seja substituído pelo ENEM Digital até 2026 e que esse formato possibilite a realização da prova em várias datas ao longo do ano e a aplicação para mais municípios do país. Além disso, o formato digital permite incluir na prova recursos como vídeos, infográficos ou recursos interativos (BRASIL, 2019).

Tanto na versão impressa, quanto na versão digital, o ENEM é uma avaliação aplicada em dois domingos consecutivos, que, atualmente, são divididos da seguinte forma (INEP, 2022):

- **Primeiro dia:** prova objetiva com 90 itens de múltipla escolha e uma redação, sendo 45 itens relacionados a área de conhecimento de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, e 45 itens relacionados a área de conhecimento de Ciências Humanas e suas Tecnologias. A duração da prova é de 5 horas e 30 minutos.
- **Segundo dia:** prova objetiva com 90 itens de múltipla escolha, sendo 45 itens relacionados a área de conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e 45 itens relacionados a área de conhecimento de Matemática e suas Tecnologias. A duração da prova é de 5 horas.

De acordo com o INEP (2022), prova é elaborada com base nos seguintes eixos cognitivos, comuns a todas as áreas de conhecimento:

- I. **Dominar linguagens:** 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:** 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:** selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. **Construir argumentação:** relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. **Elaborar propostas:** recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Especificamente na prova de Matemática e suas Tecnologias, existem 30 habilidades que podem ser abordadas, que são separadas em sete competências de área, conforme mostram os Quadros 5 e 6:

Quadro 5 - Competências e habilidades da Matriz de Referência do ENEM

<p><b>Competência de área 1 -</b> Construir significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais.</p>	<p><b>H1</b> - Reconhecer, no contexto social, diferentes significados e representações dos números e operações - naturais, inteiros, racionais ou reais. <b>H2</b> - Identificar padrões numéricos ou princípios de contagem. <b>H3</b> - Resolver situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos. <b>H4</b> - Avaliar a razoabilidade de um resultado numérico na construção de argumentos sobre afirmações quantitativas. <b>H5</b> - Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos numéricos.</p>
<p><b>Competência de área 2 -</b> Utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela.</p>	<p><b>H6</b> - Interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional e sua representação no espaço bidimensional. <b>H7</b> - Identificar características de figuras planas ou espaciais. <b>H8</b> - Resolver situação-problema que envolva conhecimentos geométricos de espaço e forma. <b>H9</b> - Utilizar conhecimentos geométricos de espaço e forma na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano.</p>
<p><b>Competência de área 3 -</b> Construir noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.</p>	<p><b>H10</b> - Identificar relações entre grandezas e unidades de medida. <b>H11</b> - Utilizar a noção de escalas na leitura de representação de situação do cotidiano. <b>H12</b> - Resolver situação-problema que envolva medidas de grandezas. <b>H13</b> - Avaliar o resultado de uma medição na construção de um argumento consistente. <b>H14</b> - Avaliar proposta de intervenção na realidade utilizando conhecimentos geométricos relacionados a grandezas e medidas.</p>
<p><b>Competência de área 4 -</b> Construir noções de variação de grandezas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.</p>	<p><b>H15</b> - Identificar a relação de dependência entre grandezas. <b>H16</b> - Resolver situação-problema envolvendo a variação de grandezas, direta ou inversamente proporcionais. <b>H17</b> - Analisar informações envolvendo a variação de grandezas como recurso para a construção de argumentação. <b>H18</b> - Avaliar propostas de intervenção na realidade envolvendo variação de grandezas.</p>

Fonte: INEP (2022).

Quadro 6 – Continuação das Competências e habilidades da Matriz de Referência do ENEM

<p><b>Competência de área 5 -</b> Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas.</p>	<p><b>H19</b> - Identificar representações algébricas que expressem a relação entre grandezas. <b>H20</b> - Interpretar gráfico cartesiano que represente relações entre grandezas. <b>H21</b> - Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos. <b>H22</b> - Utilizar conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação. <b>H23</b> - Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos algébricos.</p>
<p><b>Competência de área 6 -</b> Interpretar informações de natureza científica e social obtidas da leitura de gráficos e tabelas, realizando previsão de tendência, extrapolação, interpolação e interpretação.</p>	<p><b>H24</b> - Utilizar informações expressas em gráficos ou tabelas para fazer inferências. <b>H25</b> - Resolver problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos. <b>H26</b> - Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.</p>
<p><b>Competência de área 7 -</b> Compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculos de probabilidade para interpretar informações de variáveis apresentadas em uma distribuição estatística.</p>	<p><b>H27</b> - Calcular medidas de tendência central ou de dispersão de um conjunto de dados expressos em uma tabela de frequências de dados agrupados (não em classes) ou em gráficos. <b>H28</b> - Resolver situação-problema que envolva conhecimentos de estatística e probabilidade. <b>H29</b> - Utilizar conhecimentos de estatística e probabilidade como recurso para a construção de argumentação. <b>H30</b> - Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos de estatística e probabilidade.</p>

Fonte: INEP (2022).

Ainda, na prova de Matemática e Suas Tecnologias, os conteúdos abordados são separados em (INEP, 2022):

- **Conteúdos numéricos:** operações em conjuntos numéricos (naturais, inteiros, racionais e reais), desigualdades, divisibilidade, fatoração, razões e proporções, porcentagem e juros, relações de dependência entre grandezas, sequências e progressões, princípios de contagem.
- **Conteúdos geométricos:** características das figuras geométricas planas e espaciais; grandezas, unidades de medida e escalas; comprimentos, áreas e volumes; ângulos; posições de retas;

simetrias de figuras planas ou espaciais; congruência e semelhança de triângulos; teorema de Tales; relações métricas nos triângulos; circunferências; trigonometria do ângulo agudo.

- **Conteúdos de estatística e probabilidade:** representação e análise de dados; medidas de tendência central (médias, moda e mediana); desvios e variância; noções de probabilidade.
- **Conteúdos algébricos:** gráficos e funções; funções algébricas do 1.º e do 2.º grau, polinomiais, racionais, exponenciais e logarítmicas; equações e inequações; relações no ciclo trigonométrico e funções trigonométricas.
- **Conteúdos algébricos/geométricos:** plano cartesiano; retas; circunferências; paralelismo e perpendicularidade, sistemas de equações.

Em ambos os formatos de aplicação, a avaliação é organizada em versões diferentes, diferenciadas pela cor do caderno, contendo os mesmos itens, mas em ordens diferentes.

Nas instruções presentes no caderno de prova do ENEM Digital existem algumas capturas de tela que mostram como é o painel da avaliação. Na Figura 4, tem-se o menu presente ao lado esquerdo da tela de prova, em que o participante pode acessar a página que contém seus dados, a página de instruções, o mapa de questões, a tela de rascunho e solicitar a pausa ou abandono da prova.

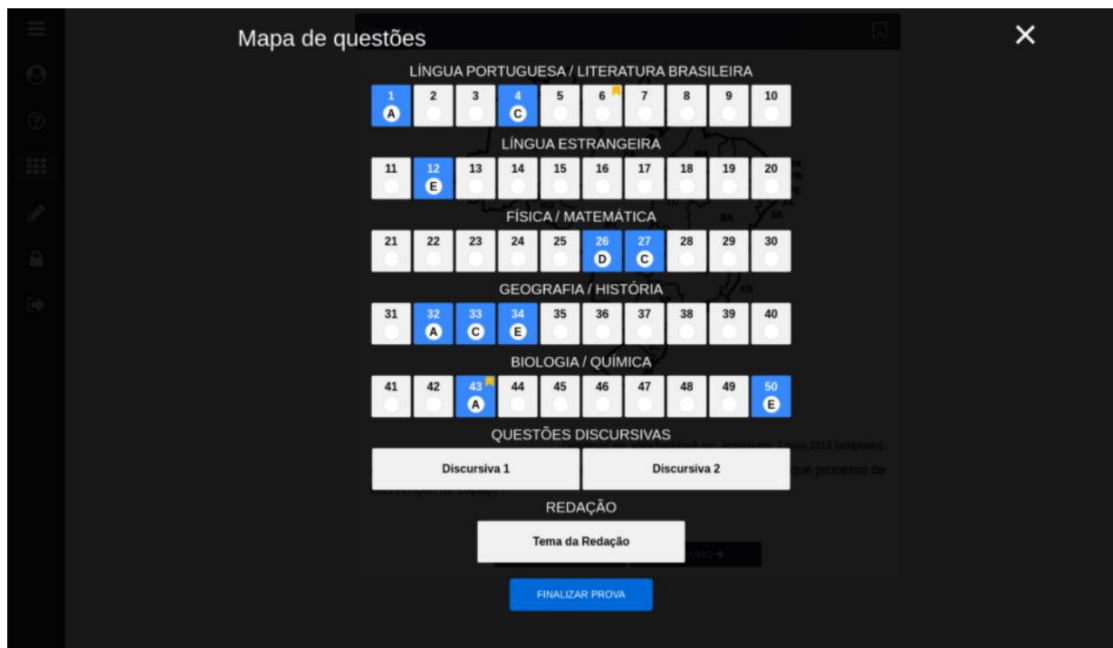
Figura 4 - Menu da Prova



Fonte: INEP (2022).

A Figura 5 mostra o Mapa de Questões, em que o participante pode acessar os itens e consultar quais já foram ou não respondidos.

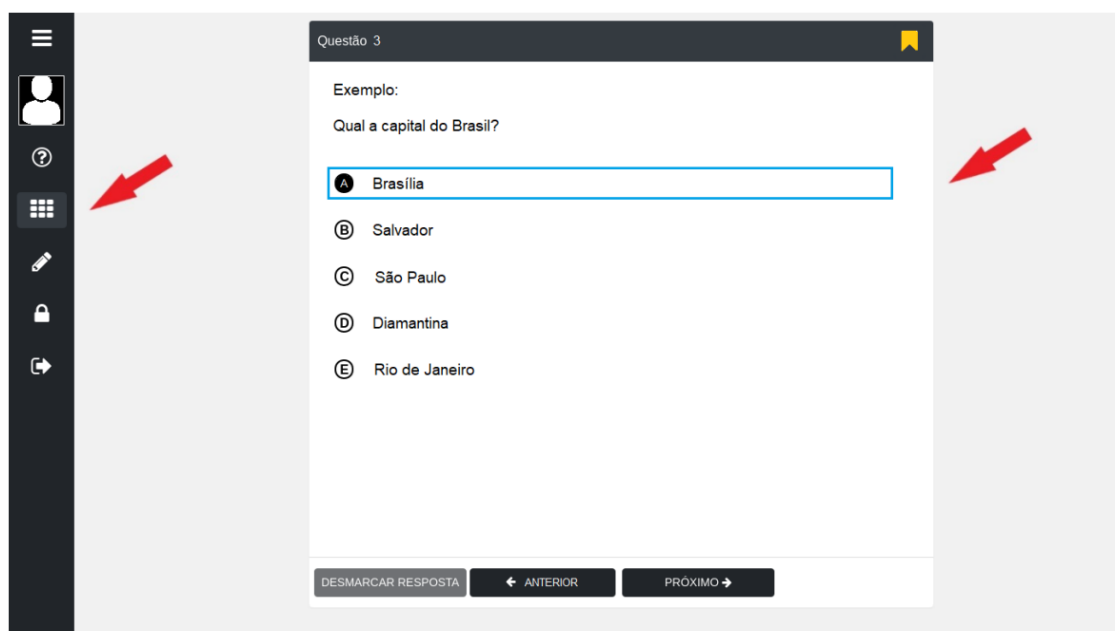
Figura 5 - Mapa de Questões



Fonte: INEP (2022).

Os itens podem ser acessados a partir do Mapa de Questões. Na Figura 6, tem-se uma tela com exemplo de item. O participante deverá selecionar a alternativa desejada dentre as 5 disponíveis e poderá avançar para o próximo item ou voltar para o anterior. Ainda, nesta página, o participante tem a opção de marcar o ícone de lembrete para destacar o item no Mapa de Questões.

Figura 6 - Tela exemplo de um item na plataforma do ENEM Digital



Fonte: INEP (2022).

O Cartão-Resposta Digital, apresentado na Figura 7, é equivalente ao Cartão-Resposta da prova do formato impresso, onde o participante marca as respostas de cada item da prova. Na versão digital, esta tela é exibida após o estudante marcar a opção de finalizar a prova na tela do Mapa de Questões. As respostas de cada item são preenchidas no Cartão-Resposta Digital automaticamente, conforme são respondidas.

Figura 7 - Cartão-Resposta Digital

### Cartão-Resposta Digital

Prezado Participante, seguem abaixo suas respostas confirmadas e a assinatura eletrônica fornecida pela Plataforma.

Nome: Seu nome	CPF: 999.999.999-99	UF/Município: RJ/PETRÓPOLIS	Prédio: 1 Andar: -
Nascimento: 01/01/0001	N.º Inscrição: 201052010500	Local: Faculdade Arthur Sá Earp Neto	Laboratório: LAB 1

LÍNGUA PORTUGUESA / LITERATURA BRASILEIRA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	D		C						

LÍNGUA ESTRANGEIRA

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
					C	A			

FÍSICA / MATEMÁTICA

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		E							D

GEOGRAFIA / HISTÓRIA

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
				B				A	

BIOLOGIA / QUÍMICA

41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	A						A		

QUESTÕES DISCURSIVAS

Discursiva 1	Discursiva 2
--------------	--------------

REDAÇÃO

Tema da Redação
-----------------

Assinatura Eletrônica

3EAA-1B9B-716C-4731-9484-A30B-D0E2-3190  
 FFCA-2006-EF71-F467-257B-1D39-5581-BE3F

Prezado Participante, transcreva a assinatura eletrônica fornecida pela Plataforma, no campo próprio da sua Folha de Rascunho.

PRÓXIMO →

Fonte: INEP (2022).

O ENEM passou por algumas reformulações desde a sua criação, tais como mudança na quantidade de itens, inclusão da redação na prova, separação dos itens em áreas do conhecimento, aumento da complexidade dos itens e algumas mudanças na aplicação, como alterações em datas de aplicação e a aplicação da prova no formato digital (MACEDO, 2021).

Para Macedo (2021), a aplicação do ENEM por computador beneficia em alguns aspectos, tais como os itens serem interativos, como na prova do PISA, e o exame poder ser adaptativo, possibilitando que o ENEM possa ser dedicado para cada etapa/série do ensino em que o participante se encontra, permitindo explorar mais os elementos da Base Nacional Curricular Comum (BNCC)<sup>1</sup> (BRASIL, 2018), além de possibilitar que o exame seja menos extenso, o que

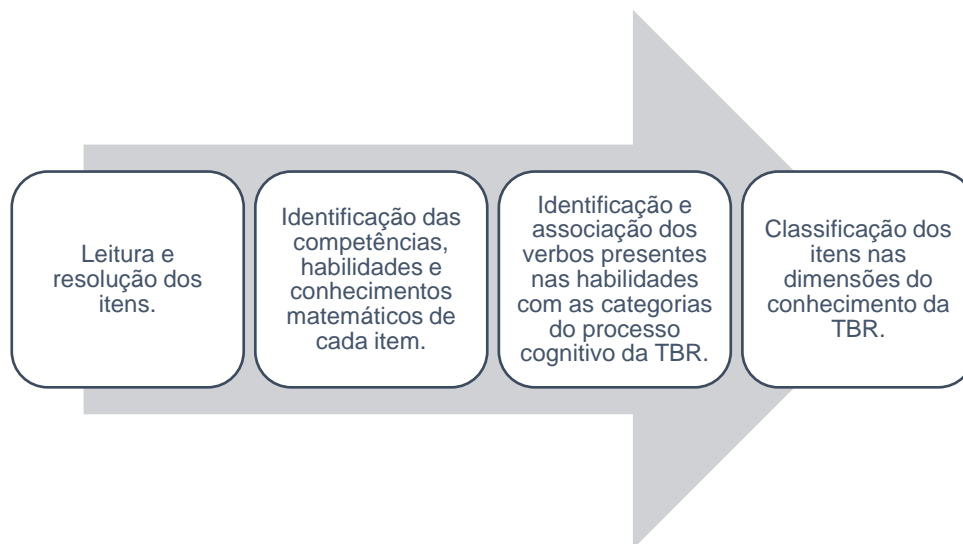
<sup>1</sup> Documento base que guia o currículo escolar do Brasil desde o ensino infantil ao ensino médio (BRASIL, 2018).

“aliviaria a questão da sobrecarga de informações a serem testadas pelo exame numa única etapa ao final do Ensino Médio” (MACEDO, 2021, p. 117).

## 4 RESULTADOS

Foram analisados 44 itens do caderno amarelo da prova de Matemática e suas Tecnologias, do ENEM Digital de 2020, visto que o 45º item da prova, correspondente ao número 140 deste mesmo caderno, foi anulado<sup>2</sup>. Para o conhecimento de cada item, foi feita a leitura e a resolução da prova. Posteriormente, foi montado um quadro que relaciona os itens com suas respectivas competências, habilidades e conteúdos matemáticos, conforme a Matriz de Referência do ENEM (INEP, 2022). Metodologicamente, foi destacado o verbo principal de cada habilidade da Matriz de Referência, o que possibilitou ser feita a relação com os verbos da TBR e a classificação na Dimensão dos Processos Cognitivos. Para a classificação na Dimensão do Conhecimento, foram consideradas as informações fornecidas nos enunciados, bem como suas resoluções, para elencar as características de cada item e fazer a relação com cada tipo de conhecimento da TBR. A Figura 8 mostra as etapas para a classificação dos itens.

Figura 8 – Etapas para a classificação dos itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 segundo a TBR



Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>2</sup> Os parâmetros estatísticos não foram atendidos pela Teoria de Resposta ao Item.

O processo de classificação dos itens resultou no Quadro 7, que organiza os itens da prova de Matemática de acordo com a tabela bidimensional da TBR. O código adotado para este trabalho é <item>\_<habilidade>, em que <item> é a numeração oficial na prova amarela<sup>3</sup> e <habilidade> é o código na Matriz de Referência do ENEM.

Quadro 7 - Itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados na TBR

Dimensão do Conhecimento	Dimensão dos Processos Cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
<b>Conhecimento Efetivo</b>	136_H10, 137_H1, 142_H2, 160_H15, 161_H7, 163_H2, 165_H10	158_H20, 172_H20, 180_H1	138_H24, 148_H27, 149_H12, 150_H12, 154_H16, 174_H25, 175_H11	-	144_H18, 157_H5, 159_H4, 162_H13, 171_H23	-
<b>Conhecimento Conceitual</b>	146_H7, 152_H19, 153_H19, 166_H10	-	156_H22, 169_H29, 178_H21	170_H17, 176_H26, 179_H17	141_H5, 151_H18	-
<b>Conhecimento Procedural</b>	-	145_H24, 177_H6	139_H21, 143_H9, 155_H3, 164_H28, 168_H3, 173_H25	-	147_H14, 167_H4	-
<b>Conhecimento Metacognitivo</b>	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Pelo Quadro 8, é possível observar a quantidade de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados por cada dimensão da TBR. A predominância é de itens do Conhecimento Efetivo, da categoria Lembrar e itens do Conhecimento Efetivo, da categoria Aplicar, necessitando que os participantes lembrem apliquem de terminologias e de conhecimentos básicos para conseguir resolvê-los.

<sup>3</sup> São quatro cores de prova amarelo, azul, cinza e rosa. Uma vez que todas possuem os mesmos itens, optamos pela amarela.

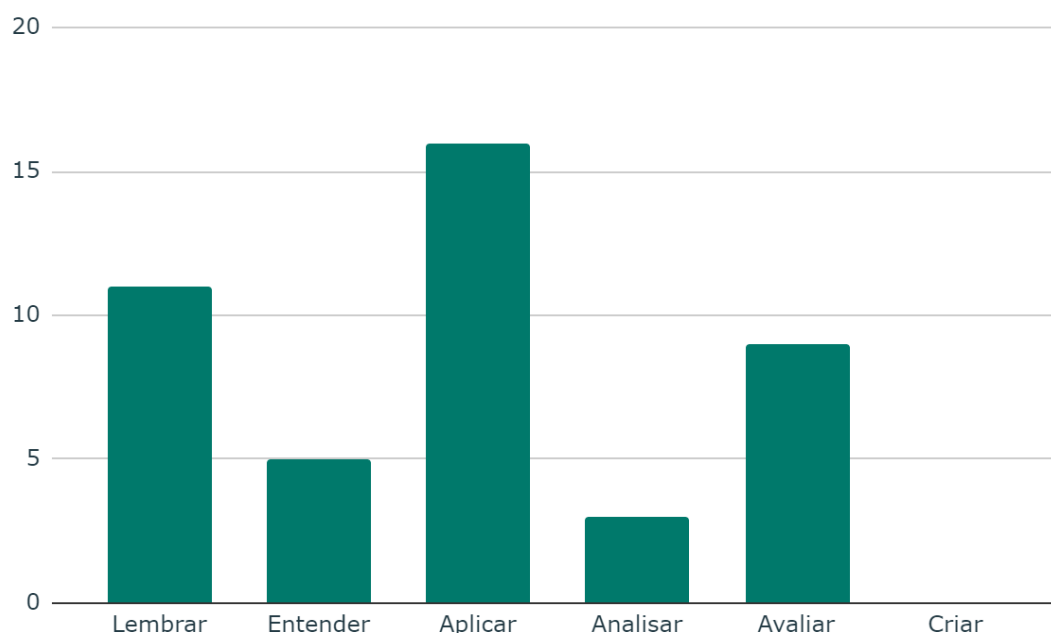
Quadro 8 - Quantidade de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados na TBR

Dimensão do Conhecimento	Dimensão dos Processos Cognitivos						Total
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar	
<b>Conhecimento Efetivo</b>	7	3	7	0	5	0	22
<b>Conhecimento Conceitual</b>	4	0	3	3	2	0	12
<b>Conhecimento Procedural</b>	0	2	6	0	2	0	10
<b>Conhecimento Metacognitivo</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	11	5	16	3	9	0	44

Fonte: Elaborado pela autora.

Pela Figura 9, é possível observar a representatividade de cada categoria da Dimensão dos Processos Cognitivos. A categoria Aplicar é a mais presente na prova, correspondendo a 16 itens, seguida das categorias Lembrar e Avaliar, com 11 e 9 itens, respectivamente. As categorias Entender e Analisar são pouco expressivas, com, respectivamente, 5 e 3 itens, e representam cerca de 18% dos itens da prova. Aqui, destaca-se a ausência de itens classificados na categoria Criar.

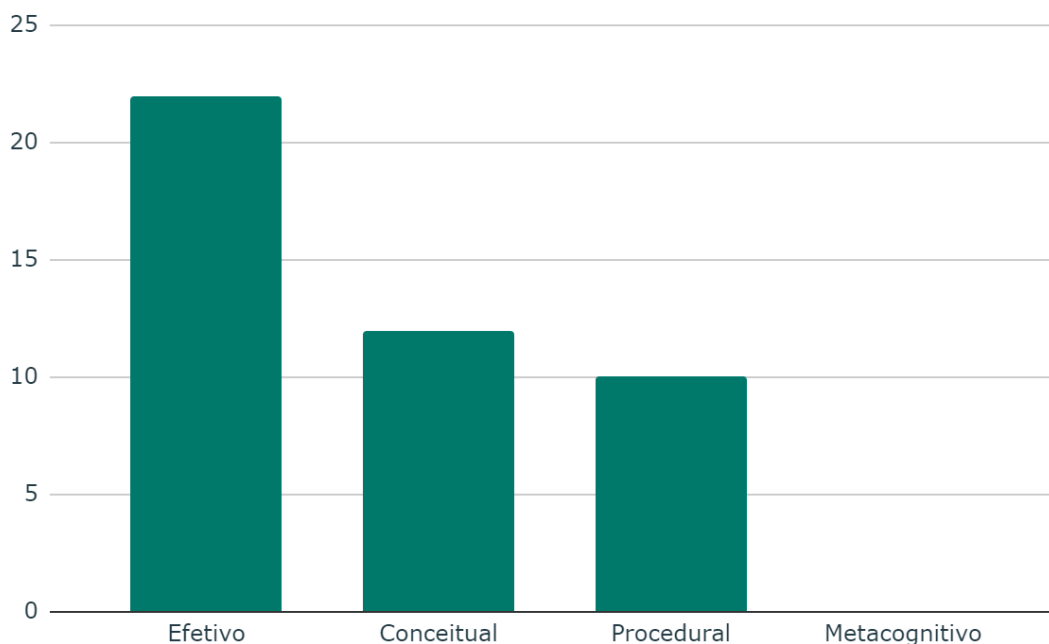
Figura 9 - Gráfico do total de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 por Processo Cognitivo



Fonte: Elaborada pela autora.

Na Dimensão do Conhecimento, pela Figura 10, observa-se que o conhecimento Efetivo é o mais expressivo, correspondendo a metade dos itens analisados. Os conhecimentos Conceitual e Procedural tem um volume parecido. Nota-se que nenhum item exigiu o conhecimento Metacognitivo.

Figura 10 - Gráfico do total de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 por Dimensão do Conhecimento



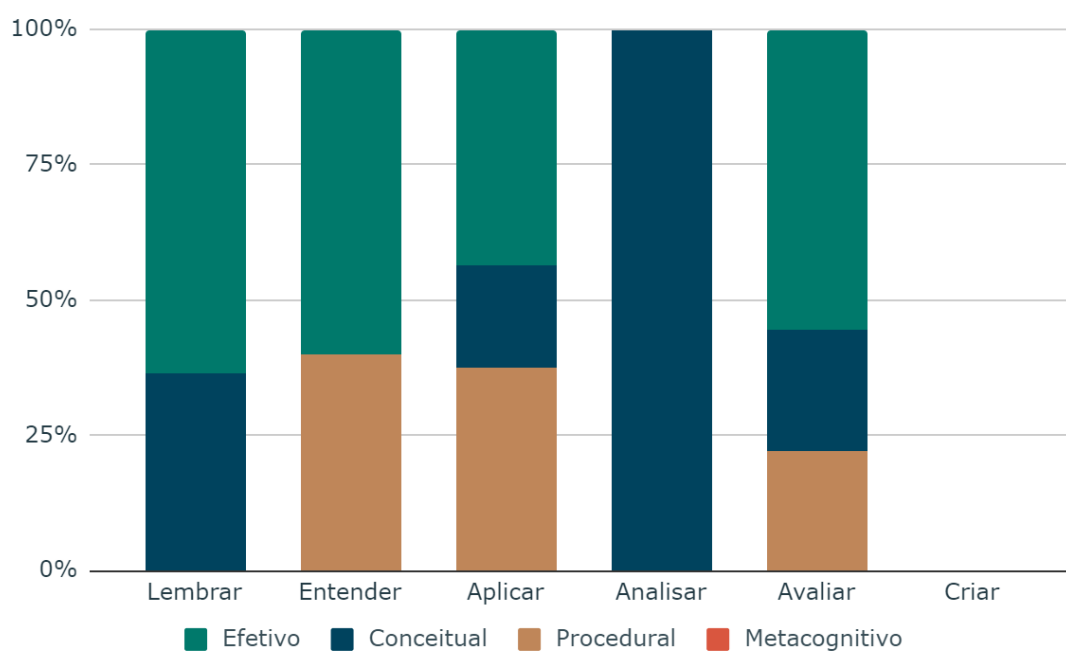
Fonte: Elaborada pela autora.

A partir da Figura 11, é possível observar a distribuição dos itens na TBR:

- Na categoria Lembrar, 63,6% dos itens referem-se ao conhecimento Efetivo, enquanto o restante refere-se ao conhecimento Conceitual.
- Na categoria Entender, cerca de 60% dos itens referem-se ao conhecimento Efetivo, enquanto o restante refere-se ao conhecimento Procedural. Nesta categoria, não estão presentes itens que exigem conhecimento Conceitual.
- Na categoria Aplicar, foram exigidos conhecimento Efetivo, Conceitual e Procedural, representando, respectivamente, 43,8%, 18,8% e 37,5% dos itens da categoria.

- Na categoria Analisar, foi exigido apenas o conhecimento Conceitual, necessitando apenas analisar a partir do conhecimento de princípios e teorias.
- Na categoria Avaliar, 55,6% dos itens são do conhecimento Efetivo, 22,2% são do conhecimento Conceitual e 22,2% são do conhecimento Procedural.

Figura 11 - Gráfico da distribuição de itens de Matemática do ENEM Digital de 2020 por Processo Cognitivo e Dimensão do Conhecimento



Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando os conteúdos matemáticos abordados em cada item a partir das Tabelas 1 e 2, nota-se a predominância de itens de conteúdos geométricos, seguido de conteúdos numéricos, conteúdos algébricos, conteúdos de estatística e probabilidade e conteúdos algébricos/geométricos, nesta ordem. Especificamente na Dimensão do Conhecimento da TBR, repara-se que em todos os conteúdos matemáticos, exceto os que envolvem conteúdos algébricos/geométricos, predominam-se itens classificados em conhecimento Efetivo. Já na Dimensão dos Processos Cognitivos, verifica-se que:

- Nos itens de conteúdos algébricos, predominam-se as categorias Entender e Aplicar.

- ii. Nos itens de conteúdos algébricos/geométricos, predomina-se a categoria Lembrar e Aplicar.
- iii. Nos itens de conteúdos de estatística e probabilidade, predomina-se a categoria Aplicar.
- iv. Nos itens de conteúdo geométrico, predominam-se as categorias Lembrar e Aplicar.
- v. Nos itens de conteúdos numéricos, predominam-se as categorias Lembrar e Avaliar.

Tabela 1 - Conteúdos Matemáticos da prova de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados da Dimensão do Conhecimento da TBR

Conteúdos Matemáticos	Dimensão do conhecimento				Total
	Efetivo	Conceitual	Procedural	Metacognitivo	
Conteúdos algébricos	3	3	2	0	8
Conteúdos algébricos/geométricos	0	1	0	0	1
Conteúdos de estatística e probabilidade	3	2	2	0	7
Conteúdos geométricos	9	4	3	0	16
Conteúdos numéricos	7	2	3	0	12
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>44</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 2 - Conteúdos Matemáticos da prova de Matemática do ENEM Digital de 2020 classificados da Dimensão dos Processos Cognitivos da TBR

Conteúdos Matemáticos	Categoria dos Processos Cognitivos						Total
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar	
Conteúdos algébricos	2	2	3	0	1	0	8
Conteúdos algébricos/geométricos	0	0	1	0	0	0	1
Conteúdos de estatística e probabilidade	0	1	5	1	0	0	7
Conteúdos geométricos	5	1	5	1	4	0	16
Conteúdos numéricos	4	1	2	1	4	0	12
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>44</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Ainda, alguns pontos podem ser destacados:

- i. A prova de Matemática do ENEM Digital de 2020, pela TBR, não exigiu grandes habilidades em abstração, tendo em vista que a maior quantidade de itens se concentra no conhecimento Efetivo, considerado um conhecimento menos abstrato.
- ii. As habilidades de Lembrar, Aplicar e Avaliar foram as mais predominantes.
- iii. Os itens não são bem distribuídos dentro das duas dimensões da TBR, já que são observadas algumas predominâncias e ausências na classificação.
- iv. A classificação dos Conteúdos Matemáticos também não é igualmente distribuída na prova analisada e na TBR.

#### 4.1 ESTUDOS DE CASO

Para esta monografia, selecionou-se três estudos de caso da categoria Aplicar, com foco nos conhecimentos Efetivo, Conceitual e Procedural. A referida categoria é a mais expressiva de acordo com as análises, uma vez que seria "intermediária" do ponto de vista da TBR.

#### 4.1.1 Item 175

A seguir, tem-se a Figura 12, que corresponde ao item 175 da prova, em que são abordados conteúdos geométricos e está relacionado a habilidade H11 (Utilizar a noção de *escalas* na leitura de representação de situação do cotidiano):

Figura 12 - Item 175 da prova amarela de Matemática do ENEM Digital 2020

##### Questão 175 - Matemática e suas Tecnologias

Uma associação desportiva contratou uma empresa especializada para construir um campo de futebol, em formato retangular, com 250 metros de perímetro. Foi elaborada uma planta para esse campo na escala 1 : 2 000.

Na planta, a medida do perímetro do campo de futebol, em metro, é

- (A) 0,0005.
- (B) 0,125.
- (C) 8.
- (D) 250.
- (E) 500 000.

Fonte: INEP (2022).

O item menciona a existência de uma planta na escala de 1:2000. Assim, entende-se que cada 1 centímetro desenhado equivale a 2000 centímetros (20 metros) na construção real. Quer-se descobrir qual é a medida do perímetro do campo na planta, em metro, sabendo que na construção real equivale a 250 metros. Note que 250 metros é igual a 25000 centímetros. Dessa forma, pode-se utilizar do conhecimento de proporções para encontrar o valor, fazendo:

$$\frac{1 \text{ cm}}{2000 \text{ cm}} = \frac{x \text{ cm}}{25000 \text{ cm}} \Rightarrow 2000x \text{ cm} = 25000 \text{ cm}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{25000 \text{ cm}}{2000 \text{ cm}} \Leftrightarrow x = 12,5 \text{ cm} = 0,125 \text{ m}$$

Portanto, a resposta correta é a alternativa B.

Este item está classificado na categoria Aplicar a partir do Conhecimento Efetivo. Nele é necessário que o candidato utilize dos conhecimentos de conteúdos básicos de escalas e perímetros e dos detalhes e elementos específicos apresentados no enunciado para realizar os cálculos necessários e identificar a resposta correta.

#### 4.1.2 Item 156

A seguir, tem-se a Figura 13, que corresponde ao item 156 da prova, em que são abordados conteúdos algébricos/geométricos e está relacionado a habilidade H22 (Utilizar conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação):

Figura 13 - Item 156 da prova amarela de Matemática do ENEM Digital 2020

Questão 156 - Matemática e suas Tecnologias

Uma empresa de chocolates consultou o gerente de produção e verificou que existem cinco tipos diferentes de barras de chocolate que podem ser produzidas, com os seguintes preços no mercado:

- Barra I: R\$ 2,00;
- Barra II: R\$ 3,50;
- Barra III: R\$ 4,00;
- Barra IV: R\$ 7,00;
- Barra V: R\$ 8,00.

Analisando as tendências do mercado, que incluem a quantidade vendida e a procura pelos consumidores, o gerente de vendas da empresa verificou que o lucro  $L$  com a venda de barras de chocolate é expresso pela função  $L(x) = -x^2 + 14x - 45$ , em que  $x$  representa o preço da barra de chocolate.

A empresa decide investir na fabricação da barra de chocolate cujo preço praticado no mercado renderá o maior lucro.

Nessas condições, a empresa deverá investir na produção da barra

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

O item apresenta a função  $L(x) = -x^2 + 14x - 45$ , que expressa o lucro  $L$  com a venda de barras de chocolate, sendo  $x$  o preço da barra. A situação informada é de que a empresa quer investir na fabricação da barra de chocolate que dará o maior lucro e, a partir dessas informações, necessita-se descobrir qual barra de chocolate deve ser produzida para atingir a solicitação. O candidato que tem conhecimento de máximos e mínimos de função de segundo grau pode utilizar a equação do “x do vértice” para encontrar o valor  $x$  da função de modo que ela atinja o ponto máximo (maior lucro):

$$x_v = \frac{-b}{2a}$$

Neste caso,  $b = 14$  e  $a = -1$ . Então,

$$x_v = \frac{-14}{2(-1)} = 7$$

Portanto, a barra de chocolate que renderá maior lucro é a Barra IV e a resposta é a alternativa D.

Alternativamente, pode-se aplicar na função, o preço de cada barra de chocolate e verificar para qual o lucro foi maior. Então:

- Barra I:  $L(2) = -(2)^2 + 14(2) - 45 = -R\$21,00$  (prejuízo)
- Barra II:  $L(3,5) = -(3,5)^2 + 14(3,5) - 45 = -R\$8,25$  (prejuízo)
- Barra III:  $L(4) = -(4)^2 + 14(4) - 45 = -R\$5,00$  (prejuízo)
- Barra IV:  $L(7) = -(7)^2 + 14(7) - 45 = R\$4,00$  (lucro)
- Barra V:  $L(8) = -(8)^2 + 14(8) - 45 = R\$3,00$  (lucro)

Este item está classificado na categoria Aplicar a partir do Conhecimento Conceitual. Nele é necessário ter o conhecimento de princípios e generalizações relacionados a funções de segundo grau, em que se deve saber aplicar o conhecimento de máximos e mínimos de função de segundo grau ou mesmo apenas aplicar/calcular os valores na função dada para identificar a resposta correta.

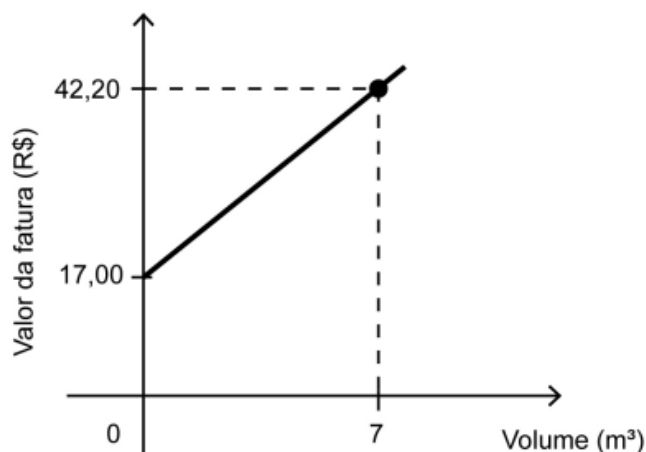
### 4.1.3 Item 173

A seguir, tem-se a Figura 14, que corresponde ao item 173 da prova, em que são abordados conteúdos algébricos e está relacionado a habilidade H25 (Resolver problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos):

Figura 14 - Item 173 da prova amarela de Matemática do ENEM Digital 2020

#### Questão 173 - Matemática e suas Tecnologias

Uma fatura mensal de água é composta por uma taxa fixa, independentemente do gasto, mais uma parte relativa ao consumo de água, em metro cúbico. O gráfico relaciona o valor da fatura com o volume de água gasto em uma residência no mês de novembro, representando uma semirreta.



Observa-se que, nesse mês, houve um consumo de  $7 \text{ m}^3$  de água. Sabe-se que, em dezembro, o consumo de água nessa residência, em metro cúbico, dobrou em relação ao mês anterior.

O valor da fatura referente ao consumo no mês de dezembro nessa residência foi

- (A) superior a R\$ 65,00 e inferior a R\$ 70,00.
- (B) superior a R\$ 80,00 e inferior a R\$ 85,00.
- (C) superior a R\$ 90,00 e inferior a R\$ 95,00.
- (D) superior a R\$ 95,00.
- (E) inferior a R\$ 55,00.

Fonte: INEP (2022).

Neste item, o candidato deve perceber que o gráfico apresentado se refere a uma função polinomial do primeiro grau, do tipo  $f(x) = ax + b$ , com  $x$  sendo o volume em  $m^3$ . Assim, a partir das informações presentes no gráfico, é possível encontrar a função que o descreve:

Como  $f(0) = 17$ , pode-se afirmar que  $b = 17$ . Como  $f(7) = 42,20$ , por meio de um sistema linear, descobre-se que  $a = 3,6$ . Portanto,  $f(x) = 3,6x + 17$ .

Sabendo que em dezembro o volume do  $m^3$  dobrou em relação ao mês anterior, que foi  $7 m^3$  então, deve-se aplicar na função, o valor de  $x = 14 m^3$  para encontrar o valor da fatura do mês dezembro:

$$f(14) = 3,6(14) + 17 = R\$67,40$$

Portanto, analisando cada alternativa, observa-se que a resposta correta é a alternativa A.

Este item está classificado na categoria Aplicar a partir do Conhecimento Procedural. Nele, além de ter o conhecimento de funções polinomiais de primeiro grau, é necessário saber das habilidades e algoritmos para encontrar uma função que descreva o comportamento apresentado no gráfico, para, por fim, realizar os cálculos e encontrar a resposta correta.

Os três itens da categoria Aplicar apresentados foram classificados na Dimensão do Conhecimento da TBR como conhecimento Efetivo, Conceitual e Procedural, respectivamente. A partir deles, é possível constatar a evolução dos conhecimentos esperados de cada item, que vão desde o “concreto” ao “abstrato”. No primeiro item apresentado, é necessário utilizar dos conhecimentos básicos e das informações fornecidas no enunciado, no segundo item, necessita-se o conhecimento da teoria, princípios e generalizações, e, no terceiro item, exige-se de conhecimentos mais elaborados, pois no enunciado não há indícios de como deve-se utilizar das informações para encontrar a solução, cabendo ao candidato realizar determinados procedimentos matemáticos necessários.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu fazer uma relação entre os itens de Matemática do ENEM Digital, exame aplicado em escala nacional (BRASIL, 2022), com a TBR, taxonomia bastante conhecida e utilizada no meio educacional, segundo Ferraz e Belhot (2010). Essa relação foi possível por estar atrelada a Matriz de Referência do ENEM (INEP, 2022), que especifica quais competências e habilidades cada item se refere, sendo uma base sólida para fazer a classificação dos itens segundo a TBR.

A partir dos estudos e classificações de 44 itens de Matemática do ENEM Digital de 2020, observou-se que, no geral, a prova não foi bem distribuída na tabela bidimensional da TBR. O principal resultado deste estudo é que existe a prevalência de itens que necessitam de Conhecimento Efetivo, considerado um conhecimento com menor teor de abstração, correspondendo a 22 itens, sendo 50% da prova, enquanto a categoria dos Processos Cognitivos mais frequente foi Aplicar, totalizando 16 itens, equivalente a 36% da prova.

Finalmente, este TCC foi desafiador, na medida em que a maior parte dos conhecimentos envolvidos nessa área de avaliação, testes educacionais e Taxonomia de Bloom e não fizeram parte da matriz curricular do meu curso de Licenciatura em Matemática. A leitura e interpretação tanto da taxonomia quanto da análise de itens foram desafiadoras para o desenvolvimento desta monografia, visto que o trabalho e os resultados são inéditos.

Enquanto trabalho futuro, pretende-se submeter parte dos resultados para eventos e/ou revistas científicas com o objetivo de auxiliar, metodologicamente, professores de matemática e gestores educacionais.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. W. et. al. **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Addison Wesley Longman. Nova York, 2001.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives: Handbook I: Cognitive domain**. David McKay. New York, 1956.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Enem terá aplicação digital em fase piloto em 2020 e deixará de ter versão em papel em 2026**. Brasil, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/418-enem-946573306/77791-enem-tera-aplicacao-digital-em-fase-piloto-em-2020-e-deixara-de-ter-versao-em-papel-em-2026>. Acesso em: 24 de jul. de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)**. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>. Acesso em: 24 de jul. de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>. Acesso em: 20 de jul. de 2022.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. Gestão & produção, v. 17, p. 421-431, 2010.

GATTI, B. A. Testes e Avaliações do Ensino no Brasil. **Educação e Seleção**. São Paulo, n. 16, p. 33–42, 2013. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/edusel/article/view/2623>. Acesso em: 22 jul. de 2022.

HAYDT, R. C. **Avaliação: Conceito e Princípios**. In: \_\_\_\_\_ Avaliação do Processo Ensino-Aprendizagem. São Paulo: Ática S.A, 1988, p. 7-19.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Microdados do Enem 2020**. Brasília: INEP, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>. Acesso em: 24 de jul. de 2022.

MACEDO, E. P. N. As diferentes fases do Enem: olhar o passado para pensar o futuro. **Enem e Gaokao: repercussões no ensino médio e na educação superior**, Brasília, v. 34, n. 112, p. 109-124, 2021. Disponível em:

<http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/4999>. Acesso em: 28 de jul. de 2022.

OECD. **PISA 2022 Mathematics Framework (DRAFT)**. OECD, 2018.  
Disponível em: <https://pisa2022-maths.oecd.org/#Home>. Acesso em: 24 de jul. de 2022.

OLEA, J.; HONTANGAS, P. **Tests informatizados de primera generación**. In: OLEA, J.; PONSODA, V.; PRIETO, G. *Tests informatizados: Fundamentos y Aplicaciones*. Madrid: Pirámide, 1999.

PITON-GONÇALVES, J. Testes adaptativos para o Enade: uma aplicação metodológica. **Revista Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 665-688, 2020.

SILVA, M. R. G. Uma retrospectiva histórica sobre questões de avaliação matemática. **Mimesis**, Bauru, v. 19, n. 1, p. 101-112, 1998.