



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII - PATOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

THIAGO DINIZ FERREIRA

**INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E
PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

PATOS - PB
2023

THIAGO DINIZ FERREIRA

**INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E
PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Computação do Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Dr. Jucelio Soares dos Santos

**PATOS - PB
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F383i Ferreira, Thiago Diniz.
Investigando a relação entre raciocínio matemático e pensamento computacional [manuscrito] / Thiago Diniz Ferreira. - 2023.
63 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos, Coordenação do Curso de Computação - CCEA. "

1. Ciência da Computação. 2. Raciocínio matemático. 3. Pensamento computacional. I. Título

21. ed. CDD 005

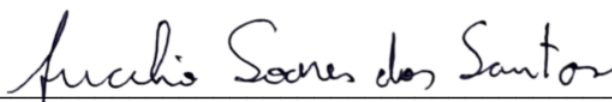
THIAGO DINIZ FERREIRA

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E PENSAMENTO
COMPUTACIONAL


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Computação do Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciência da Computação.

Trabalho aprovado em 26/06/2023.

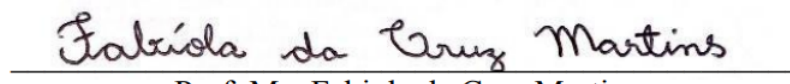
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jucelio Soares dos Santos
(Orientador)



Prof. Dra. Mikaelle Oliveira Santos Gomes
(Examinadora)



Prof. Ma. Fabiola da Cruz Martins
(Examinadora)

Dedico este trabalho a meus pais e familiares que sempre incentivaram a estudar e me proporcionaram as condições propícias para meu desenvolvimento acadêmico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os trabalhadores, em especial os que possibilitam o funcionamento da rede pública de ensino.

Agradeço aos diversos professores que contribuíram com minha formação, que fizeram e fazem um trabalho esplêndido mesmo com todas as dificuldades. Mesmo que estes as vezes podem não perceber ou até se esquecer do impacto que podem ter em cada aluno.

*“Não é a consciência do homem que lhe determina o ser, mas, ao contrário,
o seu ser social que lhe determina a consciência.”*

Karl Marx

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional em estudantes de graduação no curso de Ciência da Computação. Para alcançar esse objetivo, adotamos uma abordagem que contemplou várias etapas e análises. Inicialmente, utilizamos o Screening Programming para estimar a habilidade de raciocínio matemático dos participantes. Esse instrumento, com base em questões relacionadas à lógica e ao raciocínio abstrato, permitiu identificar o nível de proficiência dos estudantes nessa habilidade específica. Em seguida, aplicamos o Bebras, uma ferramenta reconhecida para estimar o pensamento computacional, que envolve a resolução de problemas com foco em algoritmos, abstração e pensamento lógico. Além da aplicação dos instrumentos de avaliação, também realizamos uma análise das propriedades psicométricas dos itens utilizados. Isso envolveu a avaliação da dificuldade e da discriminação de cada item, a fim de garantir que os itens selecionados fossem adequados para medir as habilidades em questão. Também verificamos a confiabilidade do instrumento, assegurando que as medidas obtidas fossem consistentes e replicáveis. Por fim, com base nas estimativas de habilidades individuais obtidas a partir dos instrumentos de avaliação, realizamos uma correlação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional dos participantes. Essa análise estatística permitiu investigar a existência de uma relação entre essas duas habilidades e determinar o grau de associação entre elas. Os resultados dessa pesquisa revelaram que existe uma forte correlação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional nos estudantes de graduação em Ciência da Computação. Essa descoberta sugere que o desenvolvimento de habilidades em uma dessas áreas pode contribuir para o aprimoramento da outra. Dessa forma, o estudo fornece evidências empíricas que suportam a interligação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional, destacando a importância de considerar essas duas habilidades de forma integrada na formação acadêmica e profissional dos estudantes de Ciência da Computação. Esses resultados contribuem para uma compreensão mais aprofundada da relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional, bem como fornecem insights relevantes para o planejamento e aprimoramento de estratégias de ensino e aprendizagem nessa área. Além disso, os achados deste estudo podem incentivar futuras pesquisas que explorem a relação entre essas habilidades em diferentes contextos educacionais e populações de estudantes.

Palavras-chaves: Raciocínio Matemático. Pensamento Computacional. Correlação.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the relationship between mathematical reasoning and computational thinking in undergraduate students majoring in Computer Science. To achieve this objective, we adopted an approach that encompassed multiple stages and analyses. Initially, we utilized the Screening Programming tool to estimate the participants' mathematical reasoning skills. This instrument, based on questions related to logic and abstract reasoning, allowed us to identify the level of proficiency of the students in this specific skill. Subsequently, we applied Bebras, a recognized tool for estimating computational thinking, which involves problem-solving focusing on algorithms, abstraction, and logical thinking. In addition to the application of the assessment instruments, we also conducted an analysis of the psychometric properties of the items used. This involved evaluating the difficulty and discrimination of each item to ensure that the selected items were suitable for measuring the targeted skills. We also assessed the reliability of the instrument, ensuring that the obtained measures were consistent and replicable. Finally, based on the estimates of individual skills obtained from the assessment instruments, we conducted a correlation between mathematical reasoning and computational thinking among the participants. This statistical analysis allowed us to investigate the existence of a relationship between these two skills and determine the degree of association between them. The results of this research revealed a strong correlation between mathematical reasoning and computational thinking in undergraduate Computer Science students. This finding suggests that the development of skills in one of these areas can contribute to the enhancement of the other. Thus, the study provides empirical evidence supporting the interconnectedness between mathematical reasoning and computational thinking, emphasizing the importance of considering these two skills in an integrated manner in the academic and professional education of Computer Science students. These results contribute to a deeper understanding of the relationship between mathematical reasoning and computational thinking, while also providing relevant insights for the planning and improvement of teaching and learning strategies in this field. Additionally, the findings of this study may encourage future research exploring the relationship between these skills in different educational contexts and student populations.

Keywords: Mathematical Reasoning. Computational Thinking. Correlation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – CCI's exemplo.	26
Figura 2 – Exemplo de FII	28
Figura 3 – CCI's de todos os itens restantes de Raciocínio Matemático.	32
Figura 4 – FII's de todos os itens de Raciocínio Matemático.	33
Figura 5 – Curvas Características dos Itens (CCIs) de todos os itens restantes do Pensamento Computacional.	35
Figura 6 – Funções de Informação dos Itens (FIIs) de todos os itens restantes do Pensamento Computacional.	36
Figura 7 – Gráfico de Dispersão entre as variáveis Pensamento Computacional e Raciocínio Matemático.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático - Todos os Itens Restantes Calibrados.	31
Tabela 2 – Consistência Interna do Instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático.	33
Tabela 3 – Instrumento de Aptidão em Pensamento Computacional - Todos os Itens Restantes Calibrados.	34
Tabela 4 – Consistência Interna do Instrumento de Aptidão em Pensamento Computacional.	36
Tabela 5 – Teste de Normalidade de Estimativas de Habilidades entre Pensamento Computacional e Raciocínio Matemático.	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3ML	Modelo Logístico de 3 parâmetros
CCI	Curva Característica do Item
EAP	Expected A Posteriori
FII	Função de Informação do Item
TCT	Teoria Clássica dos Testes
TRI	Teoria de Resposta ao Item
PC	Pensamento Computacional
RM	Raciocínio Matemático

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização do Problema	13
1.2	Objetivos	14
1.3	Metodologia Operacional e Questões de Pesquisa	15
1.4	Estrutura do trabalho	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Raciocínio Matemático	17
2.1.1	<i>Estrutura</i>	17
2.1.1.1	<i>Raciocínio Dedutivo</i>	17
2.1.1.2	<i>Raciocínio Indutivo</i>	17
2.1.1.3	<i>Raciocínio Abdução</i>	18
2.1.2	<i>Processos</i>	18
2.1.2.1	<i>Identificar Padrão</i>	18
2.1.2.2	<i>Conjecturar</i>	19
2.1.2.3	<i>Generalizar</i>	19
2.1.2.4	<i>Comparar e Classificar</i>	19
2.1.2.5	<i>Validar</i>	19
2.2	Pensamento Computacional	20
2.2.1	<i>Lógica</i>	20
2.2.2	<i>Design de algoritmos</i>	20
2.2.3	<i>Reconhecimento de padrões</i>	20
2.2.4	<i>Abstração</i>	21
2.2.5	<i>Decomposição</i>	21
2.2.6	<i>Avaliação</i>	21
2.3	Teorias de Mensuração	22
2.3.1	<i>Teoria Clássica de Testes</i>	22
2.3.1.1	<i>Coefficiente de Ponto Bisserial</i>	22
2.3.1.2	<i>Coefficiente Alfa de Cronbach</i>	23
2.3.1.3	<i>Limitações da TCT</i>	23
2.3.2	<i>Teoria de Resposta ao Item</i>	24
2.3.2.1	<i>Curva Característica do Item</i>	24
2.3.2.2	<i>Estimativa da Habilidade</i>	26
2.3.2.3	<i>Função de Informação do Item</i>	27
3	INSTRUMENTOS PARA MEDIR RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E PENSAMENTO COMPUTACIONAL	29

3.1	Instrumentos Escolhidos	29
3.1.1	<i>Screening Programming</i>	29
3.1.2	<i>Bebras</i>	29
3.2	Construção e Calibração dos bancos de itens	30
3.2.1	<i>Calibração do Screening Programming</i>	31
3.2.1.1	<i>Análise das Propriedades Psicométricas dos Itens</i>	31
3.2.1.2	<i>Análise da Confiabilidade do Instrumento</i>	33
3.2.2	<i>Calibração do Bebras</i>	34
3.2.2.1	<i>Análise das Propriedades Psicométricas dos Itens</i>	34
3.2.2.2	<i>Análise da Confiabilidade do Instrumento</i>	36
4	METODOLOGIA	38
4.1	Métrica	38
4.2	Seleção dos Participantes	38
4.3	Análise dos Dados	39
4.4	Análise das Ameaças	40
4.5	Execução da Pesquisa	40
5	ANÁLISE E RESULTADOS	42
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	46
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO	51
	ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO	52
	APÊNDICE A – INSTRUMENTOS	53

1 INTRODUÇÃO

Neste Capítulo, apresenta-se uma visão geral desta pesquisa, de modo a descrever a contextualização do problema, objetivos e questões de pesquisas.

1.1 Contextualização do Problema

O raciocínio matemático é uma habilidade essencial para lidar com números, padrões e relações abstratas. Essa competência envolve a capacidade de identificar e aplicar princípios matemáticos, reconhecer padrões, realizar operações e construir argumentos lógicos. Essa habilidade é considerada crucial para o desenvolvimento acadêmico e profissional em diversas áreas, desde engenharia até economia (MORAIS; SERRAZINA; PONTE, 2018).

Por outro lado, o pensamento computacional é uma forma de abordar problemas e desafios utilizando conceitos e técnicas oriundos da Ciência da Computação. O pensamento computacional envolve habilidades como decomposição de problemas em partes menores, reconhecimento de padrões, criação de algoritmos e testes de soluções. Além disso, não está restrito apenas aos especialistas em computação, sendo cada vez mais reconhecido como uma habilidade transversal valiosa em diversos campos de estudo e trabalho (SANTANA; CHAVEZ; BITTENCOURT, 2021).

Embora esses dois conceitos sejam frequentemente abordados de forma separada, há indícios de que eles estão interligados e podem se beneficiar mutuamente. O raciocínio matemático pode fornecer uma base sólida para o pensamento computacional, ajudando a desenvolver habilidades de análise, lógica e abstração (TREVISAN; ARAMAN, 2021). Por sua vez, o pensamento computacional pode oferecer ferramentas e estratégias que aprimoram a resolução de problemas matemáticos, tornando-a mais eficiente e sistemática (WING, 2021).

A relação entre raciocínio matemático e pensamento computacional tem despertado interesse e debate entre pesquisadores, educadores e profissionais de diversas áreas (GROVER; PEA, 2013; KALLIA et al., 2021). A compreensão de como esses dois aspectos se relacionam e podem se influenciar mutuamente é fundamental para promover uma educação mais abrangente e preparar os indivíduos para as demandas do mundo contemporâneo (YE et al., 2023).

No contexto atual, a tecnologia e a computação estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia. Desde o uso de dispositivos eletrônicos até a automação de processos, a capacidade de compreender e aplicar conceitos computacionais tornou-se essencial (WING, 2021). Por outro lado, a matemática continua sendo uma disciplina fundamental em diversos campos, exigindo habilidades de raciocínio lógico, análise e resolução de problemas (KILPATRICK et al., 2001).

No entanto, apesar das evidências de que o raciocínio matemático e o pensamento computacional compartilham elementos comuns, muitas vezes eles são abordados de forma isolada nos currículos escolares e nas práticas educacionais. A matemática é frequentemente vista como uma disciplina abstrata e desvinculada da realidade, enquanto o pensamento computacional é considerado uma habilidade específica dos profissionais de tecnologia (RESNICK; ROSENBAUM,

2013).

Essa separação artificial pode levar a lacunas na formação dos estudantes, dificultando a transferência de conhecimento e a aplicação prática de conceitos matemáticos e computacionais. Além disso, essa abordagem fragmentada pode limitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais amplas, como a resolução de problemas complexos, a criatividade e a capacidade de aprender continuamente (GROVER; PEA, 2018; WING, 2021).

Diante desse contexto, surge a necessidade de investigar a relação entre essas habilidades tão importantes, buscando compreender como esses dois aspectos podem se complementar e fortalecer. A pesquisa nessa área pode fornecer insights importantes para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas mais integradas e significativas, que explorem as sinergias entre esses domínios do conhecimento.

Essa investigação também pode contribuir para a formação de profissionais mais preparados e adaptáveis (GROVER; PEA, 2018; WING, 2021). Em um mundo em constante transformação, no qual a tecnologia desempenha um papel cada vez mais central, é fundamental desenvolver indivíduos capazes de aplicar o pensamento lógico-matemático em conjunto com as habilidades computacionais necessárias para enfrentar os desafios contemporâneos.

Portanto, este trabalho se propõe a explorar e analisar estudos, pesquisas e práticas educacionais relacionadas à relação entre esses conceitos. A partir desse entendimento, busca-se fornecer subsídios teóricos e práticos para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que integrem essas habilidades de maneira eficaz, contribuindo para a formação de indivíduos mais capacitados e preparados para lidar com os desafios do século XXI.

1.2 Objetivos

A presente pesquisa tem como objetivo investigar a relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional em estudantes de graduação no curso de Ciência da Computação. Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma análise das propriedades psicométricas dos itens utilizados nos instrumentos de avaliação, avaliando as propriedades psicométricas de cada item.
- Verificar a confiabilidade dos instrumentos de avaliação, assegurando que as medidas obtidas sejam consistentes e replicáveis.
- Estimar a habilidade de raciocínio matemático dos participantes utilizando o Screening Programming, um instrumento baseado em questões relacionadas à lógica e ao raciocínio abstrato.
- Estimar o pensamento computacional dos participantes por meio da aplicação do Bebras, uma ferramenta reconhecida para avaliar habilidades em algoritmos, abstração e pensamento lógico.

- Realizar uma correlação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos participantes, com base nas estimativas individuais obtidas a partir dos instrumentos de avaliação.

1.3 Metodologia Operacional e Questões de Pesquisa

Este estudo foi dividido em etapas para cumprir os objetivos específicos propostos. As etapas incluem:

- **Análise das propriedades psicométricas dos itens:** Realizou-se uma análise das propriedades psicométricas dos itens utilizados nos instrumentos de avaliação. Isso incluiu a avaliação da dificuldade e da discriminação de cada item, garantindo que os itens selecionados fossem adequados para medir as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional. Nesta etapa, investigamos a seguinte questão de pesquisa:
 - **QP1.** Os itens selecionados possuem propriedades psicométricas adequadas para medir as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos estudantes?
- **Verificação da confiabilidade dos instrumentos de avaliação:** Foi realizada uma análise para verificar a confiabilidade dos instrumentos de avaliação utilizados. Essa etapa assegurou que as medidas obtidas fossem consistentes e replicáveis, fornecendo uma base confiável para as análises subsequentes. Nesta etapa, investigamos a seguinte questão de pesquisa:
 - **QP2.** Os instrumentos de avaliação utilizados para medir o raciocínio matemático e o pensamento computacional são confiáveis e consistentes?
- **Estimativa da habilidade de raciocínio matemático:** Utilizou-se o Screening Programming, um instrumento baseado em questões relacionadas à lógica e ao raciocínio abstrato, para estimar a habilidade de raciocínio matemático dos participantes. Essa etapa permitiu identificar o nível de proficiência dos estudantes nessa habilidade específica.
- **Estimativa do pensamento computacional:** Foi aplicado o Bebras, uma ferramenta reconhecida para avaliar habilidades em algoritmos, abstração e pensamento lógico, a fim de estimar o pensamento computacional dos participantes. Essa etapa envolveu a resolução de problemas que exigiam o uso de conceitos computacionais.
- **Correlação entre habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional:** Com base nas estimativas individuais obtidas a partir dos instrumentos de avaliação, foi realizada uma correlação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos participantes. Essa análise estatística permitiu investigar a existência

de uma relação entre essas duas habilidades e determinar o grau de associação entre elas. Nesta etapa, investigamos a seguinte questão de pesquisa:

- **QP3.** Existe uma correlação significativa entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional nos estudantes de graduação em Ciência da Computação?

Essas etapas foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa, permitindo uma análise aprofundada da relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional nos estudantes de graduação em Ciência da Computação.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho apresenta seis capítulos e está organizado da seguinte maneira: no Capítulo 1, apresentamos uma visão geral desta investigação com relação à contextualização do problema, objetivos e questões de pesquisa; no Capítulo 2, apresentamos os temas e trabalhos relacionados à pesquisa; no Capítulo 3, analisamos as propriedades psicométricas dos itens e a confiabilidade dos instrumentos que avaliam o Raciocínio Matemático e o Pensamento Computacional; no Capítulo 4, apresentamos a metodologia da pesquisa; no Capítulo 5, analisamos e discutimos os resultados; no Capítulo 6, apresentamos as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros; e, ao final, encontram-se as referências e os apêndices utilizados ao longo desta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste Capítulo, apresenta-se o embasamento teórico a partir de várias áreas e trabalhos que se relacionam e que permitem caracterizar esta pesquisa.

2.1 Raciocínio Matemático

O Raciocínio Matemático é um conjunto de processos mentais complexos pelos quais se obtêm novas proposições (conhecimento novo) a partir de proposições conhecidas ou assumidas como verdadeiras (conhecimento prévio) (MORAIS; SERRAZINA; PONTE, 2018). O Raciocínio Matemático é o processo que utiliza informações conhecidas para obter, de forma justificada, novas conclusões (MATA-PEREIRA; PONTE, 2018). Além disso, o Raciocínio Matemático representa o processo de comunicação com os outros ou consigo mesmo, permitindo inferir enunciados matemáticos a partir de outros enunciados (JEANNOTTE; KIERAN, 2017).

O Raciocínio Matemático possui dois aspectos: Estrutura e Processos. Ambos estão relacionados dialecticamente, ou seja, as estruturas fazem parte do processo que contribui para a construção das estruturas (JEANNOTTE; KIERAN, 2017).

2.1.1 Estrutura

A estrutura é a forma pela qual os elementos discursivos se combinam em um sistema ordenado que descreve os elementos e suas relações. Ela inclui modos de inferência dedutivo, indutivo e abdutivo, que por sua vez são formados por pelo menos dados, alegação e justificativa (JEANNOTTE; KIERAN, 2017).

2.1.1.1 Raciocínio Dedutivo

Na dedução, inferimos uma alegação com base em dados e uma justificativa. O qualificador da conclusão depende do valor epistêmico dos dois últimos (MATA-PEREIRA; PONTE, 2018). Ou seja, alegamos algo sobre o objeto de estudo com base em nosso conhecimento sobre os dados e a justificativa adquirida por meio da percepção, memória, julgamento e/ou raciocínio.

A dedução é uma habilidade crucial em processos de prova e demonstração formal, pois ambos exigem raciocínio dedutivo. Além disso, as normas da comunidade matemática para a linguagem matemática exigem que o discurso do raciocínio seja estruturado de forma dedutiva, pois é a única estrutura que permite uma teorização coerente do discurso matemático (JEANNOTTE; KIERAN, 2017).

2.1.1.2 Raciocínio Indutivo

Na lógica indutiva, o raciocínio é construído a partir de observações específicas, com o objetivo de criar uma afirmação geral. Na verdade, a indução é a maneira pela qual a ciência cria teorias que ajudam a explicar fenômenos observados. A lógica indutiva é usada em muitos

campos, incluindo ciência, medicina, pesquisa de mercado e tomada de decisões empresariais (MORAIS; SERRAZINA; PONTE, 2018).

O processo indutivo é, por natureza, probabilístico, o que significa que, embora os resultados possam ser altamente confiáveis, nunca há certeza absoluta. Por exemplo, se todos os corvos que já vimos são pretos, podemos induzir que todos os corvos são pretos. No entanto, pode haver corvos brancos em algum lugar, ou pode haver corvos geneticamente modificados no futuro (JEANNOTTE; KIERAN, 2017; MORAIS; SERRAZINA; PONTE, 2018).

O raciocínio indutivo geralmente é complementado pelo raciocínio dedutivo, que é o processo de inferência que leva a conclusões necessárias, dadas as premissas. Juntos, o raciocínio indutivo e dedutivo são usados para construir argumentos e estabelecer conclusões sólidas em muitas áreas do conhecimento (JEANNOTTE; KIERAN, 2017).

2.1.1.3 *Raciocínio Abduativo*

A abdução pode ocorrer de duas formas. A primeira infere dados com base na alegação e na justificativa. A segunda infere dados e justificativa a partir de uma alegação. Ou seja, na primeira já temos uma alegação e uma justificativa sobre o objeto, mas estamos em busca de dados, enquanto que na segunda, temos os dados e uma justificativa que usamos para produzir uma alegação. A abdução pode ser um elemento de qualquer processo do Raciocínio Matemático, seja relacionado à procura por similaridades e diferenças ou relacionado à validação (JEANNOTTE; KIERAN, 2017).

2.1.2 *Processos*

Os processos relacionados ao Raciocínio Matemático envolvem conjecturar, generalizar, investigar o porquê, desenvolver e avaliar argumentos (TREVISAN; ARAMAN, 2021). Por sua vez, esses processos se assemelham ou se mesclam com a forma pela qual os processos de raciocínio podem ser organizados e caracterizados (JEANNOTTE; KIERAN, 2017), a saber:

- Busca por padrões que representem semelhanças ou diferenças, generalização, formular conjecturas, comparar e classificar;
- Validação de afirmações através de justificativa e prova;
- Suporte a diferentes processos de raciocínio.

2.1.2.1 *Identificar Padrão*

Identificar padrões é um processo de busca por diferenças e similaridades. Além disso, permite inferir narrativas sobre a relação recursiva¹ entre os objetos matemáticos ou relações (JEANNOTTE; KIERAN, 2017). A identificação de padrões é uma habilidade transversal que

¹ Recursividade é a propriedade de formar infinitos elementos a partir de finitos, aplicando-se regras lógicas ou matemáticas, formulando casos complexos em termos de casos mais simples (WEBB, 1983)

pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento e é fundamental para compreender e modelar fenômenos complexos.

2.1.2.2 *Conjecturar*

Conjecturas são afirmações sobre um determinado objeto de estudo que devemos testar visando a sua comprovação ou refutação. Conjecturas são essenciais para resolver um exercício matemático.

Uma equação, por exemplo, é uma conjectura, uma afirmação de que um lado da expressão é igual ao outro. É uma conjectura inicial na qual os alunos podem desenvolver as suas próprias conjecturas com base nas regras matemáticas conhecidas.

2.1.2.3 *Generalizar*

A generalização consiste em criar uma conjectura, ou seja, uma afirmação que contemple uma classe de objetos e não apenas objetos isolados (TREVISAN; ARAMAN, 2021).

Quando se trata de matemática, muitas vezes ouvimos falar em "fórmulas". Esse tipo de conjectura representa uma afirmação que é válida para um determinado grupo de objetos.

O termo geral da progressão aritmética, por exemplo, é uma afirmação de que todo e qualquer termo de uma PA pode ser escrito de uma mesma forma generalizada: $a_1 + (n - 1)r$. Portanto, podemos calcular o valor de qualquer elemento de uma PA ao saber o primeiro elemento, o número de elementos e a razão da PA.

2.1.2.4 *Comparar e Classificar*

Comparar algo significa perceber as semelhanças e diferenças entre objetos, podendo criar uma narrativa sobre objetos ou relações matemáticas. Esse processo pode ocorrer simultaneamente a outros processos de raciocínio matemático, como generalizar, identificar um padrão ou validar. A classificação, por outro lado, é um processo de justificar afirmações de forma objetiva com base em propriedades e definições (TREVISAN; ARAMAN, 2021).

Em resumo, a comparação se baseia nas diferenças e semelhanças do objeto, enquanto a classificação leva em consideração as propriedades e definições do objeto.

2.1.2.5 *Validar*

O processo de validação busca alterar o valor epistêmico de uma narrativa matemática. Entre esses valores estão: provável, verdadeiro e falso. Como processos relacionados à validação, temos:

- Justificativa: Permite a mudança do valor epistêmico de uma narrativa;
- Prova: Modifica o valor epistêmico de uma narrativa de Provável para Verdadeiro;
- Prova Formal: O mesmo que a prova, porém, deve ser aceita pela comunidade matemática.

2.2 Pensamento Computacional

Embora haja vários pontos de vista sobre o tema, a maioria dos estudos sobre o Pensamento Computacional (PC) não apresenta uma definição formal consensual para o mesmo. A maior parte dos especialistas aponta o PC como uma forma de pensar que antecede a Computação. Apesar da Computação desempenhar um papel importante no desenvolvimento do PC, não se mostra obrigatória para o fomento do mesmo (SANTANA; CHAVEZ; BITTENCOURT, 2021).

No entanto, o PC é muito mais abrangente do que o meio computacional. Trata-se, na verdade, de como os humanos pensam (WING, 2021). Podendo até mesmo ser chamado de Pensamento Humano (SANTANA; CHAVEZ; BITTENCOURT, 2021).

O PC pode ser caracterizado como um processo para resolução de problemas que utiliza um conjunto de habilidades comuns para cientistas da computação. Dentre essas habilidades estão: lógica, design de algoritmos, reconhecimento de padrões, abstração, decomposição e avaliação (GROVER; PEA, 2018):

2.2.1 Lógica

A definição de lógica agora é muito mais ampla do que no passado, incluindo toda a matemática pura (PUTNAM, 2014). A lógica é o estudo dos princípios e métodos usados para distinguir um raciocínio correto de um incorreto, com proposições, argumentos dedutivos e indutivos, veracidade das proposições e declarações e validade do raciocínio dedutivo como conceitos básicos (COPI; COHEN; RODYCH, 2018). Além disso, a lógica envolve a análise de situações para tomar decisões ou chegar a uma conclusão sobre uma situação (GROVER; PEA, 2018).

2.2.2 Design de algoritmos

De maneira informal, um algoritmo é um processo computacional definido que recebe um ou mais valores como entrada e produz um ou mais valores como saída. Formalmente, pode ser caracterizado como uma sequência de etapas que transforma a entrada em saída (CORMEN et al., 2022).

Algoritmos são passos precisos ou procedimentos para atingir um objetivo ou resolver um problema (GROVER; PEA, 2018). Portanto, o design de algoritmos envolve a habilidade de criar novos algoritmos usando conhecimentos existentes e reutilizando outros algoritmos.

2.2.3 Reconhecimento de padrões

Na psicologia, o reconhecimento de padrões é o processo pelo qual sinais externos são percebidos pelos sentidos e se tornam experiências perceptivas com significado. O sistema nervoso humano é mais eficiente em realizar tarefas relacionadas à preservação do indivíduo e da espécie. Portanto, é comum que os seres humanos possuam habilidades surpreendentemente

complexas em reconhecimento de padrões, mas possam ter dificuldades em realizar tarefas simples, como multiplicação de números com múltiplos dígitos (PAVLIDIS, 2013). Na computação, o reconhecimento de padrões pode levar à definição de soluções generalizáveis (GROVER; PEA, 2018).

2.2.4 Abstração

Apesar das definições de abstração poderem aparentar grande diferença entre si, várias enfatizam a abstração como um processo de redução da informação que permite um armazenamento e recuperação de conhecimento central mais eficiente, como por exemplo, a categorização. Definimos então como o processo de identificar um conjunto de características centrais invariantes do objeto de análise (BURGOON; HENDERSON; MARKMAN, 2013).

Dito isto, todos operamos em algum nível de abstração, sendo o nível baixo relacionado a pensamentos mais específicos, detalhados, vívidos e imagináveis, enquanto que o nível alto inclui menos características facilmente observáveis e, portanto, captura pensamentos que são menos imagináveis (BURGOON; HENDERSON; MARKMAN, 2013).

De forma simplificada, a abstração é o ato de isolar os detalhes para permitir o foco somente na entrada e saída. Nesse sentido, então, a abstração fornece uma maneira de simplificar e gerenciar a complexidade de um problema (GROVER; PEA, 2018).

2.2.5 Decomposição

A decomposição de problemas é uma técnica que consiste na divisão de um problema complexo em partes menores ou menos complexas, com o objetivo de torná-lo mais gerenciável e mais fácil de ser resolvido. Esse processo sistemático permite que cada um dos problemas reduzidos seja abordado individualmente, com maior eficiência e eficácia, como mencionado (SHUTE; SUN; ASBELL-CLARKE, 2017).

A decomposição de problemas envolve a divisão do problema em tantas partes quanto possível. Isso permite que cada parte seja tratada como um subproblema separado, o que pode facilitar a resolução do problema principal. A decomposição de problemas pode ser usada em uma variedade de áreas, incluindo ciência da computação, engenharia, matemática e outras disciplinas que envolvem a resolução de problemas complexos (GROVER; PEA, 2018).

2.2.6 Avaliação

Ao criar soluções para problemas na forma de algoritmos ou abstrações na forma de programas, modelos ou simulações, é fundamental avaliá-las quanto à sua correteza e adequação. Essa avaliação deve ser feita com base nos objetivos que se pretende alcançar, bem como nas restrições que podem limitar a solução.

A correteza de uma solução refere-se à sua capacidade de produzir resultados corretos e esperados em todas as situações relevantes. A adequação, por outro lado, refere-se à capacidade

da solução de atender aos requisitos específicos do problema, como tempo de execução, uso de recursos e precisão dos resultados (GROVER; PEA, 2018).

Além disso, é importante considerar as restrições, como limitações de tempo, recursos disponíveis e requisitos de segurança ou privacidade. Todas essas considerações são cruciais para avaliar a qualidade da solução proposta e garantir que ela atenda às necessidades do usuário e do problema em questão.

2.3 Teorias de Mensuração

Tanto a Teoria Clássica do Teste (TCT) quanto a Teoria de Resposta ao Item (TRI) desempenham papéis fundamentais na construção, validação e avaliação de instrumentos cognitivos (NUNNALLY, 1994; ARAÚJO et al., 2019; PASQUALI, 2017). Embora essas teorias não sejam antagonicas, a TRI é frequentemente vista como um complemento às limitações da TCT, já que ambas abordam a avaliação de construtos cognitivos.

2.3.1 Teoria Clássica de Testes

A Teoria Clássica do Teste (TCT) considera a pontuação total de um instrumento como a medida primária para avaliar o desempenho de um indivíduo. Além disso, a TCT emprega normas para interpretar as pontuações dos instrumentos, as quais são usadas para posicionar um indivíduo em relação a outros ou comparar a pontuação de dois sujeitos (ARAÚJO et al., 2019).

A TCT está relacionada à discrepância entre a pontuação do indivíduo não testado e o valor real dessa pontuação (PRIMI, 2012). Por outro lado, a validade, segundo a TCT, é verificada pela avaliação de se o construto medido é o que deve ser medido (PASQUALI, 2017). Algumas medidas são utilizadas para avaliar a qualidade dos itens e do instrumento através do score, como o Coeficiente de Correlação do Ponto Bisserial e o Coeficiente Alfa de Cronbach.

2.3.1.1 Coeficiente de Ponto Bisserial

Nos testes educacionais, é possível calcular o coeficiente de correlação entre uma variável numérica e outra categórica nominal. Nesse caso, a variável categórica tem apenas dois valores possíveis (certo/errado), sendo uma delas dicotômica. Para calcular a correlação entre essa variável dicotômica e outra variável numérica, é usado o Coeficiente de Pearson da maneira convencional, assumindo a hipótese de normalidade da amostra, que é denominado de Coeficiente de Correlação de Ponto Bisserial (BAKER, 2001). A Equação 2.1 define o coeficiente do ponto bisserial:

$$Ppb = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_T}{S_T} \sqrt{\frac{p}{1-p}} \quad (2.1)$$

Onde,

\bar{X}_A representa a média global das pontuações dos respondentes que acertaram o item;

\bar{X}_T representa a média global das pontuações do instrumento;
 S_T representa o desvio padrão do instrumento;
 p representa a proporção de respondentes que acertaram o item.

O Coeficiente de Ponto Bisserial é uma estimativa utilizada para identificar itens em um instrumento nos quais, se o avaliado responder corretamente, tem maior probabilidade de obter um desempenho geral melhor. Essa medida é baseada na correlação do item com o escore geral e quanto maior o coeficiente, mais forte é a relação entre o item e o escore, indicando que o item é crucial para o desempenho total do instrumento. Esse coeficiente varia de -1 a 1, e valores próximos de 1 indicam que o item é altamente discriminativo (ARAÚJO et al., 2019).

2.3.1.2 Coeficiente Alfa de Cronbach

Após a criação de um instrumento, uma das maneiras mais eficazes e econômicas de avaliar sua confiabilidade é por meio da verificação de sua consistência interna. A consistência interna mede a confiabilidade do instrumento, examinando a homogeneidade dos itens que o compõem. Isso significa avaliar a força das relações entre os itens e o escore total. É possível calcular a consistência interna a partir da pontuação geral do instrumento e da pontuação de cada item. A Equação 2.2 define o coeficiente de alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right) \quad (2.2)$$

Onde,

n representa o número dos itens;

$\sum S_i^2$ representa a soma das variâncias para n itens;

S_T^2 representa o intervalo global de pontuações de teste.

A consistência interna é calculada usando o coeficiente alfa de Cronbach, que varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente, maior é a consistência interna do instrumento (ANDRADE; LAROS; GOUVEIA, 2010). Valores próximos a 1 indicam que o instrumento tem uma consistência interna adequada. Valores entre 0,70 e 0,80 são considerados aceitáveis, mas com ressalvas. Quando os valores estão abaixo de 0,70, é necessário que o pesquisador reavalie os itens que compõem o instrumento (ARAÚJO et al., 2019).

2.3.1.3 Limitações da TCT

A TCT é utilizada para selecionar as melhores questões de um banco de itens, levando em consideração a dificuldade e a discriminação dos de cada um. A dificuldade é determinada pela proporção de indivíduos que respondem afirmativamente ao item, enquanto a discriminação diferencia o grupo de indivíduos que obtiveram alta pontuação dos que obtiveram baixa pontuação no teste.

No entanto, a TCT apresenta limitações relacionadas ao número de itens a serem aplicados, levando a respostas não confiáveis e erros durante o processo de correção, além de não considerar a individualização dos avaliados pelo instrumento.

2.3.2 *Teoria de Resposta ao Item*

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é um conjunto de modelos matemáticos que se baseia na relação entre a probabilidade de um item ser respondido corretamente pelo avaliado e sua proficiência, que é uma variável latente ou não observável. Essa probabilidade é calculada com base em parâmetros que expressam as propriedades do item, tais como dificuldade, discriminação e acaso. Em outras palavras, quanto maior a proficiência do avaliado, maior a probabilidade de acerto, sendo que essa probabilidade varia conforme as características do item em questão. As respostas podem ser de diferentes tipos, como binários (certo ou errado), de múltipla escolha ou politômicos, nos quais o avaliado precisa escrever a resposta por meio de uma classificação ordenada (NUNNALLY, 1994; ARAÚJO et al., 2019; PASQUALI, 2017).

A TRI é uma abordagem teórica amplamente utilizada no campo da avaliação educacional. A TRI oferece um modelo estatístico que permite a criação de instrumentos de avaliação precisos e confiáveis, calibrando itens por meio de parâmetros numéricos. Além disso, a TRI oferece uma estrutura que possibilita a comparação das habilidades de diferentes indivíduos ou mesmo de uma mesma pessoa ao longo do tempo, levando em consideração os parâmetros dos itens (BAKER; KIM, 2017).

A utilização da TRI na criação de instrumentos de avaliação educacional traz benefícios significativos. Ao ajustar os dados ao modelo da TRI, é possível obter estimativas mais precisas das habilidades dos indivíduos em um determinado construto avaliado. Essa abordagem leva em conta não apenas o número de respostas corretas ou incorretas, mas também a dificuldade e a discriminação dos itens, o que proporciona uma avaliação mais justa e válida (PASQUALI, 2017).

Na TRI, é possível prever o comportamento de um indivíduo em relação a um item por meio de um conjunto de variáveis de fatores hipotéticos. Dessa forma, a Curva Característica do Item (CCI), que é um gráfico de uma função matemática crescente e monótona, é dependente desses fatores (PASQUALI, 2017).

2.3.2.1 *Curva Característica do Item*

A CCI é um gráfico que mostra a relação entre a habilidade estimada do indivíduo e seu desempenho em um determinado item, e é influenciada pelas particularidades do modelo matemático da TRI utilizado (ARAÚJO et al., 2019). Cada item possui sua própria CCI, que determina sua qualidade e pode ser utilizada para avaliar a probabilidade de cada indivíduo acertá-lo (BAKER; KIM, 2017).

Existem diferentes modelos matemáticos na TRI que dependem dos parâmetros envolvidos no instrumento, como a dimensionalidade ou o tipo de item. Neste trabalho, é considerado o

modelo logístico unidimensional de três parâmetros (3ML), em que a Equação 2.3 descreve a probabilidade do indivíduo com habilidade θ acertar o item j , com base na discriminação (a_j), na dificuldade (b_j) e na probabilidade de acertar o item pelo acaso (c_j).

$$P(\theta) = c_j + (1 - c_j) \frac{1}{1 + e^{-a_j(\theta - b_j)}} \quad (2.3)$$

Onde,

θ representa o traço/habilidade latente de um indivíduo;

a_j representa o parâmetro de discriminação do item;

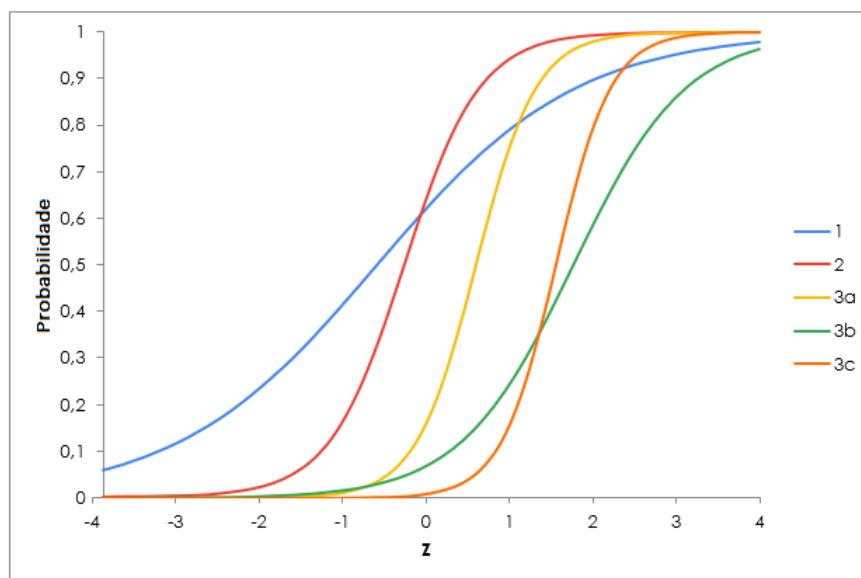
b_j representa o parâmetro de dificuldade do item;

c_j representa o parâmetro de acertar o item pelo acaso.

A discriminação do item (parâmetro a_j) indica a capacidade do item em diferenciar indivíduos com diferentes habilidades, levando em conta sujeitos com magnitudes próximas à habilidade avaliada. O parâmetro a_j varia de 0 (não discriminativo) a 4 (extremamente discriminativo). Por sua vez, a dificuldade do item (parâmetro b_j) é a habilidade necessária para um indivíduo ter uma determinada probabilidade de acertar o item, considerando a chance de acertar o item por acaso. O parâmetro b_j varia de -3 (itens fáceis) a +3 (itens difíceis). Já a probabilidade de acerto ao acaso (parâmetro c_j) representa a chance de um indivíduo com baixa habilidade acertar um item difícil, ou seja, acertar por sorte. O parâmetro c_j varia de 0 a 0,5.

Diversos programas de computador especializados podem ser utilizados para obter os parâmetros do item, através de procedimentos de estimação. Esses programas empregam funções matemáticas não lineares, como funções logarítmicas, que geram as Curvas Características do Item (CCI), que são representações gráficas das probabilidades de resposta do item em relação aos níveis de habilidade latente dos indivíduos (ARAÚJO et al., 2019). Na Figura 1, é apresentado um exemplo de gráfico que ilustra algumas CCI's.

Figura 1 – CCI's exemplo.



Fonte: (ANDRADE, 2022).

A Figura 1 apresenta cinco CCIs, cada uma correspondendo a um item, modelado a partir da Equação 2.3. Essas CCIs serão usadas como exemplos para ilustrar o comportamento dos parâmetros. A habilidade θ é uma variável contínua que pode assumir qualquer valor real e geralmente é classificada de -4 a +4 no eixo x. O eixo y representa a probabilidade de resposta correta do item, variando de 0 a 1. As linhas nas CCIs indicam o nível de dificuldade em que a probabilidade de resposta correta é 50

No exemplo da Figura 1, o item "3c" é o mais discriminativo, "3b" é o mais difícil, e o item "1" é o mais fácil e menos discriminativo. Para obter os parâmetros do item, são utilizados procedimentos de programas de computador especializados que empregam funções matemáticas não lineares, como funções logarítmicas. Esses programas geram as CCIs e representações gráficas das funções matemáticas que relacionam a probabilidade de resposta do item com o nível de habilidade latente ou traço θ .

2.3.2.2 Estimativa da Habilidade

Como mencionado anteriormente, a TRI produz uma escala chamada traço ou habilidade latente, que é representada pelo modelo 3ML. Essa escala é padronizada, com média igual a 0 e desvio-padrão igual a 1. Conforme observado para o parâmetro b , em teoria, essa escala pode variar de -4 a +4. Os escores dos indivíduos são então estimados pela TRI usando um método de estimação específico (FOX; GLAS, 2001).

Neste estudo, utilizamos o método Expected A Posteriori (EAP) (KOLEN; TONG, 2010; LU; THOMAS; ZUMBO, 2005). O EAP é aplicado para obter a pontuação que melhor identifica a habilidade de cada pessoa na escala, com base em princípios estatísticos bayesianos. O termo "a posteriori" refere-se à distribuição de probabilidade posterior das pontuações de traços latentes,

que é derivada do conceito bayesiano de probabilidade posterior. Essa distribuição prevê as pontuações para um caso específico, levando em consideração tanto a resposta padrão desse caso quanto os parâmetros estimados do modelo.

O termo "Expected" está relacionado ao conceito de valor esperado. Assim, a estimativa "esperada a posteriori" representa o valor esperado da distribuição de probabilidade posterior das pontuações de traços latentes para um caso específico. A Equação 2.4 define a estimativa do traço latente pela EAP:

$$\theta_{s+1} = \theta_s + \frac{\sum_{i=1}^n a_i [u_i - P_i \theta_s]}{\sum_{i=1}^n a_i^2 P_i(\theta_s) Q_i(\theta_s)} \quad (2.4)$$

Onde,

θ_s representa a capacidade estimada do examinado após s iterações;

a_i representa o parâmetro de inclinação do item i , para $i = 1, 2, \dots, N$;

O procedimento EAP é utilizado para estimar a capacidade de um examinado. Essa estimativa é obtida por meio da média da distribuição posterior e do erro padrão após a aplicação do instrumento, e depende da Função de Informação do Item (FII) e de seus parâmetros.

2.3.2.3 Função de Informação do Item

A FII é uma análise que avalia o quanto um item contém informações psicométricas para medir a habilidade. Estatisticamente, a FII é definida como a quantidade de informação psicométrica que um item contém em todos os pontos ao longo do continuum do traço latente (PASQUALI, 2017).

A FII é uma ferramenta poderosa para a análise de itens, pois permite determinar não apenas a quantidade de informação que um item acumula em um determinado θ , mas também o ponto do continuum de traço latente em que o item apresenta a maior quantidade de informações. A FII é amplamente utilizada pelos construtores de testes como o método de análise de item mais comum (BAKER, 2001). A Equação 2.5 define a FII:

$$I(\theta) = a^2 \frac{Q_i(\theta)(P_i(\theta) - c)^2}{P_i(\theta)(1 - c)^2} \quad (2.5)$$

Onde,

a representa o parâmetro de discriminação do item;

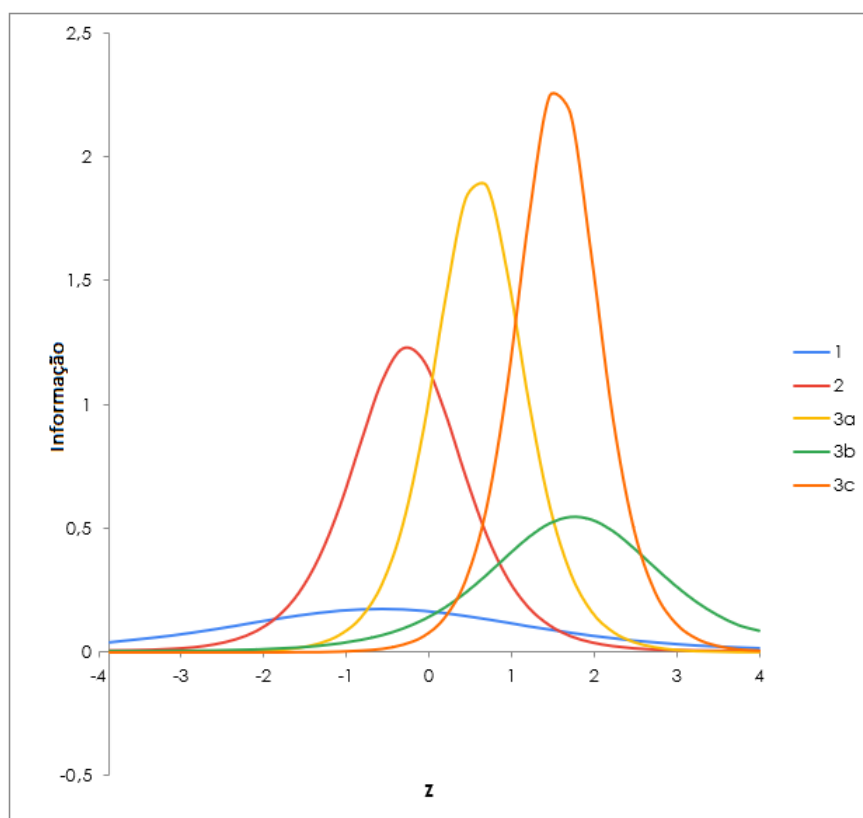
c representa o parâmetro de dificuldade do item;

$P_i(\theta)$ é a probabilidade de acerto do item i para um determinado nível de habilidade θ .

$Q_i(\theta)$ é a probabilidade de resposta incorreta ao item i para um determinado nível de habilidade θ .

Utilizando a fórmula apropriada, é possível calcular a quantidade de informação para cada nível de habilidade na escala de -4 a +4. Na Figura 2, apresentamos um exemplo de gráfico que representa algumas FII.

Figura 2 – Exemplo de FII



Fonte: Adaptado de (ANDRADE, 2022).

A Figura 2 apresenta cinco Funções de Informação do Item (FII), cada uma correspondente a um item, modelada a partir da Equação 2.5, que serão utilizadas como exemplos para ilustrar o comportamento dos itens. O valor da habilidade Z pode assumir qualquer número real (BAKER, 2001). Geralmente, o eixo x , que representa a escala de habilidade Z , é classificado de -4 a +4. Já o eixo y representa o valor da FII para cada ponto do continuum de traço latente. As linhas no gráfico indicam a quantidade de informação que cada item fornece em uma determinada região do traço latente.

No exemplo do item '3a', pode-se observar que ele fornece menos informação quando a habilidade está em -2, em comparação com outras regiões do continuum de traço latente. No entanto, esse item fornece mais informações na área em que a habilidade é média, ou seja, quando θ está próximo de 0.

3 INSTRUMENTOS PARA MEDIR RACIOCÍNIO MATEMÁTICO E PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Neste capítulo, relatamos o instrumento Screening Programming (ANDRADE, 2022; DANTAS, 2022) que mensura, entre várias habilidades, o Raciocínio Matemático (Seção 3.1.1) e o Bebras (Seção 3.1.2) para mensurar a habilidade de Pensamento Computacional.

3.1 Instrumentos Escolhidos

3.1.1 *Screening Programming*

O Screening Programming é um sistema desenvolvido para auxiliar educadores na área de Computação, fornecendo ferramentas para avaliar as habilidades cognitivas que são preditoras de habilidades de programação em seus alunos. Esse sistema é baseado na TRI, que permite comparar e avaliar os alunos entre si.

O sistema disponibiliza quatro testes, cada um focado em uma habilidade considerada essencial para programadores. Esses testes têm como objetivo mensurar as habilidades de resolução de problemas, pensamento abstrato, flexibilidade cognitiva e raciocínio matemático.

Ao se cadastrar e acessar uma conta no Screening Programming, o professor tem acesso a ferramentas de moderação de grupos, podendo criar, editar e excluir grupos dos quais ele é administrador. Além disso, o professor pode convidar e remover alunos para esses grupos. Os alunos, por sua vez, podem responder aos itens dos testes e verificar seus próprios resultados.

Após a aplicação das ferramentas do Screening Programming, o professor tem acesso aos resultados obtidos por meio do processo de mensuração do instrumento. Esses resultados fornecem informações valiosas sobre as habilidades cognitivas dos alunos em relação à programação, permitindo ao professor identificar pontos fortes e áreas que precisam ser aprimoradas.

3.1.2 *Bebras*

O Bebras é uma iniciativa internacional que tem como objetivo principal promover a informática e o pensamento computacional entre estudantes de todas as idades. Essa iniciativa é coordenada por professores que incorporam o desafio Bebras em suas atividades de ensino. O desafio é aplicado nas escolas por meio de computadores ou dispositivos móveis, com o intuito de mensurar o pensamento computacional dos participantes.

O desafio Bebras existe para despertar o interesse dos estudantes pelas habilidades fundamentais da informática desde o início de sua vida escolar, incentivando-os a aprender e dominar a tecnologia. Além disso, o desafio concentra-se em conceitos de informática que auxiliam na compreensão dos fenômenos da ciência da computação e no desenvolvimento do pensamento computacional.

No contexto da era digital, a aprendizagem por meio da resolução de pequenas tarefas ricas em conceitos, ou o conceito de aprendizagem invertida, se adequam de forma mais eficaz. É importante ressaltar que tanto os estudantes quanto os professores precisam de motivação

para aprender coisas novas, e uma das formas de aumentar essa motivação é por meio de tarefas curtas que sejam atrativas e interativas.

Portanto, o Bebras desafia os estudantes a aplicar seus conhecimentos e habilidades em situações práticas, incentivando o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade. Essa abordagem baseada em desafios proporciona uma experiência de aprendizagem envolvente e significativa, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento computacional e para a formação de estudantes preparados para enfrentar os desafios da era digital.

3.2 Construção e Calibração dos bancos de itens

Para a aplicação da pesquisa, foram construídos dois bancos de itens com dez questões cada um, com o objetivo de avaliar os traços desejados. Devido à natureza dos instrumentos ser diretamente compatível com os objetivos da pesquisa, não foram necessárias grandes alterações na elaboração dos bancos de itens. Desta forma, selecionamos 10 questões revisadas por diversos profissionais da educação, tanto na avaliação do Pensamento Computacional (Bebras) quanto do Raciocínio Matemático (Screening Programming). Esses itens estão disponíveis no Anexo A.

A seguir, discutimos os resultados da calibração do banco de itens. Essa etapa tem por objetivo verificar as propriedades psicométricas dos itens e analisar se a escala está minimamente ajustada para continuarmos com o estudo.

Serão respondidas as seguintes questões de pesquisa:

- **QP1.** Os itens selecionados possuem propriedades psicométricas adequadas para medir as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos estudantes?
- **QP2.** Os instrumentos de avaliação utilizados para medir o raciocínio matemático e o pensamento computacional são confiáveis e consistentes?

Os itens foram apresentados aos participantes com o objetivo de obter informações psicométricas, mas principalmente o valor dicotômico das respostas (certo ou errado). Para este estudo, participaram 50 alunos do curso de Ciências da Computação da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) Campus VII, Patos, Paraíba, Brasil. O número de sujeitos da pesquisa é consequência da pouca disponibilidade de tempo e dificuldade em conseguir voluntários, os quais representam apenas uma pequena parcela da totalidade dos estudantes da instituição.

Os instrumentos foram utilizados em formato presencial, exigindo que os alunos respondessem individualmente, sem assistência, durante um período de 2 horas. Após a aplicação dos instrumentos, as respostas coletadas foram consideradas e convertidas em variáveis dicotômicas. Nesse sentido, foi atribuído o valor 1 para respostas corretas e 0 para respostas incorretas.

Nesta fase, os dados foram analisados pela TCT/TRI com o auxílio do complemento para a ferramenta Excel disponível em: <http://psychometricon.net/libirt/> para análise e ajuste do 3ML pela estimativa marginal de máxima verossimilhança com o objetivo de verificar: i) a estimativa dos parâmetros dos itens dos instrumentos e; ii) a consistência interna dos instrumentos.

3.2.1 Calibração do Screening Programming

3.2.1.1 Análise das Propriedades Psicométricas dos Itens

Com o objetivo de examinar a distribuição das respostas, utilizou-se o modelo logístico de três parâmetros (3PL). Além disso, foram levados em consideração a proporção de acertos e a correlação bisserial entre a resposta correta de cada item e a pontuação total do instrumento. Na Tabela 1, estão listados os 6 itens que fazem parte do Instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático, juntamente com seus respectivos parâmetros. Observamos que 4 itens possuíam valores críticos para os parâmetros estimados, dessa forma, foram excluídos. Esses parâmetros fornecem informações sobre a dificuldade, a capacidade de distinguir e a probabilidade de acerto de cada item, o que é essencial para a interpretação dos resultados e a validade do instrumento.

Tabela 1 – Instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático - Todos os Itens Restantes Calibrados.

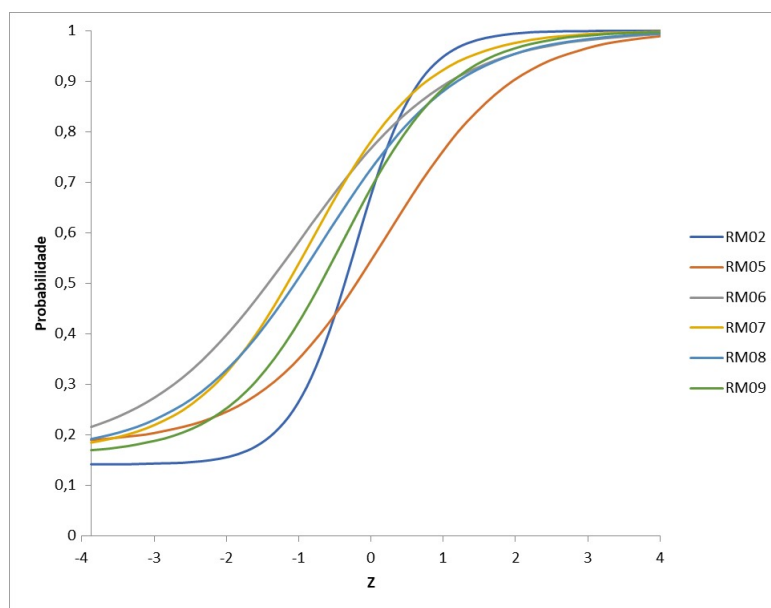
Id	a	b	c	Proporção de Acertos	Correlação Ponto Bisserial
RM02	2,267	-0,217	0,141	0,620	0,502
RM05	1,120	0,201	0,182	0,560	0,204
RM06	0,951	-0,998	0,165	0,740	0,246
RM07	1,246	-0,828	0,167	0,740	0,281
RM08	1,065	-0,675	0,165	0,700	0,276
RM09	1,314	-0,400	0,161	0,660	0,382

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Após a análise utilizando o modelo logístico de três parâmetros (3PL), não foram encontrados valores críticos para os parâmetros estimados, o que indica que os dados estão dentro de uma faixa aceitável. Seis dos dez itens do Instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático apresentaram valores de índice de discriminação (a) acima de 0,30, o que indica uma boa capacidade dos itens em diferenciar entre os sujeitos com habilidades diferentes. Os índices de dificuldade (b) variaram entre -3,95 e 3,95, o que sugere uma boa distribuição dos itens ao longo do traço latente. Essa variação indica que o instrumento é capaz de abranger uma ampla gama de habilidades matemáticas, desde as mais fáceis até as mais desafiadoras. Além disso, os índices de probabilidade de acertar o item pelo acaso (c) estão abaixo de 40

A Figura 3 ilustra graficamente as CCI's do Instrumento, destacando os valores extremos dos parâmetros de discriminação, dificuldade e probabilidade de acerto pelo acaso. É possível observar uma série de informações sobre a capacidade de discriminação e dificuldade dos itens do instrumento.

Figura 3 – CCI's de todos os itens restantes de Raciocínio Matemático.

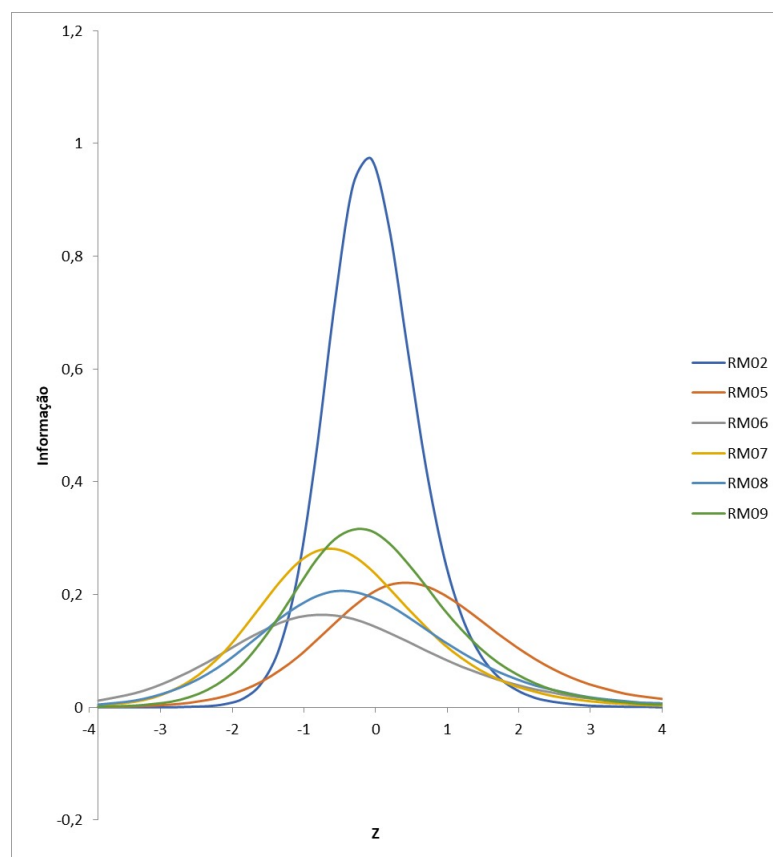


Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Nesse sentido, verificou-se que o item RM06 é considerado o mais fácil, porém, é o menos discriminativo para diferenciar sujeitos com habilidades fracas ou fortes. Por outro lado, o item RM02 apresenta a maior capacidade de discriminação, sendo capaz de identificar de forma mais efetiva as diferenças entre os sujeitos. Quanto ao item RM05, este é considerado o mais difícil. Além disso, destaca-se que o item RM05 é o mais fácil de ser acertado por meio de "chute" ou resposta aleatória, enquanto o item RM02 é o mais desafiador para ser respondido dessa maneira.

A Figura 4 apresenta a representação gráfica das FII do instrumento, que destacam a quantidade de informação fornecida por cada item em uma determinada região do traço latente. Observa-se que o item RM08 oferece a maior quantidade de informação para avaliar sujeitos com habilidades medianas. Em outras palavras, se o instrumento for utilizado em um formato informatizado e considerar uma habilidade média com Theta igual a 0, o item RM08 seria a escolha preferencial para a primeira posição no teste, devido à sua capacidade de fornecer informações significativas nessa faixa de habilidade.

Figura 4 – FII's de todos os itens de Raciocínio Matemático.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

3.2.1.2 Análise da Confiabilidade do Instrumento

A consistência interna do instrumento pode ser mensurada através do coeficiente alfa de Cronbach, que varia de 0 a 1. Geralmente, considera-se que um teste possui consistência interna satisfatória quando o valor do coeficiente alfa de Cronbach é igual ou maior que 0,7.

Tabela 2 – Consistência Interna do Instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático.

Instrumento	Sujeitos	Itens	Pontuação Média	Desvio Padrão	Alfa de Cronbach
Screening Programming - Habilidade Raciocínio Matemático	50	6	4,020	1,581	0,575

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Ao analisar a Tabela 2, observa-se que o valor do coeficiente alfa de Cronbach é 0,575, que está abaixo do valor mínimo recomendado de 0,7. Esse resultado indica uma baixa consistência interna do instrumento de Aptidão em Raciocínio Matemático. Uma consistência interna inadequada pode ser resultado de vários fatores, como a presença de itens que não estão rela-

cionados de forma consistente com o construto avaliado, a presença de itens redundantes que medem a mesma coisa ou até mesmo a presença de erros de medição sistemáticos.

Portanto, com base nesses resultados, podemos concluir que o teste em questão não apresenta uma consistência interna satisfatória. Isso significa que as medidas obtidas com o teste podem não ser confiáveis ou consistentes e devem ser interpretadas com cautela. Nesse caso, pode ser necessário revisar ou reavaliar os itens do teste, realizar análises mais aprofundadas ou considerar o uso de outros instrumentos para medir o mesmo construto de forma mais confiável.

3.2.2 *Calibração do Bebras*

3.2.2.1 *Análise das Propriedades Psicométricas dos Itens*

A distribuição das respostas foi interpretada por meio do modelo logístico de três parâmetros (3PL), além disso, foi considerada a proporção de acertos e a correlação bisserial entre a resposta correta no item e a pontuação total do instrumento. Na Tabela 3, são apresentados os itens restantes que compõem o Instrumento de Aptidão em Pensamento Computacional, juntamente com seus respectivos parâmetros.

Tabela 3 – Instrumento de Aptidão em Pensamento Computacional - Todos os Itens Restantes Calibrados.

Id	a	b	c	Proporção de Acertos	Correlação Ponto-Bisserial
PC03	1,474	-0,981	0,166	0,780	0,328
PC04	0,923	0,755	0,162	0,460	0,281
PC05	2,067	-1,172	0,163	0,840	0,323
PC06	1,754	-0,071	0,168	0,600	0,322
PC07	1,494	-0,051	0,175	0,600	0,322
PC08	2,514	0,993	0,163	0,340	0,291

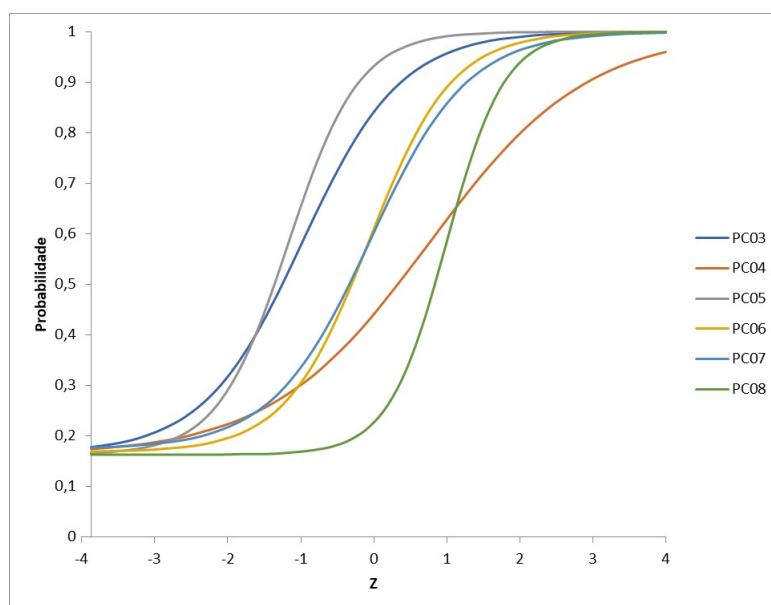
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Após realizar a análise do modelo logístico de três parâmetros (3PL), observou-se que 4 itens apresentaram valores críticos para os parâmetros estimados e, portanto, foram excluídos. Os demais itens restantes não apresentaram resultados extremos ou fora do esperado. Em relação ao Instrumento de Avaliação de Aptidão em Pensamento Computacional, constatou-se que todos os itens restantes apresentaram índices de discriminação superiores a 0,30. Esse índice de discriminação é uma medida que indica a capacidade de um item em diferenciar entre os participantes que possuem diferentes níveis de habilidade ou conhecimento. Valores superiores a 0,30 indicam que os itens do instrumento têm um bom poder de discriminação. Além disso, os índices de dificuldade variam entre 3,95 e -3,95. O índice de dificuldade mede o quão difícil um item é para os participantes, com valores positivos indicando maior dificuldade e valores negativos indicando menor dificuldade. A faixa entre 3,95 e -3,95 mostra uma variedade de itens com diferentes níveis de dificuldade no Instrumento de Avaliação de Aptidão em

Pensamento Computacional. Por fim, em relação à probabilidade de chute, constatou-se que os itens apresentam uma porcentagem abaixo de 40

A Figura 5 ilustra graficamente as Curvas Características dos Itens (CCIs) do Instrumento, destacando os valores extremos dos parâmetros de discriminação e dificuldade. É evidente pelas CCIs que o item PC08 apresenta a maior capacidade de discriminação, enquanto o item PC04 é o menos discriminativo. O item PC05 é considerado o mais fácil, enquanto o item PC08 é o mais desafiador. Adicionalmente, observa-se que o item PC07 possui uma maior probabilidade de ser acertado por um palpite aleatório, enquanto o item PC04 é o mais desafiador e apresenta uma maior dificuldade em ser respondido corretamente sem conhecimento prévio.

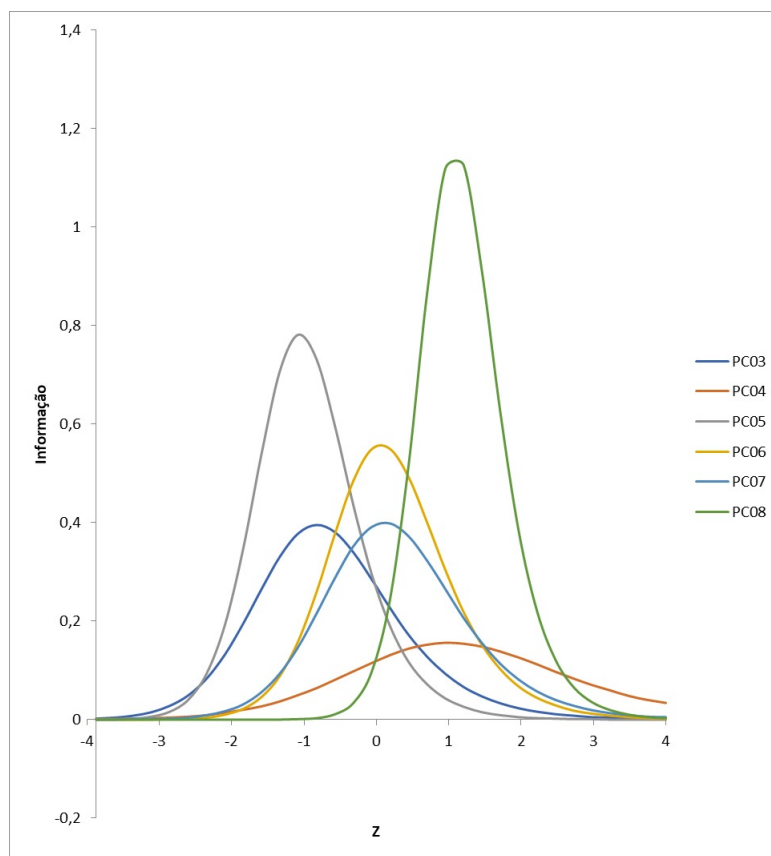
Figura 5 – Curvas Características dos Itens (CCIs) de todos os itens restantes do Pensamento Computacional.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A Figura 6 apresenta a representação gráfica das Funções de Informação dos Itens (FIIs) do Instrumento, mostrando a quantidade de informação que cada item fornece em diferentes regiões do traço latente. É possível observar que o item PC06 oferece mais informação para avaliar indivíduos com habilidade mediana. Em um instrumento informatizado, esse item seria selecionado prioritariamente se a habilidade média (Theta) estivesse posicionada em 0.

Figura 6 – Funções de Informação dos Itens (FIIs) de todos os itens restantes do Pensamento Computacional.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

3.2.2.2 Análise da Confiabilidade do Instrumento

A consistência interna do instrumento pode ser mensurada através do coeficiente alfa de Cronbach, que varia de 0 a 1. É considerado consistente internamente um teste com esse coeficiente maior ou igual a 0,7.

Tabela 4 – Consistência Interna do Instrumento de Aptidão em Pensamento Computacional.

Instrumento	Sujeitos	Itens	Pontuação Média	Desvio Padrão	Cronbach Alpha
Bebras - Habilidade Pensamento Computacional	50	6	3,620	1,548	0,569

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Ao examinar a Tabela 4, constata-se que o coeficiente alfa de Cronbach é inferior a 0,7. Isso sugere que o teste em questão não apresenta uma consistência interna satisfatória. Essa constatação pode ser atribuída a diferentes fatores, sendo um deles o fato de considerarmos o pensamento computacional como uma habilidade única.

O pensamento computacional abrange um conjunto diversificado de habilidades, como resolução de problemas, pensamento algorítmico, abstração e decomposição de problemas complexos. Cada uma dessas habilidades pode ser considerada um construto separado dentro do pensamento computacional. Ao agrupar todos esses aspectos em um único construto, os itens podem avaliar mais de um construto simultaneamente.

Quando os itens avaliam múltiplos construtos, isso pode afetar negativamente a consistência interna do teste, resultando em um coeficiente alfa de Cronbach abaixo do valor desejado. A presença de itens que medem diferentes construtos pode levar a uma variabilidade maior nas respostas dos participantes, afetando a coerência interna das medidas.

Portanto, é importante considerar essa questão ao desenvolver ou selecionar itens para um teste. A fim de melhorar a consistência interna do instrumento, é recomendado revisar os itens existentes, identificar e separar os diferentes construtos do pensamento computacional e desenvolver itens específicos para cada um deles. Dessa forma, pode-se obter uma avaliação mais precisa e confiável das habilidades relacionadas ao pensamento computacional.

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o planejamento do estudo que visa verificar a relação entre raciocínio matemático e pensamento computacional de estudantes de graduação em Ciência da Computação.

4.1 Métrica

No presente estudo, a correlação foi escolhida como métrica para avaliar a dependência entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional em estudantes de graduação em Ciência da Computação. A correlação é uma medida estatística amplamente utilizada em pesquisas que busca quantificar a relação entre duas variáveis.

Ao utilizar a correlação, podemos investigar a existência de uma associação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional e determinar o grau dessa relação. Ela nos permite compreender se variações em uma variável estão relacionadas a variações em outra variável, e qual é a direção e a intensidade dessa relação.

A escolha da correlação como métrica neste estudo foi embasada em sua aplicabilidade e eficácia para análise de dados quantitativos, como as estimativas de habilidades individuais obtidas a partir dos instrumentos de avaliação utilizados. Através da análise estatística da correlação, podemos verificar se existe uma associação significativa entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional, o que nos permite compreender melhor a inter-relação entre essas duas habilidades.

Essa abordagem nos permite examinar se o desempenho em uma das áreas está relacionado ao desempenho na outra, e se a melhoria em uma habilidade pode influenciar positivamente o desenvolvimento da outra. Compreender a natureza dessa relação é de extrema importância para a formação acadêmica e profissional dos estudantes de Ciência da Computação, além de contribuir para o aprimoramento das estratégias de ensino e aprendizagem nessa área.

Portanto, a utilização da correlação como métrica neste estudo foi fundamental para explorar a existência e a natureza da relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional nos estudantes de graduação em Ciência da Computação, fornecendo insights valiosos para a compreensão e o desenvolvimento dessas habilidades.

4.2 Seleção dos Participantes

A seleção dos participantes foi um processo criterioso, visando garantir a representatividade e a validade dos resultados obtidos neste estudo. Foram estabelecidos critérios de inclusão que foram rigorosamente seguidos durante a seleção dos participantes. No total, foram incluídos 50 (cinquenta) participantes que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- **Assinatura do Termo de Assentimento ou do Termo de Consentimento Livre Esclarecido:** Todos os participantes selecionados foram devidamente informados sobre os

objetivos e os procedimentos do estudo. Aqueles que eram maiores de idade assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Anexo B), enquanto os participantes menores de idade assinaram o Termo de Assentimento (Anexo A). Esses termos garantem que os participantes estavam cientes do seu envolvimento no estudo e consentiam em participar de forma voluntária.

- **Matrícula em um curso de graduação na área de Ciência da Computação:** Os participantes selecionados estavam devidamente matriculados em cursos de graduação na área de Ciência da Computação da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) Campus VII, Patos, Paraíba, Brasil. Essa seleção garantiu que os participantes possuíam conhecimentos e experiência relevantes para a investigação da relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional nesse contexto específico.
- **Ausência de limitações sensoriais, cognitivas, auditivas ou visuais:** Foi necessário assegurar que os participantes não apresentassem limitações sensoriais, cognitivas, auditivas ou visuais que pudessem interferir na sua capacidade de responder aos instrumentos de avaliação e de participar plenamente do estudo. Essa restrição visa garantir que os resultados obtidos sejam representativos dos participantes sem essas limitações.

A aplicação desses critérios de inclusão resultou em uma amostra de 50 participantes que preenchiam os requisitos necessários para a condução do estudo. A seleção cuidadosa dos participantes contribuiu para a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos, proporcionando uma amostra representativa de estudantes de graduação em Ciência da Computação.

4.3 Análise dos Dados

A análise dos dados coletados foi realizada utilizando técnicas estatísticas descritivas e inferenciais, com o objetivo de atender aos objetivos propostos para este estudo. Essas análises permitiram obter insights e compreender as relações entre as variáveis estudadas, proporcionando uma interpretação abrangente dos resultados.

A estatística descritiva foi utilizada para descrever e resumir os dados coletados. Por meio de medidas como média, mediana, desvio padrão e percentis, foi possível caracterizar as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos participantes. Essas medidas descritivas forneceram uma visão geral das pontuações obtidas nos instrumentos de avaliação, permitindo identificar tendências e variações nos dados.

Além disso, foram aplicadas técnicas de estatística inferencial para realizar análises mais aprofundadas. A correlação estatística foi utilizada para investigar a relação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional nos participantes. Essa análise permitiu identificar se existe uma associação significativa entre essas habilidades e determinar a direção e a magnitude dessa associação.

Além disso, outras técnicas estatísticas inferenciais, como testes de hipóteses e análises de variância, foram aplicadas quando apropriado, com o objetivo de explorar relações adicionais entre as variáveis em estudo e responder às questões de pesquisa propostas.

É importante ressaltar que todas as análises foram realizadas utilizando software estatístico adequado, garantindo a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos. Os dados foram tratados de forma anônima e confidencial, seguindo as diretrizes éticas e de privacidade estabelecidas para pesquisas envolvendo seres humanos.

Essas análises estatísticas forneceram uma base sólida para a interpretação dos resultados e para a conclusão dos objetivos específicos deste estudo. Os dados foram cuidadosamente examinados e as relações identificadas contribuíram para a compreensão da relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional nos estudantes de graduação em Ciência da Computação.

4.4 Análise das Ameaças

Consideramos alguns fatores que podem gerar ameaças e influenciar diretamente nas conclusões deste trabalho, a saber:

- Problemas relacionados à interpretação incorreta das questões;
- Os participantes da pesquisa podem se sentir intimidados ou desconfortáveis ao fazer os testes. Aplicamos diretrizes do comitê de ética em pesquisa para minimizar essa possível restrição. O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Campina Grande e da Universidade Estadual da Paraíba aprovaram esta pesquisa (Protocolos: 23933919.4.0000.5182 | 23933919.4.3001.5187). Somente os participantes que assinaram o Termo de Assentimento (Anexo A) ou o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Anexo B) participaram deste estudo;
- Os instrumentos do Screening Programming e Bebras foram corrigidos virtualmente para mitigar possíveis erros humanos;
- Como toda pesquisa empírica, este trabalho apresenta ameaças à validade. O número de sujeitos participantes do estudo não permite a generalização dos resultados;
- A amostra deve ser considerada, pois permite a formação de um banco de dados baseado em probabilidade, estatística, axiomas de medição e considerando o objetivo do instrumento. Este banco deve ter o controle centralizado do aplicativo.

4.5 Execução da Pesquisa

Para verificar a correlação entre as variáveis, adotamos os seguintes passos:

- Aplicamos o Screening Programming para medir a habilidade de raciocínio matemático. Em outro momento, aplicamos o Bebras para medir a habilidade de pensamento computacional. A cada momento, os participantes tiveram até 2 horas para responder às questões presentes no instrumento;
- Calibramos os instrumentos de forma a analisar as propriedades psicométricas dos itens e sua consistência interna;
- Estimamos as habilidades dos sujeitos nos instrumentos através da macro eirt adotando o 3ML pela estimativa marginal de máxima verossimilhança;
- Por fim, correlacionamos a estimativa da habilidade de pensamento computacional dos sujeitos do instrumento Bebras com a habilidade de raciocínio matemático presente no instrumento Screening Programming.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

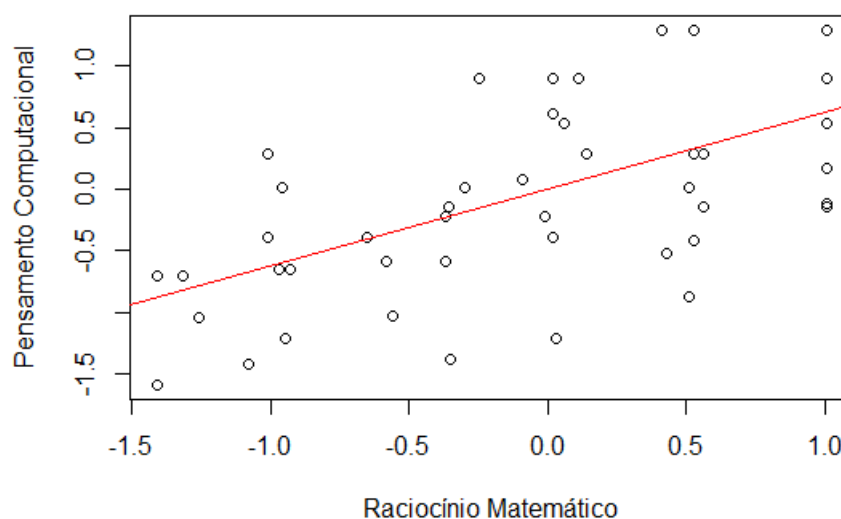
Neste capítulo, apresentam-se e discutem-se os resultados desta pesquisa, que visa investigar se o conjunto de habilidades pertencentes ao Pensamento Computacional se relaciona com habilidades referidas como essenciais para o Raciocínio Matemático. Assim, pretendemos responder à seguinte questão de pesquisa:

- **QP3.** Existe uma correlação significativa entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional nos estudantes de graduação em Ciência da Computação?

Nesta análise, investigamos a relação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional em um grupo de estudantes de graduação em Ciência da Computação. Para visualizar essa relação, geramos um gráfico de dispersão que nos permite observar o comportamento dessas habilidades e identificar possíveis correlações. Utilizamos o software R para realizar essa análise e criar o gráfico, utilizando os dados coletados de uma amostra representativa dos estudantes.

A Figura 7 ilustra o gráfico de dispersão para identificar a relação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos estudantes.

Figura 7 – Gráfico de Dispersão entre as variáveis Pensamento Computacional e Raciocínio Matemático.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

No eixo horizontal do gráfico, temos a pontuação de habilidade de raciocínio matemático de cada estudante, enquanto no eixo vertical temos a pontuação de habilidade de pensamento computacional. Cada ponto no gráfico representa um estudante individual e sua posição no gráfico é determinada pelas suas pontuações nessas habilidades.

Ao observar o padrão dos pontos no gráfico de dispersão, podemos notar uma tendência ascendente geral. Isso significa que, em geral, à medida que a pontuação de habilidade de racio-

cínio matemático aumenta, a pontuação de habilidade de pensamento computacional também tende a aumentar. Essa relação positiva sugere uma correlação entre as duas habilidades.

Além disso, é possível notar que a dispersão dos pontos ao redor da tendência ascendente é relativamente pequena. Isso indica que há uma consistência na relação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional nos estudantes. A maioria dos pontos se agrupa perto da linha de tendência, o que reforça a presença de uma correlação moderadamente forte entre as habilidades.

Com base no gráfico de dispersão, podemos concluir que as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional apresentam uma correlação moderadamente forte nos estudantes de graduação em Ciência da Computação. O padrão ascendente dos pontos indica que o desenvolvimento de uma habilidade está relacionado ao aprimoramento da outra. Essa análise reforça a importância de considerar essas habilidades de forma integrada no processo de ensino e aprendizagem, buscando uma formação mais completa e abrangente dos estudantes.

Além disso, realizamos o cálculo da distribuição normal dos dados utilizando a função *shapiro.test()* na linguagem R. Em seguida, os resultados do teste de normalidade das estimativas de habilidades entre os cenários observados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Teste de Normalidade de Estimativas de Habilidades entre Pensamento Computacional e Raciocínio Matemático.

Hipótese Nula	p-value
A estimativa da habilidade em Pensamento Computacional pelo BEBRAS não segue uma distribuição normal.	0.09013
A estimativa da habilidade em Raciocínio Matemático pelo Screening Programming não segue uma distribuição normal.	0.003244

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Como os dados da estimativa da habilidade de Raciocínio Matemático não seguem uma distribuição normal, utilizamos o teste de correlação de Spearman. O teste de correlação de Spearman é utilizado para medir a relação entre duas variáveis ordinais ou não paramétricas. Esse teste é uma alternativa ao teste de correlação de Pearson, que pressupõe que as variáveis estejam distribuídas de forma normal. No R, o teste de correlação de Spearman é realizado utilizando a função *cor.test()*. A sintaxe básica é a seguinte: *cor.test(x, y, method = "spearman")*. Onde *x* e *y* são os vetores de dados correspondentes às variáveis que você deseja testar a correlação. *method = "spearman"* especifica que você deseja calcular a correlação de Spearman.

Após executar o teste de correlação de Spearman no R, obtemos uma saída que inclui várias informações. No nosso caso específico, o resultado do teste foi 0.6635959. Esse valor é conhecido como coeficiente de correlação de Spearman (ou classificação de Spearman) e varia de -1 a 1. A interpretação do coeficiente de correlação de Spearman é semelhante à do coeficiente de correlação de Pearson, mas leva em consideração as relações monotônicas entre as variáveis em vez das relações lineares.

Se o coeficiente de correlação de Spearman for próximo de 1, isso indica uma correlação positiva forte entre as duas variáveis, o que significa que à medida que uma variável aumenta, a outra tende a aumentar também. Se o coeficiente for próximo de -1, isso indica uma correlação negativa forte entre as duas variáveis, o que significa que à medida que uma variável aumenta, a outra tende a diminuir.

Se o coeficiente estiver próximo de 0, isso indica uma correlação fraca ou nula entre as duas variáveis, o que significa que não há uma relação sistemática aparente entre elas. No nosso caso, o coeficiente de correlação de Spearman obtido foi 0.6635959. Esse valor positivo indica uma correlação moderadamente forte entre a habilidade de Raciocínio Matemático e a habilidade de Pensamento Computacional. Isso significa que, em geral, à medida que a habilidade de Raciocínio Matemático aumenta, a habilidade de Pensamento Computacional também tende a aumentar, e vice-versa. No entanto, é importante lembrar que a correlação de Spearman não implica causalidade, ou seja, não é possível afirmar que uma habilidade causa a outra com base apenas na correlação observada.

A correlação moderadamente forte entre a habilidade de Raciocínio Matemático e o Pensamento Computacional pode ser explicada por algumas razões:

- **Fundamentos matemáticos:** O Pensamento Computacional envolve a capacidade de resolver problemas de forma lógica e algorítmica. Essas habilidades estão intrinsecamente ligadas aos fundamentos matemáticos, como a compreensão de padrões, a habilidade de realizar cálculos e a capacidade de pensar de maneira abstrata. Portanto, indivíduos com bom Raciocínio Matemático geralmente têm uma base sólida para desenvolver habilidades de Pensamento Computacional (SILVA, 2018);
- **Lógica e abstração:** Tanto o Raciocínio Matemático quanto o Pensamento Computacional exigem habilidades de lógica e abstração. O Raciocínio Matemático requer a capacidade de identificar relações e padrões, formular hipóteses e realizar inferências. Da mesma forma, o Pensamento Computacional envolve a decomposição de problemas complexos em etapas menores, a identificação de algoritmos e estratégias de resolução, e a capacidade de abstrair conceitos e generalizar soluções. Essas semelhanças em termos de lógica e abstração contribuem para a correlação entre as duas habilidades (WING, 2006; BRENNAN; RESNICK, 2012; GROVER; PEA, 2013);
- **Resolução de problemas:** Tanto o Raciocínio Matemático quanto o Pensamento Computacional são habilidades essenciais para a resolução de problemas. Os problemas matemáticos frequentemente envolvem a aplicação de conceitos e métodos para encontrar soluções, enquanto o Pensamento Computacional requer a capacidade de formular problemas de forma adequada, identificar abordagens eficientes e implementar soluções utilizando algoritmos e estruturas de dados. Ambas as habilidades compartilham a capacidade de analisar, planejar e executar estratégias para resolver problemas complexos (GUZDIAL, 2015);

- **Modelagem e simulação:** Tanto o Raciocínio Matemático quanto o Pensamento Computacional são usados em situações de modelagem e simulação. O Raciocínio Matemático envolve a formulação de modelos matemáticos para representar fenômenos do mundo real e a realização de cálculos para obter resultados e interpretações. Da mesma forma, o Pensamento Computacional é empregado na criação de modelos computacionais, na implementação de simulações e na análise dos resultados obtidos. A capacidade de aplicar conceitos matemáticos de forma prática e utilizar ferramentas computacionais fortalece a correlação entre as duas habilidades (STURGILL, 2019; LESH; DOERR, 2003).

Em resumo, a correlação moderadamente forte entre a habilidade de Raciocínio Matemático e o Pensamento Computacional pode ser atribuída às semelhanças conceituais, lógicas e de resolução de problemas existentes entre essas duas áreas. Ambas as habilidades são fundamentais para o desenvolvimento de competências analíticas, abstratas e críticas necessárias em disciplinas como Matemática, Ciência da Computação e áreas relacionadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base na metodologia operacional adotada e nas questões de pesquisa investigadas, este estudo forneceu insights valiosos sobre a relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional em estudantes de graduação no curso de Ciência da Computação. Os resultados obtidos contribuem para uma compreensão mais aprofundada dessas habilidades e destacam a importância de considerá-las de forma integrada na formação acadêmica e profissional dos estudantes.

- **(QP1.)** A análise das propriedades psicométricas dos itens utilizados nos instrumentos de avaliação revelou que os itens selecionados são adequados para medir as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional dos estudantes.
- **(QP2.)** Os resultados da análise de confiabilidade demonstraram que os instrumentos de avaliação utilizados nesta pesquisa apresentaram uma alta consistência interna. Isso indica que as medidas obtidas foram confiáveis e puderam ser replicadas de forma consistente ao longo do tempo. A alta consistência interna dos instrumentos fortalece a validade dos resultados e aumenta a confiança nas conclusões alcançadas.
- **(QP3.)** A estimativa da habilidade de raciocínio matemático dos participantes por meio do Screening Programming demonstrou o nível de proficiência dos estudantes nessa habilidade específica. Ao mesmo tempo, a aplicação do Bebras para estimar o pensamento computacional permitiu identificar como os estudantes demonstram habilidades em algoritmos, abstração e pensamento lógico. A correlação entre as habilidades de raciocínio matemático e pensamento computacional revelou uma correlação moderadamente forte entre essas duas habilidades nos estudantes de graduação em Ciência da Computação. Isso sugere que o desenvolvimento de habilidades em uma dessas áreas pode contribuir para o aprimoramento da outra. Portanto, é fundamental considerar essas habilidades de forma integrada no processo de ensino e aprendizagem, visando uma formação mais completa e abrangente dos estudantes.

Com base nos resultados e nas descobertas desta pesquisa, várias sugestões são apresentadas para trabalhos futuros:

- Realizar estudos semelhantes em diferentes cursos e áreas relacionadas, a fim de investigar a relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional em contextos educacionais distintos.
- Expandir a amostra de participantes e considerar diferentes níveis de ensino, como pós-graduação e educação básica, para avaliar a relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional em diferentes estágios de formação.

- Investigar a influência de variáveis adicionais, como experiência prévia em programação ou exposição a conceitos matemáticos avançados, na relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional.
- Explorar estratégias de ensino e aprendizagem que integrem de forma mais efetiva o raciocínio matemático e o pensamento computacional, visando promover uma abordagem interdisciplinar e a transferência de conhecimentos entre essas duas áreas.
- Investigar o impacto da interligação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional no desenvolvimento de habilidades cognitivas mais amplas, como a resolução de problemas complexos, a criatividade e a capacidade de aprendizagem contínua.

Essas sugestões podem contribuir para ampliar o conhecimento sobre a relação entre o raciocínio matemático e o pensamento computacional, bem como fornecer insights relevantes para o planejamento e o aprimoramento de estratégias de ensino e aprendizagem nessa área. Além disso, essas investigações podem beneficiar tanto os estudantes quanto os profissionais envolvidos na educação em Ciência da Computação.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. M.; LAROS, J. A.; GOUVEIA, V. V. O uso da teoria de resposta ao item em avaliações educacionais: Diretrizes para pesquisadores. *Avaliação Psicológica*, Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica, v. 9, n. 3, 2010. Citado na página 23.
- ANDRADE, P. H. Análise da usabilidade de um sistema web na mensuração de habilidades cognitivas preditoras em novatos em programação. In: *Trabalho de Conclusão de Curso, Monografia (Bacharelado em Computação) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba*. [S.l.: s.n.], 2022. Citado 3 vezes nas páginas 26, 28 e 29.
- ARAÚJO, A. L. S. O. et al. Metodologia de pesquisa em informática na educação: Abordagem quantitativa de pesquisa. In: _____. Porto Alegre: SBC, 2019. cap. Teoria de Resposta ao Item. Citado 4 vezes nas páginas 22, 23, 24 e 25.
- BAKER, F. B. *The Basics of Item Response Theory*. [S.l.]: ERIC, 2001. Citado 3 vezes nas páginas 22, 27 e 28.
- BAKER, F. B.; KIM, S.-H. *The basics of item response theory using R*. [S.l.]: Springer, 2017. Citado na página 24.
- BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 1, p. 25. Citado na página 44.
- BURGOON, E. M.; HENDERSON, M. D.; MARKMAN, A. B. There are many ways to see the forest for the trees: A tour guide for abstraction. *Perspectives on Psychological Science*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 8, n. 5, p. 501–520, 2013. Citado na página 21.
- COPI, I. M.; COHEN, C.; RODYCH, V. *Introduction to logic*. [S.l.]: Routledge, 2018. Citado na página 20.
- CORMEN, T. H. et al. *Introduction to algorithms*. [S.l.]: MIT press, 2022. Citado na página 20.
- DANTAS, D. M. Análise da confiabilidade de um instrumento na mensuração de habilidades cognitivas preditoras em novatos em programação. In: *Trabalho de Conclusão de Curso, Monografia (Bacharelado em Computação) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba*. [S.l.: s.n.], 2022. Citado na página 29.
- FOX, J. P.; GLAS, C. A. W. Bayesian estimation of a multilevel irt model using gibbs sampling. *Psychometrika*, Springer, v. 66, n. 2, 2001. Citado na página 26.
- GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 44.
- GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking: A competency whose time has come. *Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school*, Bloomsbury Academic London, v. 19, n. 1, p. 19–38, 2018. Citado 4 vezes nas páginas 14, 20, 21 e 22.
- GUZDIAL, M. Learner-centered design of computing education: Research on computing for everyone. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, Morgan & Claypool Publishers, v. 8, n. 6, p. 1–165, 2015. Citado na página 44.

- JEANNOTTE, D.; KIERAN, C. A conceptual model of mathematical reasoning for school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, Springer, v. 96, p. 1–16, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- KALLIA, M. et al. Characterising computational thinking in mathematics education: a literature-informed delphi study. *Research in Mathematics Education*, Taylor & Francis, v. 23, n. 2, p. 159–187, 2021. Citado na página 13.
- KILPATRICK, J. et al. *Adding it up: Helping children learn mathematics*. [S.l.]: National Academy Press Washington, DC, 2001. v. 2101. Citado na página 13.
- KOLEN, M. J.; TONG, Y. Psychometric properties of irt proficiency estimates. *Educational Measurement: Issues and Practice*, Wiley Online Library, v. 29, n. 2, 2010. Citado na página 26.
- LESH, R. A.; DOERR, H. M. *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. [S.l.]: Routledge, 2003. Citado na página 45.
- LU, I. R. R.; THOMAS, D. R.; ZUMBO, B. D. Embedding irt in structural equation models: A comparison with regression based on irt scores. *Structural Equation Modeling*, Taylor & Francis, v. 12, n. 2, 2005. Citado na página 26.
- MATA-PEREIRA, J.; PONTE, J. P. d. Promover o raciocínio matemático dos alunos: uma investigação baseada em design. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, SciELO Brasil, v. 32, p. 781–801, 2018. Citado na página 17.
- MORAIS, C.; SERRAZINA, L.; PONTE, J. P. Mathematical reasoning fostered by (fostering) transformations of rational number representations. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 4, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 13, 17 e 18.
- NUNNALLY, J. C. *Psychometric Theory 3E*. [S.l.]: Tata McGraw-Hill Education, 1994. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 24.
- PASQUALI, L. *Psicometria: Teoria dos Testes na Psicologia e na Educação*. [S.l.]: Editora Vozes Limitada, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 22, 24 e 27.
- PAVLIDIS, T. *Structural pattern recognition*. [S.l.]: Springer, 2013. v. 1. Citado na página 21.
- PRIMI, R. Psicometria: Fundamentos matemáticos da teoria clássica dos testes. *Avaliação Psicológica*, Instituto Brasileiro de Avaliação Psicológica, v. 11, n. 2, 2012. Citado na página 22.
- PUTNAM, H. *Philosophy of logic*. [S.l.]: Routledge, 2014. Citado na página 20.
- RESNICK, M.; ROSENBAUM, E. Designing for tinkerability. In: *Design, make, play*. [S.l.]: Routledge, 2013. p. 163–181. Citado na página 14.
- SANTANA, B. L.; CHAVEZ, C. v. F. G.; BITTENCOURT, R. A. Uma definição operacional para pensamento computacional. In: SBC. *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. [S.l.], 2021. p. 93–103. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 20.
- SHUTE, V. J.; SUN, C.; ASBELL-CLARKE, J. Demystifying computational thinking. *Educational research review*, Elsevier, v. 22, p. 142–158, 2017. Citado na página 21.

SILVA, E. C. d. Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do ensino fundamental: uma possibilidade com kits de robótica. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2018. Citado na página 44.

STURGILL, R. Mathematical modeling: Issues and challenges in mathematics education and teaching. *Editorial Team*, v. 11, n. 5, p. 71, 2019. Citado na página 45.

TREVISAN, A. L.; ARAMAN, E. M. d. O. Processos de raciocínio matemático mobilizados por estudantes de cálculo em tarefas envolvendo representações gráficas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, SciELO Brasil, v. 35, p. 158–178, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 13, 18 e 19.

WEBB, J. C. Douglas r. hofstadter. gödel, escher, bach: an eternal golden braid. basic books, inc., new york 1979, xxi+ 777 pp. *The Journal of Symbolic Logic*, Cambridge University Press, v. 48, n. 3, p. 864–871, 1983. Citado na página 18.

WING, J. M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, ACM New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. Citado na página 44.

WING, J. M. Pensamento computacional. *Educação e Matemática*, n. 162, p. 2–4, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 20.

YE, H. et al. Integration of computational thinking in k-12 mathematics education: a systematic review on ct-based mathematics instruction and student learning. *International Journal of STEM Education*, SpringerOpen, v. 10, n. 1, p. 1–26, 2023. Citado na página 13.

ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO

Caro Responsável/Representante legal,

Convidamos o menor a participar do projeto de pesquisa “**Mensuração de habilidades cognitivas introdutórias de programação por meio de uma avaliação adaptativa informatizada**” coordenado pelos professores Dr. Wilkerson de Lucena Andrade e Dr. João Arthur Brunet Monteiro vinculados ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Campina Grande, a quem poderar contatar/consultar a qualquer momento que julgar necessário através dos e-mails {wilkerson, joao.arthur}@computacao.ufcg.edu.br. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. A colaboração do menor neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a ele.

Eu,, portador da Cédula de identidade, RG, e inscrito no CPF....., abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em autorizar a participação do menor como voluntário(a) deste estudo. Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

- Este estudo tem por objetivo mensurar as habilidades cognitivas introdutórias relacionadas à programação de alunos em cursos técnicos e superiores com intuito de analisar suas limitações e descrever métodos para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.
- O menor será submetido aos seguintes procedimentos: i) fornecer respostas à exercícios durante a aplicação de instrumentos psicométricos; e, ii) avaliar o seu nível de satisfação ao usar os instrumentos psicométricos. Na qual serei beneficiado por avaliar minhas habilidades introdutórias em Programação.
- Caso o menor sinta riscos por está intimidado(a) ou desconfortado(a) durante a participação na pesquisa, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade e receberá apoio necessário a questão apresentada.
- Todas as informações obtidas serão sigilosas e o nome do menor não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação dele.
- Se o menor tiver algum gasto decorrente a participação na pesquisa, será ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se o menor sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, será indenizado.
- Caso o menor se sinta prejudicado (a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – CEP, do Hospital Universitário Alcides Carneiro - HUAC, situado a Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n, São José, CEP: 58401 – 490, Campina Grande-PB, Tel: 2101 – 5545, E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br; Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.
- Atesto recebimento de uma via assinada deste Termo de Assentimento, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Outros esclarecimentos sobre esta pesquisa, poderei entrar em contato com o pesquisador principal Me. Jucelio Soares dos Santos, Rua Severino Pimentel através do e-mail jucelio@copin.ufcg.edu.br.

Campina Grande - PB, de de 20

(Assinatura do responsável ou representante legal)

(Testemunha 1 | Nome/RG/Telefone)

(Testemunha 2 | Nome/RG/Telefone)

**Me. Jucelio Soares dos Santos
(Responsável pelo projeto)**

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “**Mensuração de habilidades cognitivas introdutórias de programação por meio de uma avaliação adaptativa informatizada**” coordenado pelos professores Dr. Wilkerson de Lucena Andrade e Dr. João Arthur Brunet Monteiro vinculados ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Campina Grande, a quem poderar contactar/consultar a qualquer momento que julgar necessário através dos e-mails {wilkerson, joao.arthur}@computacao.ufcg.edu.br. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

Eu,, portador da Cédula de identidade, RG, e inscrito no CPF....., abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) deste estudo. Declaro que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas.

Estou ciente que:

- Este estudo tem por objetivo mensurar as habilidades cognitivas introdutórias relacionadas à programação de alunos em cursos técnicos e superiores com intuito de analisar suas limitações e descrever métodos para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.
- Serei submetido aos seguintes procedimentos: i) fornecer respostas à exercícios durante a aplicação de instrumentos psicométricos; e, ii) avaliar o seu nível de satisfação ao usar os instrumentos psicométricos. Na qual serei beneficiado por avaliar minhas habilidades introdutórias em Programação.
- Caso sinta riscos por está intimidado(a) ou desconfortado(a) durante a participação na pesquisa, poderei desistir a qualquer momento, retirando meu consentimento, sem que isso me traga nenhum prejuízo ou penalidade e receberei apoio necessário a questão apresentada.
- Todas as informações obtidas serão sigilosas e meu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a minha identificação.
- Se eu tiver algum gasto decorrente de minha participação na pesquisa, serei ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se eu sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, serei indenizado.
- Caso me sinta prejudicado (a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – CEP, do Hospital Universitário Alcides Carneiro - HUAC, situado a Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n, São José, CEP: 58401 – 490, Campina Grande-PB, Tel: 2101 – 5545, E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br; Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.
- Atesto recebimento de uma via assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Outros esclarecimentos sobre esta pesquisa, poderei entrar em contato com o pesquisador principal Me. Jucelio Soares dos Santos através do e-mail: jucelio@copin.ufcg.edu.br.

Campina Grande - PB, de de 20

(Assinatura do participante)

(Testemunha 1 | Nome/RG/Telefone)

(Testemunha 2 | Nome/RG/Telefone)

Me. Jucelio Soares dos Santos
(Responsável pelo projeto)

APÊNDICE A – INSTRUMENTOS

BANCO DE ITEMS

Raciocínio Matemático

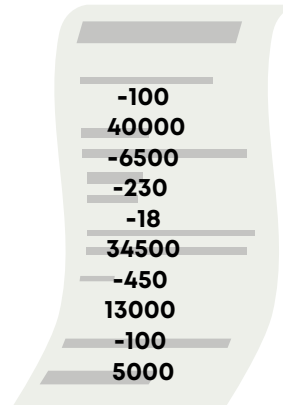


ITEM 1 . DESPESAS DE TRABALHO

Na empresa ABC, o vendedor Robin está vendendo software. Para vender o software, ele organiza reuniões em todo o país. Claro, ele sempre precisa viajar para lá e às vezes até passar a noite. Como Robin está muito ocupado, ele não conseguiu arquivar as despesas do trabalho este mês. Eret, o contador, disse-lhe que poderia consertar para ele, desde que recebesse o preço de todas as despesas junto com os recibos. Robin fez isso, mas entendeu mal: ele forneceu uma lista de todas as despesas e receitas que trouxe no mês passado, com as receitas como inteiros positivos e as despesas como inteiros negativos. Você pode ajudar Eret a descobrir quantas despesas Robin pagou no último mês?

Supondo que Robin tenha fornecido a seguinte entrada.

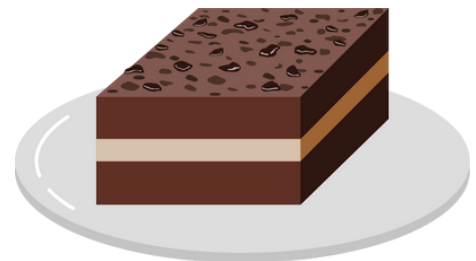
- a) 44.800
- b) 37.402
- c) 36.700
- d) 7.398



ITEM 2 . DESPESAS DE TRABALHO

Um bolo retangular é transportado por caminhão até um restaurante. No caminho para o destino, o caminhão bate em um buraco, que estilhaça o bolo em N pedaços perfeitamente retangulares de largura C e comprimento L . No destino, o dano é avaliado e o cliente decide pedir uma nova torta com as mesmas dimensões. Infelizmente, o formulário de pedido original foi preenchido de forma incompleta e apenas a largura C é conhecida. O restaurante pede sua ajuda para descobrir o comprimento do bolo. Felizmente, todos os 32 pedaços do bolo quebrado foram guardados. Cada pedaço do bolo possui 5 cm de largura e 4 cm de comprimento. Qual o comprimento do bolo tendo em vista a sua largura de 40 cm?

- a) 20 cm
- b) 18 cm
- c) 16 cm
- d) 12 cm



ITEM 3 . VIAGEM À MARTE NA VELOCIDADE DE PRIMO

Um grupo de cientistas está fazendo novas experiências para criar uma nave que possibilite uma viagem muito mais rápida até Marte do que é possível atualmente. Esta nave utilizará dois foguetes e um novo combustível recém criado, muito mais eficiente que os utilizados até hoje. Só que a velocidade que os novos foguetes podem proporcionar à nave está relacionada diretamente com o peso do combustível armazenado nestes foguetes (em kg) e, por incrível que pareça, uma relação deste peso com números primos. Por exemplo, se o peso total do combustível dos foguetes for 1010 kg, a velocidade atingida (em km/h) é a soma dos 10 números primos à partir de 1010 (incluindo ele se for primo): 1013 -> 1019 -> 1021 -> 1031 -> 1033 -> 1039 -> 1049 -> 1051 -> 1061 -> 1063, ou seja, 10380 km/h.

Os cientistas estão muito intrigados com esta relação matemática existente e querem a sua ajuda para saber quantos dias aproximadamente uma nave menor de 500 kg levará para ir da terra até Marte com este novo combustível, assumindo que a distância da terra até Marte no dia do lançamento, será 60 milhões de kms.

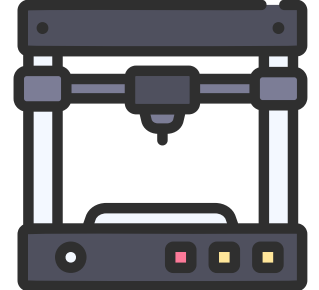
- a) 240 dias
- b) 365 dias
- c) 463 dias
- d) 480 dias



ITEM 4. ESTÁTUAS IMPRESSAS EM 3D

Você tem uma única impressora 3D e gostaria de usá-la para produzir n estátuas. No entanto, imprimir as estátuas uma a uma na impressora 3D leva muito tempo, então pode ser mais econômico usar a impressora 3D primeiro para imprimir uma nova impressora. Essa nova impressora pode então ser usada para imprimir estátuas ou até mais impressoras. Os trabalhos de impressão demoram um dia inteiro e, todos os dias, você pode escolher para cada impressora em seu poder imprimir uma estátua ou imprimir em 3D uma nova impressora (que estará disponível para uso no dia seguinte). Qual é o número mínimo possível de dias necessários para imprimir pelo menos 16 estátuas?

- a) 8
- b) 6
- c) 5
- d) 4



ITEM 5. FUNÇÃO

Na última aula de matemática, Carlos, Beto e Rafael aprenderam algumas novas funções matemáticas. Cada um deles gostava de uma função específica e decidiram competir para ver qual função tinha o melhor resultado.

A função que Carlos, entretanto, escolheu era a função $c(x, y) = -100x + y^3$.

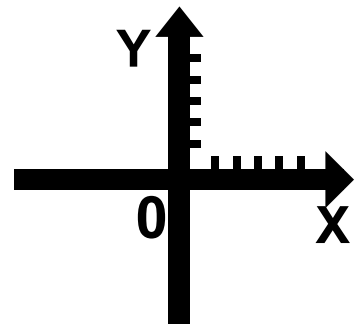
Beto escolheu a função $b(x, y) = 2(x^2) + (5y)^2$.

Rafael escolheu a função $r(x, y) = (3x)^2 + y^2$.

Dado os valores de x e y , diz que escolheu a função com o resultado mais alto.

Supondo que as entradas para x e y são respectivamente 2 e 30. Quem venceria?

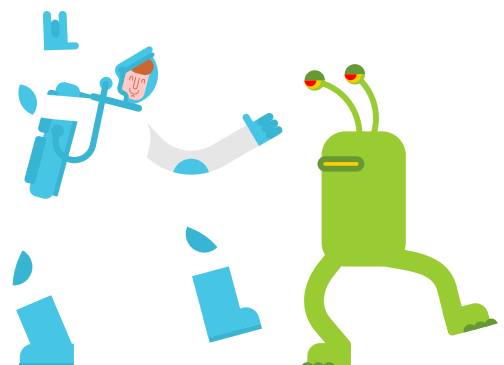
- a) Carlos
- b) Rafael
- c) Beto
- d) Empate entre Beto e Carlos



ITEM 6. BLOBS

No planeta Alpha vive a criatura Blob, que come precisamente $1/2$ de seu suprimento de comida disponível todos os dias. Vamos supor que a capacidade inicial de suprimento de comida seria 40 kg. Calcule quantos dias passarão antes que Blob coma todo esse suprimento até restar um quilo ou menos.

- a) 4 dias
- b) 6 dias
- c) 8 dias
- d) 10 dias



ITEM 7. ACIMA DA MÉDIA

Sabe-se que 90% dos calouros tem sempre a expectativa de serem acima da média no início de suas graduações. Você deve checar a realidade para ver se isso procede. Em uma turma com 7 alunos, temos respectivamente as notas de cada aluno, a saber: 100, 95, 90, 80, 70, 60, 50. Qual o percentual de alunos que estão acima da média para esta turma?

- a) 57%
- b) 50%
- c) 40%
- d) 33%



ITEM 8 .COLOCANDO RADARES

O governo da Taxilândia está enfrentando um enorme problema, os taxilandenses amam carros e velocidade, por isso estão correndo muito nas avenidas da cidade. Para amenizar esse problema o governo vai instalar radares nas avenidas, de modo que cada trecho seja coberto por pelo menos um radar. É importante saber que um radar cobre M quilômetros contíguos da avenida.

Você foi contratado pelo governo para resolver o problema que dado o comprimento da avenida e a área de cobertura do radar, informe a quantidade mínima de radares necessários para cobrir a avenida.

A imagem abaixo mostra uma avenida de tamanho 15 km e radares com cobertura de 4 quilômetros, cada cor representa um radar, então é possível notar que a quantidade mínima de radares necessários para cobrir a avenida é 4.

Quantos radares seriam necessários para cobrir uma avenida de 50 km com cobertura de 3 km?

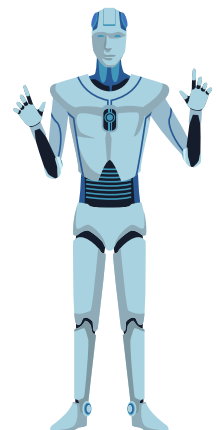
- a) 17
- b) 16
- c) 15
- d) 13



ITEM 9. ANO BISSEXTO OU NÃO BISSEXTO

A antiga raça de Gulamatu é muito avançada no seu esquema de cálculo dos anos. Eles entendem o que é ano bissexto (ano que é divisível por 4 e não é divisível por 100, com a ressalva de que ano que são divisíveis por 400 são também anos bissextos), e têm também alguns anos que ocorrem alguns festivais. Um deles é o festival Huluculu (acontece em anos divisíveis por 15) e o festival Bulukulu (acontece em anos divisíveis por 55 desde que também seja um ano bissexto). O que acontecerá no ano de 4400?

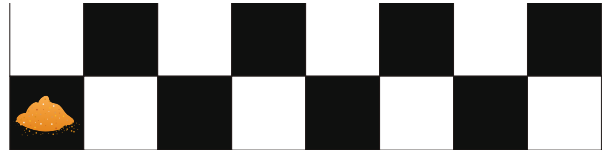
- a) Não é um ano bissexto, mas acontecerá o festival Bulukulu;
- b) É um ano bissexto com os festivais Huluculu e Bulukulu;
- c) É um ano convencional, não teremos festivais;
- d) É um ano bissexto com o festival Bulukulu.



ITEM 10. TRIGO NO TABULEIRO

Uma rainha requisitou os serviços de um monge e disse-lhe que pagaria qualquer preço. O monge, necessitando de alimentos, perguntou a rainha se o pagamento poderia ser feito em grãos de trigo dispostos em um tabuleiro de damas, de forma que o primeiro quadrado tivesse apenas um grão, e os quadrados subseqüentes, o dobro do quadrado anterior. A rainha considerou o pagamento barato e pediu que o serviço fosse executado, porém, um dos cavaleiros que estava presente e entendia um pouco de matemática alertou-a que seria impossível executar o pagamento, pois a quantidade de grão seria muito alta. Curiosa, a rainha solicitou então a este cavaleiro que era bom em cálculo, informasse quantos quilos de trigo ela pagaria no final do serviço do monge. Supondo que em um tabuleiro de dama há 16 quadrados e que a cada 12 grãos do cereal correspondem a uma grama.

- a) 1 kg 24 gramas
- b) 2 kg 48 gramas
- c) 4 kg 96 gramas
- d) 8 kg 192 gramas



BANCO DE ITEMS

Pensamento Computacional



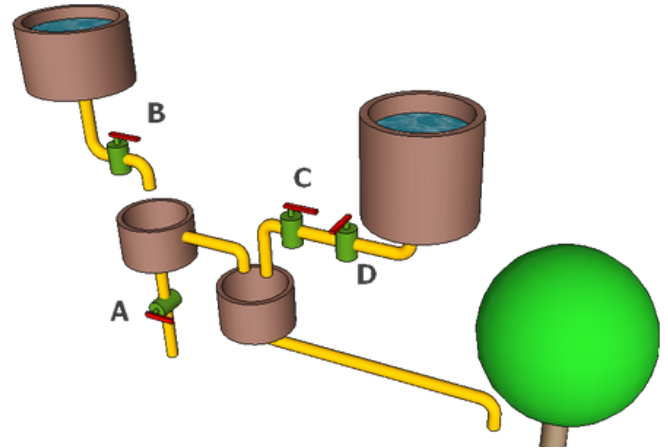
ITEM 1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Sr. Castor construiu um sistema de tubulação para regar sua macieira. As expressões contêm variáveis A, B, C, D, que podem ser verdadeiras ou falsas. Uma variável tem o valor verdadeiro, se a porta correspondente estiver aberta, é falsa, se estiver fechada.

Nesse caso, a macieira recebe água?

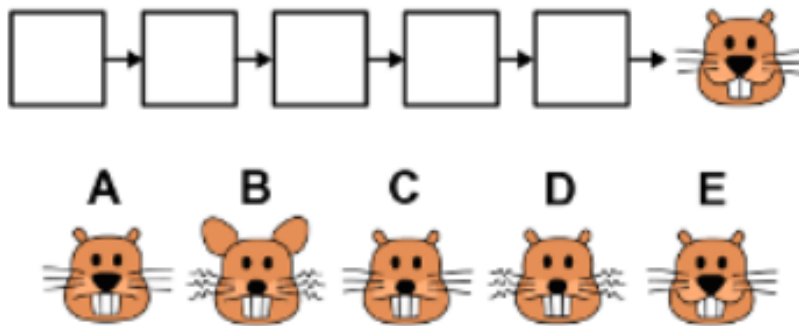
Responder:

- a) A = falso, B = verdadeiro, C = falso, D = falso
- b) A = verdadeiro, B = verdadeiro, C = falso, D = falso
- c) A = verdadeiro, B = falso, C = falso, D = verdadeiro
- d) A = falso, B = falso, C = falso, D = verdadeiro



ITEM 2. ANIMAÇÃO

Sr. Castor está planejando uma animação, que mostra uma sequência de fotos de um rosto. A animação deve ser executada sem problemas. Portanto, a ordem das imagens está correta, se apenas um atributo do rosto mudar de uma imagem para a outra. Infelizmente, as fotos se misturaram. Agora, Sr. Castor deve encontrar a ordem correta novamente. Felizmente, ele sabe qual é a última foto. Ele rotula as outras cinco fotos com as letras de A a E.

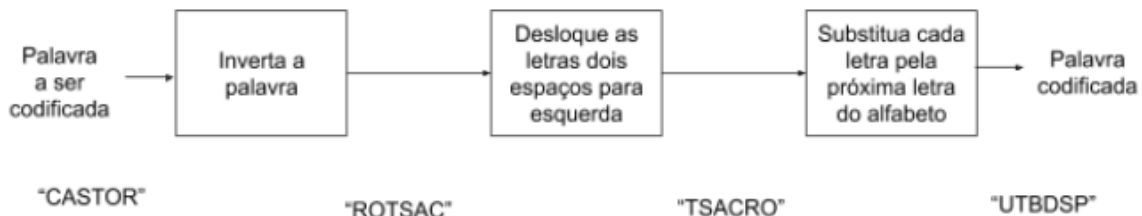


Qual é a ordem correta das outras cinco fotos?

- a) D → B → E → C → A
- b) C → B → D → A → E
- c) D → B → C → E → A
- d) B → D → C → A → E

ITEM 3. CONVERTER PALAVRAS

Os castores Alex e Betty enviaram mensagens um ao outro com a seguinte sequência de transformações em cada palavra.



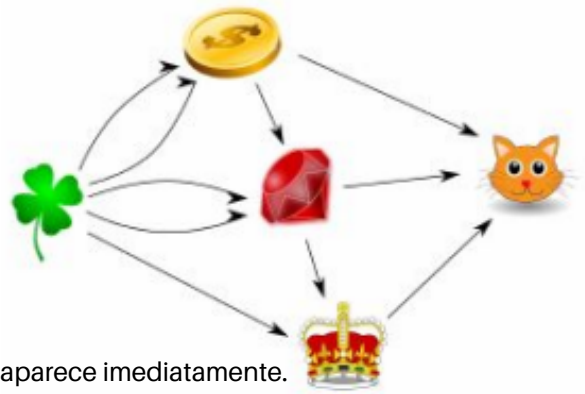
Por exemplo, a palavra "CASTOR" foi transformada em "UTBDSP" Betty recebeu a seguinte mensagem "BWBDPM" de Alex. Questão: O que Alex queria dizer?

- a) GAIATO
- b) CASUAL
- c) CAVALO
- d) PEIXES

ITEM 4. ALQUIMISTA

O alquimista pode converter objetos em novos objetos. Ele pode converter:

- Dois trevos em uma moeda;
- Uma moeda e dois trevos em um rubi;
- Um rubi e um trevo em uma coroa;
- Uma moeda, um rubi e uma coroa em um gatinho.



Depois que um objeto foi convertido em um outro objeto, ele desaparece imediatamente.

De quantos trevos o Alquimista precisa para criar um gatinho?

- 5
- 10
- 11
- 12

ITEM 5. PELO RIO ABAIXO

A Maria está no topo da montanha, junto a três diferentes cascatas. Cada cascata lança água pelo rio abaixo. A Maria pode escolher entre deixar cair uma cenoura ou um peixe numa das cascatas.

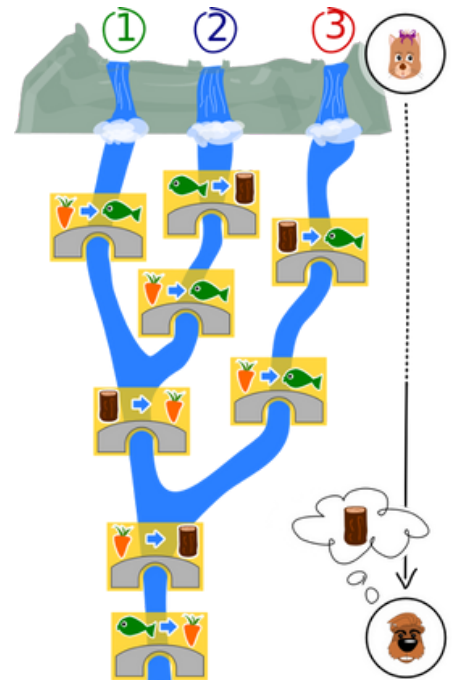
O rio contém várias pontes mágicas que transformam os objetos que passam por baixo delas.



Por exemplo, quando uma cenoura passa por uma ponte como a da imagem de cima, a cenoura é transformada num peixe. João, o castor, está sentado no final do rio. Se o João quer receber um tronco de madeira, que objecto deve a Maria deixar cair e em qual cascata?

Respostas

- Deixar cair um peixe 🐟 na cascata 1
- Deixar cair um peixe 🐟 na cascata 2
- Deixar cair uma cenoura 🥕 na cascata 2
- Deixar cair uma cenoura 🥕 na cascata 3



ITEM 6. SALTITÃO

Existem 8 posições num tabuleiro. As posições estão numeradas de 1 a 8. Um de três tipos de regras de movimento está posicionado em cada posição. Um exemplo de cada regra é dado a seguir:

1. Movimento para a esquerda. Por exemplo, "2L" significa mover duas posições para a esquerda.



2. Movimento para a direita. Por exemplo, "3R" significa mover-se duas posições para a direita.



3. Não se mexer. Se a regra disser "0", não se mexer da posição atual.



Considera o seguinte tabuleiro:



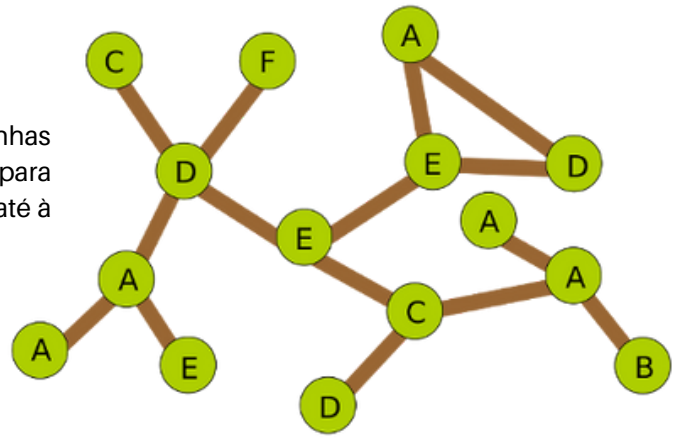
Em que posição se deve começar para que, seguindo as regras, se visite todas as oito posições?

- 2
- 3
- 5
- não é possível visitar todas as posições

ITEM 7. CAMINHOS NO PARQUE

Considera o seguinte mapa de um parque:

Os círculos verdes com letras representam árvores e as linhas castanhas são caminhos. Nota que algumas letras são usadas para identificar mais do que uma árvore. Um caminho desde a árvore F até à árvore B é descrito como F D E C A B.



No passado domingo duas famílias deram um passeio no parque.

A família Ribeiro fez o seguinte caminho: **B A A C E D E E D A**.

A família Cunha fez o seguinte caminho: **F D C D A E A D E D A**.

Vamos assumir que as duas famílias começaram ao mesmo tempo o seu passeio e que andar de uma árvore para outra árvore demora o mesmo tempo. Quantas vezes é que as duas famílias se encontraram numa árvore?

- uma vez
- duas vezes
- três vezes
- não se encontraram nenhuma vez durante o seu passeio de domingo.

ITEM 8. DECORANDO COM CHOCOLATE

Tudo é automatizado na fábrica de chocolate: os doces estão deslizando em uma esteira transportadora, e há um robô com uma seringa que desenha formas diferentes com chocolate. O robô executa os seguintes comandos:

Folha - desenha: Círculo - desenha:



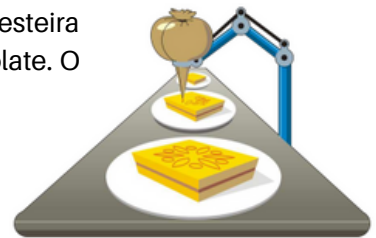
Rotacione k -
rotaciona o doce em sentido horário em k° .

Repita n

[...]

]

- repete o comando dentro do colchetes n vezes



Para decorar o doce com flores, foram escritas algumas sequências para o robô executar. Questão: Qual das sequências de comandos abaixo o robô NÃO desenha a flor?



<p>a)</p> <pre>Repita 6 [Rotacione 30 Circulo Rotacione 30 Folha]</pre>	<p>b)</p> <pre>Repita 6 [Folha Rotacione 60] Rotacione 330 Repita 6 [Circulo Rotacione 300]</pre>	<p>c)</p> <pre>Repita 6 [Folha Rotacione 60] Repita 6 [Circulo Rotacione 60]</pre>	<p>d)</p> <pre>Repita 6 [Folha Rotacione 60] Rotacione 30 Repita 6 [Circulo Rotacione 60]</pre>
---	---	--	---

ITEM 9. RETÂNGULOS

Um robô foi programado para desenhar retângulos. Ele pode executar os seguintes comandos:

Laranja → desenha uma linha laranja de tamanho 1

Preto → desenha uma linha preta de tamanho 1

Vire → vire 90° no sentido horário

Além desses comandos simples, o robô também pode executar comandos complexos através da combinação de comandos. Se A e B são comandos (simples e complexos) o robô pode executar:

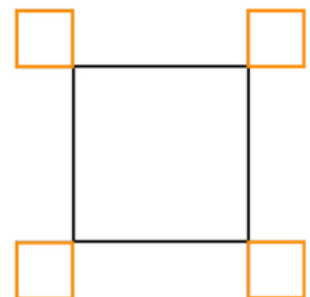
A,B → primeiro execute o comando A e depois execute o comando B

$n \times (B)$ → execute o comando B n-vezes

O robô deve desenhar a seguinte figura:

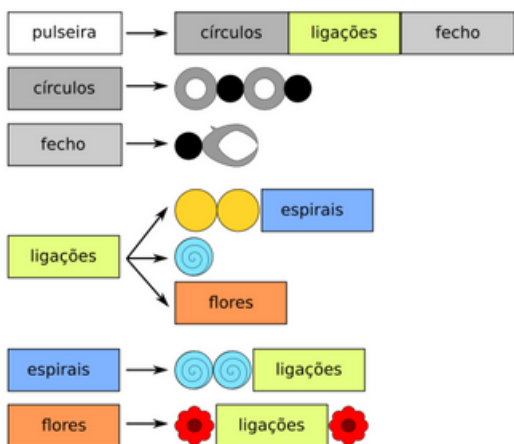
Qual das instruções abaixo NÃO resulta na figura acima?

- $4 \times (2 \times (\text{Laranja, Vire}), \text{Laranja}, 3 \times (\text{Preto}), \text{Laranja, Vire})$
- $4 \times (2 \times (\text{Laranja, Vire}), 3 \times (\text{Preto}), 2 \times (\text{Laranja, Vire}))$
- $4 \times (3 \times \text{Preto}, 3 \times (\text{Laranja, Vire}), \text{Laranja})$
- $4 \times (\text{Preto}, 3 \times (\text{Laranja, Vire}), \text{Laranja}, 2 \times (\text{Preto}))$

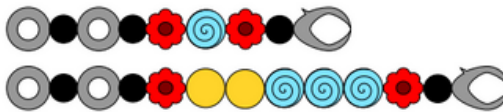


ITEM 10. PULSEIRAS DA AMIZADE

Uma pulseira da amizade é feita começando com pulseira e usando as seguintes regras:



Isto é, cada símbolo à esquerda é substituído por uma das sequências de símbolos para a qual aponta. Por exemplo, usando estas regras várias vezes, podes fazer as seguintes pulseiras:



Qual das seguintes 4 pulseiras não obedece às regras dadas?

- a)
- b)
- c)
- d)