

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Pensamento Computacional na Educação Básica:
Uma Abordagem para Estimular a Capacidade de
Resolução de Problemas na Matemática

Erick John Fidelis Costa

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação
Linha de Pesquisa: Educação em Computação

Profa. Dra. Livia Maria Rodrigues Sampaio Campos
Prof. Dr. Dalton Dario Serey Guerrero
(Orientadores)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Erick John Fidelis Costa, 05/03/2017

Resumo

O desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas deve ser estimulado desde as séries iniciais. Diante dessa necessidade, o ensino de Computação passou a ser considerado com o objetivo de estimular e aprimorar competências essenciais para resolução de problemas. Desenvolvendo nos estudantes uma maneira de interagir com a Ciência da Computação por meio de um pensamento interdisciplinar, o Pensamento Computacional. O Pensamento Computacional se baseia nas competências adquiridas através da Ciência da Computação, não apenas como ferramenta, mas como uma forma de pensar de maneira organizada e capaz de explorar as potencialidades provenientes das tecnologias da informação e comunicação. As principais abordagens para estimular o Pensamento Computacional, são: através de disciplinas específicas da Ciência da Computação (programação, algoritmos, etc) e, através da aplicação conjunta do Pensamento Computacional em paralelo ao ensino de disciplinas do ensino básico (matemática, ciência e leitura) sem a necessidade de disciplinas específicas da Ciência da Computação. Levando em consideração a segunda abordagem, é um problema realizar aplicações práticas pela falta de subsídio na literatura (poucos estudos práticos), inviabilizando sua aplicação. Pensando nisso, uma abordagem foi concebida para estimular as competências do Pensamento Computacional em conjunto à disciplina de matemática do ensino básico. Tal abordagem teve como objetivo estimular a capacidade de resolução de problemas nos alunos, por meio da própria disciplina de matemática, estimulando as competências essenciais através de atividades práticas utilizando questões em maior conformidade com o Pensamento Computacional. A abordagem proposta evidenciou fatores que possivelmente contribuíram para melhorar a capacidade de resolução de problemas nos alunos envolvidos. Isso foi identificado através da aplicação de um quasi-experimento onde foi possível identificar o impacto das atividades práticas propostas, no que diz respeito ao estímulo à capacidade de resolução de problemas nos alunos.

Palavras Chave: Pensamento Computacional. Matemática. Resolução de Problemas.

Abstract

The development of the capacity to solve problems should be stimulated from the initial grades. Facing this necessity, the teaching of Computing began to be considered with the objective of stimulating and improving essential competences to solve problems. Aiming that students can develop a way of interacting with the Computer Science through an interdisciplinary thinking, the Computational Thinking. The Computational Thinking is based on the competences acquired through the Computer Science, not only as a tool, but as a way of thinking in an organized way and being able to explore the potentiality from information and communication technologies. The main approaches to stimulate Computational Thinking are: through specific Computer Science disciplines(programming, algorithms, etc.) and through the joint application of Computational Thinking in parallel with the teaching of subjects in the basic education(mathematics, science and reading) without the need of specific disciplines from the Computer Science. Considering the second approach, it is a problem to perform practical applications with the lack of subsidy in the literature (few practical studies), preventing its implementation. In this sense, an approach was designed to stimulate the competences of Computational Thinking together with the discipline of mathematics in the basic education. Such approach had the objective to stimulate students' capacity to solve problems through the discipline of mathematics, stimulating the essential competences through practical activities using exercises in greater conformity with the Computational Thinking. The proposed approach evidenced factors that may have contributed to improve the capacity to solve problems in the students involved. This was identified through the application of a quasi-experiment where it was possible to identify the impact of the practical activities proposed, regarding the stimulation of the students' capacity to solve problems.

Palavras Chave: Computational Thinking. Mathematics. Solve Problems.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus! Sem ele não teria sido possível chegar até aqui. Agradeço imensamente ao senhor, por ter me dado força e foco para concluir esta caminhada. Agradeço também aos meus familiares, em especial aos meus pais, Geraldo e Cleane, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando minhas decisões. A Rayanna, minha esposa, que todo dia me ensina o quanto é bom viver ao lado de quem se ama. Aos meus orientadores, Livia e Dalton, pela paciência e ensinamentos repassados durante todo o período de orientação. A UFCG/COPIN, professores e funcionários, meus sinceros agradecimentos.

Lista de Símbolos

PC - *Pensamento Computacional*

OCDE - *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*

PISA - *Programme for International Student Assessment*

OG - *Objetivo Geral*

OE - *Objetivos Específicos*

ISTE - *International Society for Technology in Education*

NSF - *National Science Foundation*

CSTA - *Computer Science Teachers Association*

EEG - *Eletroencefalograma*

BCI - *Brain Computer Interface*

IDEB - *Índice de Desenvolvimento da Educação Básica*

Lista de Figuras

3.1	Exemplo 1 de questão submetida a análise.	29
3.2	Exemplo 2 de questão submetida à análise.	30
3.3	Exemplo 3 de questão submetida à análise.	30
3.4	Exemplo 4 de questão submetida à análise.	30
3.5	Exemplo 5 de questão submetida à análise.	30
3.6	Quantidade de questões das escolas por acumulado de competências.	32
3.7	Quantidade de questões do PISA por acumulado de competências (Alencar <i>et al.</i>).	33
3.8	Perfis de conformidade das questões das escolas e do PISA	34
4.1	Exemplo de questão produzida seguindo a proposta de elaboração.	40
4.2	Perfis de conformidade das questões das escolas, PISA e reelaboradas.	42
5.1	Design do quasi-experimento.	45
5.2	Distribuição das idades dos alunos submetidos ao quasi-experimento.	50
5.3	Quantidade de repetentes e não repetentes do grupo de controle.	51
5.4	Quantidade em horas de dedicação extra-sala do grupo de controle.	52
5.5	Identificação de gênero do grupo de controle.	54
5.6	Distribuição acumulada dos grupos para a competência Coleta de Dados.	56
5.7	Distribuição acumulada dos grupos para a competência Representação de Dados.	57
5.8	Distribuição do grupo de controle para a competência Análise de Dados.	58
5.9	Distribuição do grupo experimental para a competência Análise de Dados.	59
5.10	Distribuição acumulada dos grupos para a competência Decomposição.	60
5.11	Distribuição do grupo de controle para a competência Abstração.	61

5.12	Distribuição do grupo experimental para a competência Abstração.	62
5.13	Distribuição acumulada dos grupos para a competência Algoritmos.	63
5.14	Distribuição do grupo de controle para a competência Automação.	64
5.15	Distribuição do grupo de controle para a competência Automação.	65
5.16	Distribuição acumulada dos grupos para a competência Paralelismo.	66
5.17	Distribuição acumulada dos grupos para a competência Simulação.	67
5.18	Seleção da Amostra de Rascunhos Submetidas à Análise de Conteúdo	71
5.19	Análise dos Rascunhos Gerados nas Intervenções.	72
5.20	Distribuição dos desempenhos finais dos grupos submetidos ao quasi-experimento.	75
5.21	Desempenhos finais dos grupos submetidos ao quasi-experimento.	76
5.22	Avaliação dos alunos quanto à similaridade das questões usadas no quasi-experimento com as questões usadas pelo professor em sala de aula - Grupo Controle.	79
5.23	Avaliação dos alunos quanto à similaridade das questões usadas no quasi-experimento com o teste de medição de desempenho final - Grupo Controle.	80
5.24	Avaliação dos alunos quanto à necessidade de procurar ajuda para solucionar as questões - Grupo Controle.	81
5.25	Avaliação dos alunos quanto à importância da intervenção presencial - Grupo Controle.	82
5.26	Avaliação dos alunos quanto à importância da intervenção de fixação - Grupo Controle.	83
5.27	Avaliação dos alunos quanto à dificuldade das questões do teste de desempenho final - Grupo Controle.	84

Lista de Quadros

3.1	Detalhamento das competências do PC.	26
3.2	Procedimento adotado para realização da análise de conformidade das questões.	28

Lista de Tabelas

5.1	Resultado do teste de proporção para a competência Coleta de Dados.	55
5.2	Resultado do teste de proporção para a competência Representação de Dados.	57
5.3	Resultado do teste de proporção para a competência Análise de Dados.	58
5.4	Resultado do teste de proporção para a competência Decomposição	60
5.5	Resultado do teste de proporção para a competência Abstração.	61
5.6	Resultado do teste de proporção para a competência Algoritmos.	63
5.7	Resultado do teste de proporção para a competência Automação.	64
5.8	Resultado do teste de proporção para a competência Paralelismo.	66
5.9	Resultado do teste de proporção para a competência Simulação.	67
5.10	Resultados dos testes de normalidade para os dados resultantes da aplicação do teste de medição de desempenho.	76
5.11	Resultados dos testes de Wilcoxon para os dados resultantes da aplicação do teste de medição de desempenho.	77
5.12	Resultado do teste de Cohen's para identificação do efeito do modelo de estímulo à resolução de problemas proposto.	77

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto	1
1.2	Problemática	3
1.3	Objetivos	4
1.4	Método	5
1.5	Desdobramento do Método	6
1.6	Resultados Obtidos	8
1.7	Organização da Dissertação	9
2	Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados	10
2.1	Resolução de Problemas na Matemática	10
2.2	Pensamento Computacional	14
2.3	Trabalhos Relacionados	20
3	Análise de Conformidade das Questões de Matemática com o PC	24
3.1	Definição do Método de Análise de Conformidade	25
3.2	Procedimento para Análise de Conformidade	27
3.3	Coleta das Questões Submetidas à Análise	28
3.4	Resultados e Discussões	31
3.5	Considerações Finais	35
4	Adequação de Conformidade de Questões de Matemática com o PC	36
4.1	Procedimento para Adequação de Conformidade	37
4.2	Resultados e Discussões	39
4.3	Considerações Finais	43

5	Definição e Execução do Quasi-Experimento	44
5.1	Metodologia	45
5.1.1	Definição do Conteúdo	45
5.1.2	Organização dos Blocos de Questões	46
5.1.3	Seleção e Caracterização dos Grupos de Alunos	47
5.1.4	Intervenção e Coleta de Dados	47
5.1.5	Avaliação Qualitativa do Estudo	49
5.2	Resultados e Discussões	49
5.2.1	Análise e Caracterização dos Alunos	49
5.2.2	Análise do Conhecimento Prévio em PC	54
5.2.3	Submissão dos Grupos às Intervenções	68
5.2.4	Análise do Conteúdo Gerado nas Intervenções	70
5.2.5	Análise dos Desempenhos Finais	73
5.2.6	Avaliação do Estudo por Parte dos Alunos	78
5.2.7	Avaliação do Estudo por Parte do Professor	84
5.3	Considerações Finais	87
6	Conclusões	88
6.1	Contribuições	89
6.2	Limitações	90
6.3	Trabalhos Futuros	90
A	Questões Grupo Controle - Intervenção Presencial	99
B	Questões Grupo Controle - Intervenção Fixação	101
C	Questões Grupo Experimental - Intervenção Presencial	103
D	Questões Grupo Experimental - Intervenção Fixação	109
E	Questões do Teste de Medição de Desempenho	115
F	Questionário de Identificação de Conhecimento em PC	121
G	Questionário de Avaliação do Estudo	125

H	Controle de Tempo	127
I	Espelho para Análise de Conteúdo	130
J	Termo de Autorização - Professor	141
K	Termo de Autorização - Diretor	143

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo são apresentados o contexto no qual o estudo se desenvolveu, o problema abordado, os objetivos traçados, o desdobramento da pesquisa e os resultados alcançados. Por fim, a organização do documento é descrita.

1.1 Contexto

As pessoas têm buscado, cada vez mais, meios para solucionar problemas ao longo da história e a sociedade contemporânea não desgarra desses objetivos. Esses problemas remetem ao cotidiano e, englobam diferentes áreas e complexidade. Hoje, é crescente o surgimento de situações problemas que impossibilitam o avanço técnico e científico em diversas áreas [15], [58], [10].

Diante desta necessidade, é considerável aprimorar a capacidade de resolver problemas através dos processos de ensino desde o ensino básico. Esses processos devem ser capazes de preparar as pessoas para um mundo cada vez mais desafiador. Um mundo que irá exigir o máximo de capacidades dos indivíduos para resolver problemas em diversas áreas, principalmente o trabalho em equipe.

Nesse sentido, métodos e técnicas para estimular a capacidade de resolver problemas têm evoluído significativamente. A reorganização curricular e a modernização dos sistemas de ensino estão possibilitando este avanço, da mesma forma que as tecnologias da informação e comunicação estão viabilizando estratégias que desenvolvem uma diversidade de competências que potencializam o processo de ensinar e, conseqüentemente, o de aprender [41], [47]

, [24].

Diante dos avanços relacionados às abordagens de estímulo para resolução de problemas, o ensino de computação também passou a ser considerado por seu caráter transversal, por ser um conhecimento que se alinha à capacidade de modularizar problemas em partes menores e gerenciáveis. Abordagens de ensino neste segmento possibilitam a identificação de soluções para pequenas partes dos problemas e viabilizam a resolução deles como um todo [18].

Esta capacidade de entender e propor soluções eficazes para problemas, começou a ser estudada em detalhes por pesquisadores da área de ensino em computação. Esses pesquisadores entenderam que se mais áreas consumissem destas propostas para resolução de problemas, todos seriam beneficiados por uma maneira de interagir através de um pensamento interdisciplinar, o pensamento computacional (PC).

Os benefícios do PC podem ser observados em pesquisas recentes em Biologia, Química, Física e outras áreas [4], [37]. Dentre esses benefícios estão a capacidade de modularizar, abstrair e raciocinar de maneira mais eficaz.

O PC é baseado nas competências inicialmente adquiridas com o ensino de ciência da computação e possui características que podem ser agrupadas e utilizadas para desenvolver a capacidade de resolução de problemas [62]. De acordo com Wing [63], essas características podem contribuir diretamente para melhoras significativas na capacidade de resolução de problemas e podem ser consideradas o núcleo da aprendizagem computacional. Outra característica exposta pela autora, são as possibilidades de desenvolvimento do PC sem a necessidade de disciplinas específicas da ciência da computação, incorporando as características de estímulo ao PC em paralelo a metodologia de disciplinas como matemática, física, química, etc.

Embora seja uma abordagem recente, o PC é uma estratégia amparada pela literatura e diversos estudos estão sendo desenvolvidos. Pesquisas em PC já são predominantes e aplicadas em conjunto a diversos níveis de ensino, que vão desde o ensino básico até o ensino superior [23], [39], [22]. Os resultados desses estudos demonstram a importância e o impacto positivo dessas abordagens quando consideradas como uma forma de estímulo e aprimoramento da capacidade de resolução de problemas.

1.2 Problemática

Na literatura, duas práticas são consideradas para estimular o PC:

- uma é a abordagem considerando o ensino de disciplinas específicas da ciência da computação para estimular as competências do PC, como programação, robótica, desenvolvimento de *games*, etc. Essa prática também engloba o ensino de computação desplugada, uma metodologia para ensinar ciência da computação sem o uso do computador ou estratégias diretamente relacionadas ao uso da computação como meio [46], [11];
- a outra abordagem é a aplicação das competências propostas pelo PC em conjunto às disciplinas do ensino básico, sem a utilização de disciplinas específicas da ciência da computação. Essa abordagem considera o estímulo às competências do PC em conjunto com a metodologia específica de cada disciplina, como a matemática [30], [54].

O ensino de programação e computação desplugada esbarra em diversos problemas para serem aplicados de forma efetiva. Muitas abordagens já foram experimentadas e grande parte sofre com a falta de disponibilidade dos professores, resistência dos gestores, grades curriculares já sobrecarregadas, entre outros problemas ligados aos atuais sistemas educacionais, com isso, pode não ser viável em determinadas situações [26], [8], [35].

A abordagem de PC considerando sua aplicação em conjunto às disciplinas do ensino básico é menos intrusiva, porém, tem como desafio identificar como estimular as competências propostas pelo PC sem que os métodos e técnicas estejam diretamente ligados ao ensino de computação como meio. Algumas abordagens até consideram o ensino de algoritmos, através da elaboração de procedimentos com linguagem natural e lógica de computadores, mas necessitam de mão de obra qualificada e também se deparam com os problemas citados na primeira abordagem. Outra limitação dessa aplicação é que a literatura apresenta poucos estudos práticos nesse segmento.

Em paralelo ao ensino e desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, existem organizações responsáveis por identificarem se essa capacidade está sendo desenvolvida nos alunos de todo o mundo. O principal teste de medição é realizado pela Organização

para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) através da prova do *Programme for International Student Assessment* (PISA). O ranking mundial resultante desta avaliação é um resultado da aplicação do exame para jovens de quinze anos. Os resultados obtidos pelo Brasil nesse exame apontam para uma deficiência significativa no que diz respeito à capacidade de resolução de problemas. Essa deficiência acontece principalmente na disciplina de matemática, considerada na aplicação do exame em 2012 [31].

Diante do que foi exposto na problemática que envolve à prática do PC no ensino básico e das dificuldades apresentadas pelos alunos brasileiros em matemática no exame do PISA, é considerável identificar como o PC, em conjunto com a disciplina de matemática do 8º e 9º anos do ensino básico, pode ser estimulado com o propósito de aprimorar a capacidade de resolução de problemas.

Desta maneira, o seguinte problema de pesquisa foi definido para orientar esse estudo:

- Como desenvolver a capacidade de resolução de problemas em estudantes da educação básica, através do estímulo às competências do PC na disciplina de matemática, sem a necessidade de disciplinas específicas da ciência da computação?

1.3 Objetivos

Levando em consideração a questão de pesquisa definida, o objetivo geral (OG) desta pesquisa é:

- **(OG1)** Demonstrar que as competências para resolução de problemas propostas pelo PC, podem ser estimuladas nos estudantes da disciplina de matemática, sem a necessidade de disciplinas específicas da ciência da computação, através de questões utilizadas em sala de aula com maior conformidade com PC.

Nossos objetivos específicos (OE) são:

- **(OE1)** Analisar a conformidade de questões de matemática que são trabalhadas em sala de aula com as competências do PC;
- **(OE2)** Elaborar questões de matemática que estejam em maior conformidade com as competências do PC para serem trabalhados em sala de aula;

- **(OE3)** Analisar se questões de matemática em maior conformidade com o PC podem estimular melhor os alunos no processo de resolução de problemas.

1.4 Método

Para alcançar os objetivos propostos, consideramos a divisão desta pesquisa em oito etapas, descritas a seguir:

- **1º Etapa:** Na primeira etapa desta pesquisa, definimos o método de avaliação para as questões produzidas pelos professores de matemática em relação à conformidade dos mesmos com o PC.
- **2º Etapa:** Na segunda etapa, coletamos questões de matemática do 8º e 9º ano de escolas públicas e particulares de Campina Grande - PB e às submetemos à avaliação de conformidade com o PC de acordo com o método definido na etapa anterior.
- **3º Etapa:** Na terceira etapa comparamos os resultados da análise das questões das escolas com as questões abordadas no PISA. Isso levando em consideração os resultados obtidos por este estudo na segunda etapa e os resultados da avaliação de conformidade das questões trabalhados no PISA, identificados na literatura.
- **4º Etapa:** Após analisar os resultados das questões das escolas e do PISA, observamos diferentes perfis de conformidade com o PC. Levando em consideração os diferentes perfis, propomos uma forma de elaboração de questões para serem trabalhadas em sala de aula, que apresentassem maior conformidade com o PC.
- **5º Etapa:** Depois da definição do procedimento de elaboração, produzimos novas questões com o objetivo de obter maior conformidade delas com o PC. Após a elaboração das novas questões, realizamos a análise de conformidade dessas novas questões seguindo o mesmo método definido na primeira etapa do estudo.
- **6º Etapa:** Após o término da análise das novas questões, definimos um quasi-experimento para verificar o impacto das novas questões produzidas quando comparadas às questões das escolas coletadas e analisadas nas primeiras etapas deste estudo.

- **7º Etapa:** Nesta etapa, realizamos a aplicação do quasi-experimento em duas turmas do 8º ano na disciplina de matemática. As turmas foram divididas em grupo de controle e grupo experimental, onde um grupo trabalhou com as questões coletadas anteriormente nas escolas e o outro trabalhou com as novas questões elaboradas, respectivamente.
- **8º Etapa:** Na última etapa, contemplamos os resultados obtidos durante a realização do quasi-experimento, analisando o material produzido (rascunhos/memória de cálculo) pelos alunos durante as intervenções e os resultados dos alunos no teste final de desempenho, que teve como objetivo medir a capacidade de resolução de problemas após as intervenções.

1.5 Desdobramento do Método

Na primeira etapa do estudo, analisamos a literatura e traçamos uma estratégia para que pudéssemos identificar como as questões de matemática apresentavam relação com o PC, partindo do pressuposto que esta disciplina, em sua essência deveria estimular a capacidade de resolução de problemas. O objetivo desta etapa era identificar uma maneira de mensurar a conformidade das questões já trabalhadas pelos professores com a proposta de estímulo do PC. O resultado desta etapa foi a elaboração de um método de classificação para as questões, utilizando como métricas as competências que formam o núcleo do PC quando aplicado à matemática. As competências analisadas foram propostas por Barr e Stephenson [9] e o método de identificação e análise proposto por Alencar et al. [38]. O método consiste em identificar as competências em uma questão de forma majoritária partindo da avaliação individual de três juízes.

Após a definição do método, na segunda etapa realizamos a coleta de questões de matemática em escolas públicas e particulares de Campina Grande - PB. No total foram coletadas 200 questões de matemática do 8º e 9º anos. As escolas escolhidas para coleta das questões foram cinco escolas do município, sendo duas escolas particulares e três escolas públicas. Essas escolas foram as mesmas submetidas ao PISA em 2012 e, de acordo com as métricas de seleção do exame, são representativas do município de Campina Grande. A relação das escolas participantes do PISA foi solicitada junto à Secretaria de Educação. Para realizar

a coleta, cada escola foi visitada individualmente e as questões foram solicitadas junto aos responsáveis pedagógicos e professores da disciplina. Esta etapa também abrangeu a análise das questões coletadas por parte dos juízes, seguindo o método definido na primeira etapa.

Ao final da análise, na terceira etapa realizamos um comparativo entre os resultados da análise das questões das escolas em relação às questões do PISA. Os resultados mostraram diferentes perfis de conformidade para cada bloco de questões analisados. Essa diferença nos perfis subsidiou a proposta de um procedimento para elaboração de questões com maior conformidade com o PC.

Na quarta etapa, amparado pelos resultados alcançados nas etapas anteriores, propomos um procedimento de elaboração e adequação de novas questões de matemática, para que apresentassem maior conformidade com o PC. O objetivo desse procedimento de adequação, é que uma questão após ser produzida, apresente um número maior de competências do PC aplicadas à matemática. O modelo foi proposto seguindo as definições de cada competência e como a mesma poderia ser identificada em uma questão de matemática.

Na quinta etapa produzimos algumas questões seguindo o procedimento de adequação de conformidade, no total foram produzidas 10 novas questões. Após a elaboração, nessa mesma etapa, realizamos seguindo o mesmo procedimento de análise das questões das escolas e do PISA, a análise das novas questões produzidas. Os resultados apontaram para outro perfil de conformidade. Quando comparados os perfis das escolas e do PISA com as novas questões elaboradas, identificamos que as questões produzidas apresentaram maior conformidade com as competências do PC. Esses resultados serviram para que pudéssemos elaborar um quasi-experimento, isso para que o impacto dessas novas questões pudesse ser avaliado de forma prática nos alunos.

Na sexta etapa foi proposto um quasi-experimento com o objetivo de analisar o impacto das questões analisadas. Basicamente, a estrutura do quasi-experimento consiste em submeter dois grupos de alunos que seguissem uma mesma metodologia de ensino a dois blocos de questões distintas. Um grupo de alunos foi submetido a um conjunto de questões formadas pelas questões coletadas nas escolas e o outro grupo de alunos foi submetido a um outro conjunto de questões formadas pelas questões produzidas seguindo o procedimento de adequação de conformidade proposto. Ao final da submissão dos grupos as questões, realizamos um teste para medir a capacidade de resolução de problemas de matemática. As

questões usadas no teste de desempenho eram formadas pelas questões do PISA, nossa referência para este tipo de medição.

Na sétima etapa, realizamos a aplicação do quasi-experimento em duas turmas de 8º ano de uma escola estadual do município de Campina Grande, a aplicação foi realizada durante duas semanas. O estudo contemplou 23 alunos em cada turma, que ao final foram submetidos a um questionário para analisar a influência das questões em cada grupo. A oitava etapa constituiu na análise dos resultados.

1.6 Resultados Obtidos

O estudo mostrou que existem diferenças entre as questões usualmente trabalhadas pelos professores em sala de aula quando comparadas às questões trabalhadas no PISA, no que diz respeito à conformidade com o PC (OE1). As diferenças nos perfis de conformidade apresentadas nas questões, nos possibilitaram propor uma forma de elaboração e, a partir desse método, elaborar novas questões em maior conformidade com as competências do PC (OE2).

Partindo das novas questões produzidas, propomos um quasi-experimento. Ao final da realização do quasi-experimento, conseguimos identificar diferenças nos processos de resolução dos alunos do grupo experimental que trabalharam com as questões elaboradas seguindo o modelo de adequação proposto. O processo de resolução das novas questões, de acordo com os resultados coletados, mostrou que os alunos adotaram um procedimento diferente para resolução dos problemas propostos. Indicando que os alunos do grupo experimental foram mais influenciados pelas questões produzidas seguindo o modelo de elaboração proposto e obtiveram um melhor desempenho (OE3).

Por fim, quando os alunos foram submetidos a um processo de medição da capacidade de resolução de problemas usando as questões do teste do PISA, foi possível identificar que os alunos que trabalharam durante o quasi-experimento com as questões elaboradas (grupo experimental) obtiveram um desempenho melhor do que os alunos que trabalharam com as questões tradicionais (grupo controle). Essas conclusões foram baseadas em testes estatísticos levando em consideração os resultados alcançados durante a realização do quasi-experimento (OE3).

Os resultados apresentaram indícios de que os alunos foram impactados pelo processo e sua capacidade de resolução de problemas melhorou. Isso foi demonstrado através de um estudo prático quanto à aplicação do PC na educação básica na disciplina de matemática, levando em consideração uma metodologia estruturada seguida da análise estatística dos resultados obtidos. Se a abordagem for considerada a longo prazo, poderá surtir efeitos mais significativos aos envolvidos.

1.7 Organização da Dissertação

A organização do trabalho, além desta introdução, segue o formato apresentada a seguir:

- No capítulo 2 são apresentados o referencial teórico com as definições do PC e os trabalhos relacionados à aplicação do PC na matemática;
- No capítulo 3 são descritos os métodos e materiais usados na realização da análise de conformidade das questões. Além de apresentar os resultados obtidos nesta fase do estudo;
- No capítulo 4 são descritos os métodos e materiais usados para elaboração das novas questões, a produção das novas questões e a avaliação de conformidade das novas questões. Nesta seção também são apresentados os resultados desta fase;
- No capítulo 5 são apresentados os métodos e materiais utilizados, além os resultados obtidos durante a realização do quasi-experimento;
- No capítulo 6 são apresentadas as conclusões, contribuições, limitações e trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Neste capítulo destacamos o referencial teórico desta pesquisa e os trabalhos relacionados. Ao longo das seções apresentamos uma visão geral sobre Resolução de Problemas na matemática e o conceito do PC seguido de duas abordagens para sua aplicação, além de enfatizar a importância em estimular a capacidade de resolver problemas e como o PC em conjunto com as disciplinas do ensino básico pode ser importante no estímulo à capacidade de resolução de problemas. Por fim, apresentamos os trabalhos relacionados.

2.1 Resolução de Problemas na Matemática

Metodologias de ensino-aprendizagem de matemática tem sido investigados por pesquisadores de diversos segmentos, dentre eles Resolução de Problemas merece destaque pois é considerado com maior evidência. No entanto, apesar dos esforços em pesquisas sobre Resolução de Problemas, o tema ainda é tido como desafiador e possui atividades difíceis de serem realizadas [32].

De acordo com Schoenfeld [50] a necessidade de aprimorar técnicas para Resolução de Problemas pode contornar determinados problemas relacionados ao ensino de matemática. Dentre os problemas apresentados pelo autor, e destacado por Mary e Gonçalves [55], estão:

- Problemas de matemática tem uma e somente uma resposta certa;

- Existe apenas uma maneira correta de resolver qualquer problema de matemática;
- Estudantes comuns não esperam entender a matemática, eles apenas esperam memorizá-la;
- Matemática é uma atividade solitária;
- Estudantes que entendem matemática resolvem qualquer problema em cinco minutos;
- A matemática da escola em nada tem relação com o mundo real;
- Não existe necessidade de provas formais no processo de criação e inovação.

Logo, é necessário esforço organizacional dos professores e pesquisadores envolvidos em pesquisas sobre Resolução de Problemas, influenciando uma nova maneira de pensar nos alunos e fazendo com que eles entendam que a matemática não é simplesmente um processo de memorização de fórmulas e procedimentos, mas sim, uma disciplina essencial para a vida [55].

É necessário fazer com que os alunos aprendam que a matemática não envolve apenas o objetivo de alcançar a resposta certa, mas sim o despertar de um entendimento diferente sobre problemas e que não existe uma única solução para o mesmo. Logo, por meio da metodologia Resolução de Problemas é possível viabilizar o desenvolvimento nos alunos dessa forma de entender a matemática e sua importância para a vida [50].

De acordo com Gonzales [29] aprender Resolução de Problemas é uma tarefa complexa, mas o seu potencial para estimular a interação entre os alunos é bastante eficaz. Essa complexidade se reflete também nos educadores, pois um problema deve ser muito bem escolhido. De acordo com Polya [41] a metodologia de Resolução de Problemas deve considerar situações nem tão fáceis, nem tão difíceis, além de apresentar um enunciado claro para que seja possível entender o que está sendo solicitado antes mesmo de pensar em uma possível solução.

Mesmo diante das potencialidades da metodologia Resolução de Problemas, as atividades que são encontrados nos livros didáticos, pela sua estrutura e pelo seu enunciado, são considerados atividades de fixação e não problemas. Isso pelo fato de serem aplicadas posteriormente à apresentação de um determinado conteúdo, exigindo dos alunos que sejam

resolvidos exatamente aplicando o conteúdo previamente apresentado na disciplina. Esses tipos de atividades não surtem o efeito que se pretende alcançar com o ensino de matemática por meio de resolução de problemas [29].

De acordo com Diniz e Smole [57] as atividades convencionais são textos com características muito específicas e é preciso ter atenção especial em sua aplicação, pois seus enunciados são concisos, objetivos e usa apenas palavras essenciais para seu entendimento. Logo, o caráter interpretativo por parte dos alunos, muitas vezes é deixado de lado. Ao contrário da Resolução de Problemas onde o aluno é confrontado a relacionar fatos distintos em modelos de problemas que não estão focados apenas no conteúdo aprendido.

Nesse sentido é importante resolver atividades não simplesmente para aplicar matemática puramente conceitual, mas sim para aprender a real importância da matemática em nosso cotidiano de forma significativa, ampliando nosso potencial de interpretação, análise e organização, antes mesmo de aplicar a matemática e os conteúdos aprendidos por meio dela.

De acordo com Walle [61] um problema não convencional para a aprendizagem de matemática deve levar em consideração a atual compreensão dos alunos, onde os mesmos devem estar preparados para aquele tipo de problema e mesmo assim ainda o achar interessante. Outra característica é envolver os alunos com uma problemática que faça sentido, fazendo com que os alunos estejam focados em dar significado a matemática envolvida, além de requerer que os alunos busquem justificativas para fortalecer seus resultados, colocando a responsabilidade de analisar e compreender o motivo de estarem certos ou errados.

O autor defende uma maneira de ensinar a matemática fora do contexto de fazer o aluno entender determinados conceitos e resolver problemas, muito pelo contrário, é necessário utilizar a Resolução de Problemas para aprimorar os conceitos aprendidos e estimular competências que serão essenciais para resolver outros problemas. Diante disso, Walle identifica os benefícios da Resolução de Problemas, enfatizando dentre eles:

- A Resolução de Problemas concentra a atenção dos alunos sobre as ideias e em dar sentido a elas;
- A Resolução de Problemas desenvolve nos alunos a convicção de que eles são capazes de fazer matemática e de que a matemática faz sentido;
- A Resolução de Problemas fornece dados contínuos para avaliação que podem ser

usados para tomar decisões educacionais, ajudar os alunos a ter bom desempenho e manter os pais informados;

- A Resolução de Problemas possibilita um ponto de partida para uma ampla gama de alunos devido a suas múltiplas possibilidades para chegar a uma solução que satisfaça o problema;
- Uma abordagem de Resolução de Problemas pode reduzir problemas disciplinares, visto que, grande parte desses problemas são resultantes da não compreensão dos alunos para o conteúdo apresentado pelo professor;
- A Resolução de Problemas desenvolve o potencial matemático que envolve a capacidade de solucionar, raciocinar, comunicar, conectar e representar;
- Além de ser mais atraente para os alunos e divertido.

Dessa maneira, quanto mais problemas os alunos resolvem, mais problemas eles querem resolver e mais capacidades para resolver problemas futuros são desenvolvidas [61].

Nesse sentido, Dante [21] estabeleceu algumas condutas para que os profissionais da educação pudessem utilizar Resolução de Problemas em suas atividades escolares: a) Propor problemas abertas; b) Modificar o formato dos problemas; c) Diversificar contextos dos problemas; d) Mostrar cenários significativos; g) Habituar o aluno a decidir; h) Estimular a cooperação entre alunos; i) Fornecer informações precisas; j) Avaliar mais que corrigir; k) Avaliar o planejamento prévio de todo processo; e l) Avaliar a rapidez com que sejam obtidas as soluções.

Polya [42] defende a Resolução de Problemas como habilidade geral e afirma que para solucionar um problema é necessário colocar em ação uma série de competências. Segundo o autor, para se resolver problemas na matemática é necessário desenvolver quatro passos: a) compreender o problema (o que está explícito e o que está implícito); b) conceber um plano (traçar as estratégias necessárias para chegar a solução); c) executar o plano (colocar em prática o que foi definido nas estratégias) e d) fazer uma visão retrospectiva (testar sua resposta e analisar sua consistência).

Já Pozo [43] aponta para a Resolução de Problemas como um processo específico e indica diferenças entre os atores envolvidos, os especialistas e os principiantes. A diferença

entre os dois tipos acontece por meio da estratégia que cada um utiliza para chegar as soluções, enquanto os principiantes resolvem o problema de acordo com as etapas sugeridas, os especialistas tentam conhecer o domínio em que o problema se encontra antes de propor uma solução. Pozo também sugere alguns procedimentos que devem ser seguidos na resolução de problemas: a) aquisição da informação (observação); b) interpretação da informação (deco-dificar); c) análise da informação (dar sentido a informação); d) organização da informação (facilitar a interpretação); e comunicação da informação (oral, escrita, outros).

Finalmente, é necessário proporcionar o aprendizado de forma significativa e, no lugar de propor longas listas de problemas que desestimularão os alunos e proporcionarão o sentimento de que a matemática é algo que se baseia simplesmente na memorização, é recomendável aplicar com mais frequência problemas com o objetivo de estimular a produção de estratégias de resolução diversificadas [21].

2.2 **Pensamento Computacional**

A computação é interpretada como área de conhecimento sobre computadores, sistemas computacionais e suas derivações, abrangendo aspectos metodológicos, experimentais e teóricos. Com o avanço tecnológico, aprender computação deixou de ser exclusividade de cursos especializados na área de tecnologia da informação.

Estudos defendem a importância do ensino de computação. Como relata Tucker [59], grande parte dos profissionais precisa compreender o que é ciência da computação em sua essência. A razão disto é que a ciência da computação, enquanto ciência, possibilita identificar problemas e propor soluções satisfatórias em diversas áreas.

A ciência da computação pode ser considerada uma disciplina intrínseca, pois permite que seja aplicada em conjunto a outras disciplinas do ciclo básico de ensino. No entanto, alguns fatores impossibilitam a implantação imediata em sala de aula e usufruir das vantagens em ensinar e aprender ciência da computação passa a ser um problema.

De acordo com Settle *et al.* [53], a melhor maneira de trabalhar com a ciência da computação e colher as vantagens que ela se propõe estimular e aplicá-la desde o ensino básico. No entanto, é muito complicado incorporar uma disciplina nova em uma ampla grade curricular. Logo, é necessário uma reformulação no currículo para que se possa incorporar a ciência da

computação como disciplina básica.

No estudo conduzido por Carvalho *et al.* [17] é discutido sobre as principais dificuldades na implantação de estratégias pedagógicas voltadas ao ensino da ciência da computação, principalmente nas escolas de ensino básico. Os principais motivos apresentados são a falta de profissionais qualificados e a resistência por parte dos professores e gestores. Mas, embora as dificuldades estejam presentes, diversas abordagens já estão sendo consideradas para o ensino de ciência da computação no ensino básico.

Barcelos e Silveira [5] definem a ciência da computação como ciência básica e como ela pode contribuir no ensino de matemática. O autor aponta relações entre habilidades cognitivas comuns entre as duas disciplinas, defendendo as melhorias que essa relação pode trazer ao processo de ensino aprendizagem, contribuindo para o crescimento intelectual dos envolvidos.

Considerando as potencialidades da ciência da computação para o ensino educação básica e as dificuldades de sua implantação, o papel do professor é essencial para que essas mudanças possam se tornar realidade. Outro grande responsável são os cursos de licenciatura, que precisam repensar a capacitação de seus alunos para o uso das tecnologias e compreender a importância da ciência da computação na educação.

Tendo em vista os benefícios trazidos pela ciência da computação a seus profissionais e aos envolvidos direta e indiretamente, é possível caracterizar a ciência da computação como um estimulante a capacidade de resolução de problemas. Segundo Wing [62], a ciência da computação apresenta competências que agrupadas podem ser definidas como uma forma de pensar de forma estruturada e modularizada, denominada pensamento computacional (PC), ou seja, uma estratégia para resolução de problemas amparada pelas competências aprendidas com a ciência da computação.

O PC é composto de diversos conceitos e capacidades comuns a outras disciplinas, no entanto, a computação por meio do PC apresenta características únicas de grande importância para o desenvolvimento cognitivo dos envolvidos. Esses conceitos e capacidades foram agrupados e, segundo Wing [63], definidos a partir de algumas características específicas. São elas:

- Conceituar ao invés de programar: como um cientista da computação, é necessário saber organizar o pensamento de forma lógica e abstrata. Ciência da computação e PC

não são programação de computadores;

- Uma habilidade fundamental e não utilitária: significa que todo ser humano precisa conhecer sua função na sociedade moderna. Ela não se restringe apenas a aprendizagem ferramental, mas se expande com a capacidade de estimular a resolução de problemas em diversos contextos;
- A maneira como pessoas pensam e não como computadores funcionam: a proposta de disseminar o PC não é fazer com que seres humanos pensem como computadores, pois máquinas não pensam. Computadores são meros repetidores de rotinas escritas por seres humanos para automatizar aquilo que eles acham que é necessário. Logo, computadores executam o que o ser humano pensa e define o que ele quer que seja executado. A proposta do PC é expandir a forma como cientistas da computação e outras áreas abstraem e modularizam a resolução de seus problemas, viabilizando suas soluções para serem executadas em uma máquina, por exemplo;
- Complementa e combina matemática e engenharia: é baseada na matemática e seus fundamentos, assim como também se baseia na engenharia para construção de sistemas interativos ao mundo real;
- Gera ideias e não artefatos: não se trata apenas de hardware e software, se trata de ideias e os conceitos da ciência da computação que usamos para resolver problemas nos mais diversos campos de pesquisa;
- É para todos em qualquer lugar: por se tratar de uma abordagem para resolução de problemas que brevemente será uma realidade para todas as classes e essencial para a formação do ser humano, tendo em vista os crescentes desafios que surgem na sociedade.

Wing [62] descreve o PC como algo construído na força dos limites da ciência da computação como ciência. É um conjunto de habilidades para resolver problemas apoiado nas potencialidades da máquina, não totalmente dependente delas, mas usando-a como ferramenta de trabalho para colocar em prática sua forma de pensar e formular soluções para

problemas. PC pode ser visto como uma forma de entender e computar uma solução, possibilitando significativos avanços em diversas situações problemas. Exemplos desta aplicabilidade constituem avanços em biologia, química e física.

De acordo com Wing [63], o PC pode ser considerado um tipo de pensamento analítico, logo, o propósito desta abordagem é organizar soluções para problemas através da decomposição deles como um todo em partes menores. Essas partes menores devem ser fáceis de gerenciar e suas soluções devem satisfazer os problemas por completo.

Wing [63] caracteriza a essência do PC como sendo a abstração, não necessariamente limpa, elegante e de fácil definição algébrica. Na abstração pelo PC toda proposta para resolução de um problema é amparada por um conjunto de soluções menores que se completam. Toda esta formalização é organizada em camadas de abstração e a computação automatiza essas camadas de abstração viabilizando as soluções propostas. Logo, PC existe sem a computação ferramental e instrumental, pois, como dito anteriormente, é uma forma humana de organização do pensamento.

Tudo funciona como o ato de pensar em como podemos usar um computador para resolver um problema. No entanto, a combinação do homem e da máquina através do PC é mais que o uso de computadores. O resultado disso é como a ciência da computação está estimulando pesquisas em diversas áreas, como dito anteriormente.

Aho [1] afirma que o termo PC é confuso em sua interpretação. O motivo dessa confusão é que a natureza dos sistemas computacionais varia e essa variação impacta no significado do termo PC. Essa variação surge de acordo com os sistemas computacionais que os indivíduos estão em contato e os problemas que estão se propondo resolver.

No que se refere ao PC, Aho [1] o define como os processos de pensamento envolvidos na formulação de propostas para problemas e como as soluções podem ser representadas através de passos e agrupadas de forma organizada. Na visão do autor, computação é um processo que é definido em termos de um modelo formalizado e o PC os processos mentais envolvidos nessa formalização.

O autor propõe uma formulação de modelos apropriados para a organização dos problemas e a derivação de suas soluções. Logo, modelos podem ser formulados, utilizados para resolver um determinado problema e, com o avanço dos procedimentos após a solução, formular um novo modelo para dar continuidade às pesquisas. Na visão de Aho [1], essa é a

principal característica do PC, a de proporcionar o estímulo à capacidade de resolução de problemas.

De acordo com Astrachan e Dennig [3], ciência da computação é uma disciplina que pode contribuir muito para o ensino através de seus conjuntos de ferramentas. Essas contribuições tem fomentado muitas discussões sobre o papel da ciência da computação na educação moderna e o seu lugar em instituições de ensino superior, por exemplo, com o estímulo ao PC nos cursos de licenciatura.

Astrachan e Dennig [2] começaram trabalhando em várias áreas para incorporar o PC no ensino básico e superior, desenvolvendo interdisciplinarmente o PC em disciplinas como biologia computacional e economia computacional. O foco do método das atividades trabalhadas pelos autores é a resolução de problemas em diversas áreas.

Selby e Woollard [51] propõem alguns termos para uma melhor definição do PC, como "Raciocínio Heurístico". Por se tratar de algo definido em alto nível, a falta de interpretação pode tornar o entendimento sobre PC um pouco confuso, mas o que é comum em todas as definições é que podemos descrever o PC como uma abordagem para estimular o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas potencializados pela computação ferramental.

Segundo Blikstein [13], o PC talvez seja a mais importante e menos compreendida habilidade e conhecimento necessários para a formação humana no século XXI. De acordo com o autor, PC é a compreensão do poder computacional como um instrumento para elevar o poder cognitivo e operacional do homem, possibilitando-o enxergar situações de diversas perspectivas e aumentando sua produtividade, criatividade e inventividade.

Alguns autores, a exemplo de Franca e Amaral [28], entendem que o PC deveria ser ensinado desde os primeiros anos do ensino fundamental e que essa prática fortalece o aprendizado, visto que, aumenta a capacidade de resolução de problemas dos envolvidos. Mas essa prática esbarra nos problemas dos atuais sistemas de ensino, principalmente no Brasil.

Tendo em vista os ganhos significativos que o PC pode oferecer na capacitação para a resolução de problemas, a Sociedade Brasileira de Computação vem incentivando ações neste segmento, pois, acredita que a exemplo de outras disciplinas como Física, Matemática, Química e Biologia, é fundamental a introdução de conceitos de ciência da computação na educação básica, como forma de aprimorar o raciocínio das crianças [40].

A essência do PC está na abstração e caracteriza-se pela forma como profissionais da computação e áreas afins entendem e planejam soluções para problemas, mapeando e interligando camadas do contexto do problema proposto em soluções viáveis de serem implantadas [63].

Deste modo, alguns conceitos podem ser considerados a base da ciência da computação e devem ser estimulados desde os primeiros anos de ensino, estimulando futuros profissionais na elaboração de soluções sistematizadas e organizadas para problemas em diversas áreas.

Para subsidiar a implantação do PC, uma definição operacional foi elaborada pela ISTE (*International Society for Technology in Education*) em parceria com a NSF (*National Science Foundation*) e a CSTA (*Computer Science Teachers Association*). Essa definição descreve quais competências os estudantes devem ter adquirido ao término do ensino médio.

A definição operacional proposta, tem por objetivo estimular a capacidade de resolução de problemas através da formulação de problemas, organização de dados, abstração de informações, automatização de soluções e generalização de todo o procedimento para diversos outros problemas. Essas competências devem ser estimuladas de forma gradativa ao longo do ciclo de aprendizagem dos envolvidos [20].

Essa definição proporcionou que a comunidade percebesse a importância que os conceitos da ciência da computação podem ter para os alunos, estimulando uma maneira diferente de pensar e formular soluções para problemas diversos, tornando-os mais aptos a enfrentá-los.

Seguindo as definições anteriormente apresentadas, duas práticas podem ser observadas no contexto de desenvolvimento do PC, são elas:

- Ensino de computação por meio de disciplinas específicas: essa prática tem por objetivo desenvolver o PC e, por consequência, a capacidade de resolução de problemas. Ela usa mecanismos como o ensino de programação (algoritmos e procedimentos) e computação desplugada, que é uma prática para se fazer entender conceitos da ciência da computação sem o uso do computador, ex: mecanismos de roteamento, acesso a memória, estratégias de prevenção de deadlocks, entre outros.
- Aplicação conjunta de conceitos da ciência da computação às disciplinas essenciais do ensino: essa prática, também tem como objetivo desenvolver o PC e a capacidade

de resolução de problemas. Sua principal característica é a forma de estímulo, que acontece por meio da aplicação intrínseca dos conceitos da ciência da computação à qualquer disciplina do ciclo básico de ensino e em qualquer ambiente educacional, sem a necessidade de disciplinas específicas da computação.

Em relação a primeira vertente de aplicação do PC, por meio do ensino da própria ciência da computação, podem ser trabalhados conceitos do PC durante o ensino de programação, modelagem de dados, engenharia de software e abstrações de processos computacionais. Ainda no contexto do ensino da própria ciência da computação, tem-se o ensino de Computação Desplugada (*unplugged computer*), ensinando técnicas computacionais usadas em sistemas reais para solucionar problemas, tudo isso de forma lúdica e divertida [12].

Essa vertente é mais explorada e muitos níveis de ensino já implantaram modelos que envolvem o estímulo ao PC através de disciplinas específicas de ciência da computação. Pesquisas realizadas em diversas localidades mostram o potencial do ensino de programação e conceitos da computação através da computação desplugada nos alunos [49], [36], [60].

2.3 Trabalhos Relacionados

Como dito anteriormente, o PC apresenta duas vertentes de aplicação: uma voltada para o ensino de computação e outra através do estímulo às competências propostas, em atividades fora do contexto de disciplinas específicas da computação. As duas abordagens propõem formas de estimular nos alunos competências necessárias para que possam enfrentar problemas e resolvê-los da melhor forma possível. Essas competências são consideradas o núcleo do PC e, de acordo com Wing [63], são essenciais para estimular a capacidade de resolução de problemas e devem ser estimuladas desde as séries iniciais.

Para subsidiar a implantação do PC na educação básica, Barr e Stephenson [9] apresentam essas competências e como elas podem ser estimuladas em disciplinas como matemática, ciência e leitura. A proposta dos autores tem como objetivo possibilitar que essas competências sejam aplicadas em conjunto às disciplinas do ensino básico. As competências mapeadas pelos autores foram: coleta de dados; análise de dados; representação de dados; decomposição; abstração; algoritmos; automação; paralelização e simulação.

A proposta de competências do PC apresentada pelos autores, foi pensada para orientar os pesquisadores em suas aplicações. Traçam um conceito comum para o que deve ser aplicado em disciplinas específicas de computação ou trabalhadas em conjunto com disciplinas essenciais da grade curricular no ensino básico e superior.

No que diz respeito à aplicação por meio de atividades diretamente ligadas ao ensino de disciplinas da computação, podemos ressaltar o ensino de programação como sendo a mais utilizada neste contexto. Para isso, já destacamos algumas ferramentas que foram desenvolvidas para auxiliar essa aplicação, como por exemplo: *Scratch* e *VisualAlg*. As abordagens pensadas tendo como referência o ensino de programação, apresentam características que estimulam o processo criativo dos alunos e a capacidade de abstrair e entender a proposta dos problemas e propor soluções para os mesmos.

Em contrapartida ao ensino de programação, a literatura também apresenta abordagens que consideram o estímulo às competências propostas pelo PC fora do contexto de disciplinas específicas de programação, a principal delas é a abordagem de estímulo por meio da computação desplugada. A proposta dessa abordagem é que os envolvidos aprendam conceitos da ciência da computação através de atividades lúdicas, ensinando computação sem o uso do computador. As atividades propostas se baseiam no ensino de conceitos da computação, como: redes de computadores, engenharia de software, raciocínio lógico, etc.

Levando em consideração a aplicação do PC na disciplina de matemática, Barcelos et al. [6] apresentam um mapeamento sistemático onde são avaliados trabalhos da literatura com foco na aplicação da computação na disciplina destacada. Os resultados apresentados pelos autores mostram que as ocorrências de aplicações práticas estão mais voltadas para o uso ferramental da computação e a aplicação dos conceitos essenciais para o estímulo à capacidade de resolver problemas apresentam poucos resultados.

Lewis e Sha [33] apresentam uma correlação entre a melhora no desempenho de alunos na disciplina de matemática após a aplicação de um curso introdutório de programação com *Scratch*. Durante o curso introdutório, quarenta e sete alunos foram matriculados. O curso foi projetado para ensinar conceitos de programação englobando conceitos matemáticos. A abordagem das questões usadas durante o curso seguiam características de conteúdos específicos da matemática, onde os alunos, por meio da linguagem *Scratch*, realizavam atividades que envolviam, por exemplo, a aplicação prática de funções. Os resultados obtidos pela

aplicação do curso, possibilitou que os autores identificassem uma correlação na maneira como os alunos interpretavam e resolviam as questões de matemática, identificando que as dificuldades apresentadas em matemática, refletiam-se no aprendizado de programação.

No trabalho proposto por Setti [52], o autor discute as dificuldades que os alunos apresentam no processo de aprendizagem de programação, mesmo tendo bom conhecimento em matemática. Os resultados obtidos pelo autor, demonstram que os alunos apresentam dificuldades na transferência do raciocínio matemático para o computacional. No entanto, a relação entre matemática e computação existe, requerendo que a união das duas áreas seja realizada levando em consideração os obstáculos que os alunos podem enfrentar na forma de interpretar problemas matemáticos e problemas computacionais.

Focado na aplicação dos conceitos da computação na matemática, Boyce et al. [14] identificaram que é possível ensinar computação e seus conceitos essenciais para resolução de problemas através do PC e, ao mesmo tempo, estimular a aprendizagem de conteúdos da matemática, como planos cartesianos. Os procedimentos adotados pelos autores demonstraram que a utilização de jogos educacionais pode estimular tanto o desenvolvimento de conceitos computacionais quanto de conceitos matemáticos de forma significativa. Para alcançar os resultados, os autores submeteram alunos do ensino médio e superior ao jogo *BeadLoom*.

Seguindo a mesma temática de Boyce [14], Jenkins et al. [30] em seu trabalho apresentam um plano para implantação imediata do PC em turmas de matemática do ensino médio. No estudo os autores realizaram um *workshop* para professores e líderes educacionais demonstrando que a programação pode trazer ganhos significantes no aprendizado de matemática e na capacidade de resolução de problemas. Nos resultados apresentados pelos autores, os professores demonstraram interesse na incorporação da programação na matemática e entenderam que aprender programação pode trazer ganhos no processo de abstrair, generalizar e escrever soluções para problemas matemáticos.

Barcellos e Silveira [7] demonstram como as competências relacionadas à matemática podem estimular o desenvolvimento do pensamento computacional por meio da elaboração e desenvolvimento de jogos digitais. Durante a realização do estudo, os autores constataram que os alunos parecem demonstrar facilidade na identificação de padrões para problemas durante o desenvolvimento de jogos e, através desse padrões, contornam dificuldades conceituais. De acordo com os autores, a identificação de padrões é uma característica essencial

do PC e possibilita o entendimento de problemas matemáticos e suas propostas de soluções.

No contexto do PC na matemática, Alencar et al. [38] propõem a identificação das competências que formam o núcleo do pensamento computacional em questões de matemática do PISA [45], teste que busca avaliar a capacidade de resolução de problemas. Os autores concluem com seu estudo que as competências propostas pelo PC apresentam uma relação com as questões submetidas a análise, possibilitando a identificação na prática de como cada competência pode ser identificada e estimulada através de atividades em sala de aula.

Seguindo a mesma abordagem de identificação de competências nas questões de matemática do PISA proposta por Alencar et al. [38], Costa et al. [19] em seu estudo identificam a relação de questões de matemática aplicadas no dia a dia em sala de aula com as competências do PC para resolução de problemas. No estudo apresentado pelos autores, são submetidas questões de matemática trabalhadas por professores em sala de aula a uma análise majoritária quanto a presença das competências que formam o núcleo do PC. Nesse estudo, os autores concluem que as questões apresentam relação com algumas competências propostas e que as atividades trabalhadas em sala de aula podem ser modificadas para estimular melhor a capacidade de resolução de problemas por meio do PC.

O estudo apresentado neste documento se diferencia dos demais, pois visa a inserção das competências estimuladas pelo PC para resolução de problemas sem a necessidade de disciplinas específicas da ciência da computação. Ao contrário de estudos realizados com o ensino de programação e outras estratégias computacionais na matemática, apresentamos a continuidade da pesquisa realizada por Costa et al. [19], identificando como as competências associadas à capacidade de resolução de problemas propostas pelo PC, podem ser estimuladas na prática, através de problemas de matemática que apresentem maior relação com o PC.

Capítulo 3

Análise de Conformidade das Questões de Matemática com o PC

A primeira etapa do estudo aqui apresentado teve como objetivo identificar o método pelo qual podemos mensurar a conformidade de questões trabalhadas em sala de aula com as competências do PC, sem uso de estratégias computacionais como meio (ensino de programação e computação desplugada, por exemplo). Visto que nosso objetivo é trabalhar o PC em conjunto com a disciplina de matemática, é factível identificar as relações entre eles e quais características do PC para estímulo à resolução de problemas já estão presentes nas questões aplicadas na disciplina de matemática.

Após a identificação do método de análise de conformidade, foi feito um estudo com questões de matemática usadas em salas de aula do ensino básico no Brasil (Campina Grande - PB) e questões usadas no teste do PISA. Dessa forma, foi possível entender melhor a relação entre essas questões e as competências do PC, dentro da disciplina de matemática. Mais especificamente, o que precisaríamos trabalhar para que a capacidade de resolver problemas dos alunos fosse melhorada.

Partindo desses resultados, propomos uma maneira de adequar as questões trabalhadas dentro de sala de aula às competências do PC para estimular a capacidade de resolução de problemas. Esta seção contempla as seguintes etapas: 1 - definição do método de análise de conformidade; 2 - coleta das questões submetidas a análise; e 3 - comparação da análise das questões das escolas com as questões do PISA.

3.1 Definição do Método de Análise de Conformidade

Para analisar a conformidade de questões de matemática com as competências do PC, foi necessário entender como cada disciplina se propõe a estimular competências comuns para resolução de problemas. Dessa forma, foi possível identificar como a disciplina de matemática poderia ser organizada por meio de suas atividades para trabalhar com as competências já estimuladas por ela e as propostas pelo PC que não estivessem em foco.

Para alcançar esse objetivo, analisamos a literatura com o intuito de identificar como a matemática e o PC estavam relacionados. Dentre os diversos trabalhos propostos, Barr e Stephenson [9] apresentam uma visão de como as competências do PC podem ser estimuladas em diversas disciplinas. Os autores propõem um mapeamento de cada competência para estimular a capacidade de resolução de problemas do ponto de vista prático. As competências mapeadas pelos autores são: Coleta de Dados; Análise de Dados; Representação de Dados; Problema de Decomposição; Abstração; Algoritmos; Automação; Paralelização e Simulação.

Como apresentado pelos autores, a aplicação dessas competências na ciência da computação é tida como diretamente ligada ao ensino de algoritmos, procedimentos e estratégias computacionais para resolver problemas. Se observarmos o conceito de Representação de Dados, na ciência da computação os autores propõem a realização do estímulo a essa competência através da manipulação e entendimento de estruturas de dados, ao contrário da aplicação na matemática, com o foco no entendimento e manipulação de gráficos, por exemplo. Embora sejam formas de estímulo distintas, todos tem o mesmo objetivo, proporcionar o entendimento por parte dos envolvidos da competência Representação de Dados. O mesmo é válido para as demais competências.

Tendo como base as competências apresentadas pelos autores acima destacadas (Barr e Stephenson [9]), foi preciso detalhar melhor cada competência para um melhor entendimento de seu significado em nosso estudo, permitindo analisar se as questões de matemática trabalhadas em sala de aula estimulavam a capacidade de resolução de problemas seguindo essas competências. Dessa forma, organizamos as definições para que fosse possível usá-las na análise de conformidade e fossem melhor relacionadas com as questões. O Quadro 3.1 apresenta as definições das competências com maiores detalhes.

Quadro 3.1: Detalhamento das competências do PC.

COMPETÊNCIA	DEFINIÇÃO
Coleta de Dados	Obter ou gerar dados através de observações empíricas ou de figuras, tabelas, listas, gráficos, etc. Os dados obtidos devem ser usados para auxiliar na resolução do problema proposto.
Análise de Dados	Interpretar informações a partir de dados fornecidos ou identificados. Essas informações devem ser usadas para dar sentido aos dados coletados e posteriormente suportar a resolução do problema proposto.
Representação de Dados	Gerar gráficos, tabelas, matrizes, conjuntos, diagramas, etc. Essas representações devem ser usadas para entender melhor os dados que estão sendo manipulados e facilitar a visualização dos mesmos.
Decomposição de Problemas	Resolver expressões aritméticas obedecendo ordem de precedências e outras características algébricas. Essas expressões devem ser usadas para fazer com que os alunos entendam como dividir um problema e identificar o que deve ser resolvido primeiro para chegar a uma proposta de resolução do problema.
Abstração	Analisar um contexto real visando obter dados e expressões relevantes que irão auxiliar a resolução do problema proposto pela atividade. Esse procedimento é necessário para que o aluno realize assimilações do que ele aprendeu com problemas reais.
Algoritmos e Procedimentos	Resolver o problema proposto na atividade utilizando uma sequência lógica de passos que não estejam explícitos. Trata-se da organização do procedimento de resolução por meio de um passo a passo, por exemplo.
Automação	Usar ferramentas para auxiliar o processo de resolução do problema proposto na atividade como a calculadora, por exemplo.
Simulação	Realizar modificações de valores de variáveis visando obter conclusões distintas ou identificar comportamentos diferentes para o problema proposto pela atividade.
Paralelismo	Possibilitar que alguns procedimentos da resolução do problema proposto possam ser realizados simultaneamente ou em cooperação entre os envolvidos. É necessário dividir o problema em partes menores para que seja possível paralelizar.

A definição das competências foi pensada, para que fosse possível ter um entendimento mais detalhado de como cada competência do PC poderia ser identificada nas atividades de matemática no contexto de ensino brasileiro, visto que, o mapeamento proposto por Barr e Stephenson [9], apresenta uma definição das competências no contexto de ensino americano (K-12). Na seção seguinte, iremos descrever com maiores detalhes como cada uma dessas competências e definições foram trabalhadas no processo de análise de conformidade.

Observando as definições das competências propostas por Barr e Stephenson [9] e realizando uma comparação com as estratégias de Resolução de Problemas propostas por Polya [42] e Pozo [43], identificamos certa similaridade nas propostas. Por exemplo, claramente, é possível realizar uma comparação entre a proposta de Polya de diversificar os problemas com contextos variados e a competência "abstração" proposta por Barr e Stephenson. Outra similaridade com a proposta de Polya está na etapa de fazer uma visão retrospectiva e testar as respostas que foram geradas, que apresenta o mesmo princípio da competência "simulação" proposta por Barr e Stephenson.

O mesmo acontece para os procedimentos propostos por Pozo onde a aquisição da informação, interpretação da informação, análise da informação, organização da informação e comunicação, claramente se associam com as competências "coleta de dados", "representação de dados", "análise de dados" e "algoritmos e procedimentos" propostas por Barr e Stephenson.

3.2 Procedimento para Análise de Conformidade

A análise de conformidade foi realizada a partir do procedimento proposto por Alencar *et al.* [38], tendo como base as competências apresentadas no Quadro 3.1. O procedimento proposto pelos autores analisa as competências do PC que estão presentes nas questões do PISA (até o ano de 2012), disponibilizadas pela organização responsável pela realização do exame (OCDE). Mais detalhes dos resultados obtidos nessa aplicação serão apresentados em um comparativo com a análise de conformidade realizada nas questões de matemática objetos desse estudo.

A análise consistiu de uma votação majoritária envolvendo juízes mestrando pesquisadores em PC. Inicialmente, foram definidos três juízes. Esses juízes analisaram cada com-

petência individualmente seguindo as definições do PC na matemática. Após a análise das competências, foram realizados três encontros para que os juízes discutissem sobre como cada competência na prática podia ser observada e identificada em uma atividade de matemática.

Após a realização dos encontros, questões foram disponibilizadas aos juízes para que os mesmos realizassem a análise de conformidade. Cada análise era realizada individualmente pelos juízes sem interação entre eles. Essa medida foi tomada para que um juiz não influenciasse na análise do outro. Para realização da análise, cada juiz dispunha de um espelho para auxiliar no seu parecer, nele estava a tabela com a definição das competências. Ao final, cada juiz deveria enviar um relatório contendo as identificações das competências para cada questão submetida à análise.

No parecer final de conformidade das questões uma determinada competência estava presente, se pelo menos dois juízes a tivessem identificado. O Quadro 3.2 ilustra o procedimento para realização do parecer final de conformidade das questões analisadas com o PC.

Quadro 3.2: Procedimento adotado para realização da análise de conformidade das questões.

QUESTÃO 1	COLETA DE DADOS	ANALISE DE DADOS	...
Juíz 1	x	x	...
Juíz 2	-	-	...
Juíz 3	x	-	...
PARECER	x	-	...

Na seção a seguir iremos descrever a amostra submetida ao procedimento de análise aqui descrito, desde a coleta das questões até a seleção da amostra submetida a análise de conformidade.

3.3 Coleta das Questões Submetidas à Análise

Para realização do processo de análise era necessário coletar questões relativamente significativas do ponto de vista metodológico. Para isso, consideramos a coleta de questões nas mesmas escolas submetidas à avaliação do PISA em 2012 no município de Campina Grande - PB - Brasil. Para que fosse possível identificar que escolas foram submetidas ao exame,

recorremos a secretaria estadual de educação da Paraíba e solicitamos a relação das escolas submetidas. No total 5 escolas foram submetidas à avaliação, sendo três escolas públicas (duas escolas estaduais e uma municipal) e duas escolas particulares.

Em posse dessa relação de escolas, cada uma foi visitada individualmente e feita a solicitação das questões de matemática do 8º e 9º anos. Cada escola disponibilizou uma amostra de 40 questões, totalizando 200 questões. Em posse dessas questões selecionamos aleatoriamente 20 questões de cada escola para que fosse viável a realização da análise de conformidade por parte dos juízes, totalizando 100 questões.

As questões submetidas a análise são usadas pelos professores das instituições no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de matemática. As Figuras 3.1; 3.2; 3.3; 3.4 e 3.5 são exemplos de questões submetidas à análise de conformidade que foram coletadas nas escolas.

Um professor tem duas fontes de renda: uma aposentadoria, no valor de R\$ 1850,00 mensais e aulas particulares, com ganho de R\$ 22,00 a hora. Assim, o ganho mensal desse professor é dado em função da quantidade de aulas particulares que dá no período.

a) Qual a lei de formação dessa função?

b) Quanto ganha esse professor num mês em que deu 132 aulas particulares?

c) Num determinado mês esse professor recebeu R\$ 2950,00. Quantas aulas particulares o professor deu nesse mês?

Figura 3.1: Exemplo 1 de questão submetida a análise.

Dois gaviões, cada um no topo de uma árvore, avistam um lagarto entre as duas árvores e lançam-se ao mesmo tempo em direção ao réptil.

Calcule o que se pede em cada item, considerando que ambos percorreram a mesma distância até chegar ao lagarto.

- A altura da árvore maior.
- A distância que havia entre o lagarto e a árvore menor.

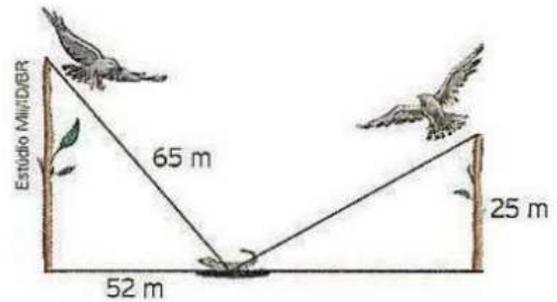


Figura 3.2: Exemplo 2 de questão submetida à análise.

Num mercado, uma maçã custa x reais e uma pêra custa y reais. Mariana comprou 2 maçãs e 5 peras, e Gabriela, 3 maçãs e 2 peras. Qual o polinômio que representa a quantia que as duas devem pagar, na sua forma reduzida?

- $2x + 5y$
- $3x + 2y$
- $5x + 7y$
- $9x + 11y$

Figura 3.3: Exemplo 3 de questão submetida à análise.

Carlos trabalha como DJ e cobra uma taxa fixa de R\$ 100,00, mais R\$ 20,00 por hora, para animar uma festa. Determine a função que estabelece o valor cobrado por Carlos em uma festa.

Figura 3.4: Exemplo 4 de questão submetida à análise.

Em um plano cartesiano, represente os seguintes pontos: $A(-3,-2)$, $B(0,3)$ e $C(3,-2)$. Identifique qual figura geométrica formada e calcule sua área.

Figura 3.5: Exemplo 5 de questão submetida à análise.

Observando os exemplos apresentados podemos identificar que as questões apresentam características distintas. Enquanto algumas apresentam situações problemas para contextualizar o objetivo da resolução da atividade (3.1, 3.3), em outras, é solicitada apenas que os alunos realizem basicamente procedimentos algébricos (3.2, 3.4, 3.5). Essa última característica pode ser considerada a mais presente, levando em consideração a amostra selecionada.

3.4 Resultados e Discussões

Após a aplicação da análise das questões pelos Juízes, a primeira observação é uma visão geral no que diz respeito à quantidade de questões para o acumulado de competências identificadas. A quantidade acumulada de competências nas questões das escolas pode ser observada na Figura 3.6. O total de identificações nas questões das escolas foram 131 competências em 100 questões analisadas e nas questões do PISA foram 402 em 161 questões analisadas.

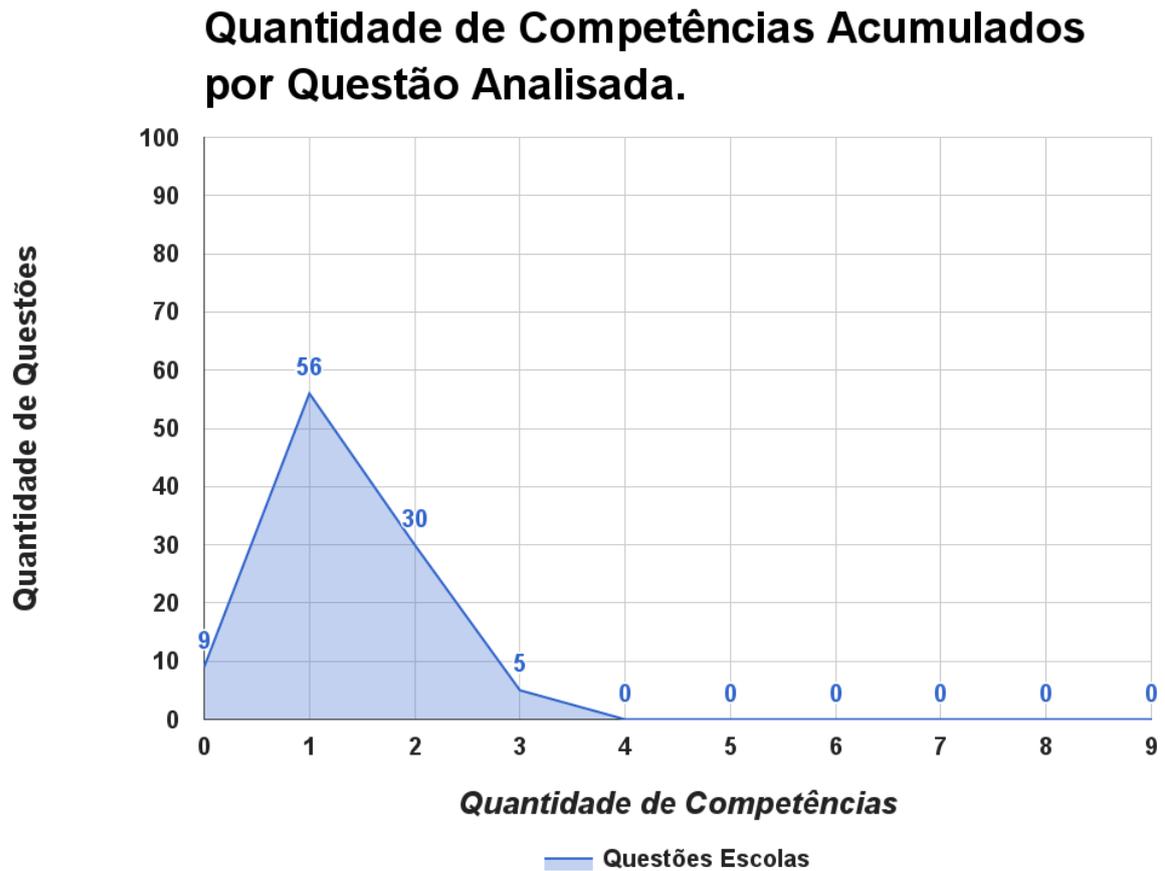


Figura 3.6: Quantidade de questões das escolas por acumulado de competências.

Se observarmos o acumulado de competências apresentado, podemos identificar que nenhuma questão apresentou um acumulado superior a três competências. Logo, das nove competências propostas pelo PC para que a capacidade de resolução de problemas fosse estimulada dentro da disciplina de matemática, no máximo três competências foram identificadas em uma determinada questão.

No que diz respeito às questões do PISA, podemos observar que, no máximo quatro competências foram identificadas em uma determinada questão, como podemos observar a Figura 3.7. Diferente das questões das escolas, o máximo de competências acumuladas nas questões do PISA foi cinco.

Quantidade de Competências Acumulados por Questão Analisada.



Figura 3.7: Quantidade de questões do PISA por acumulado de competências (Alencar *et al.*).

Os resultados da análise de conformidade, indicam que as questões trabalhadas nas escolas apresenta um perfil de conformidade distinto do apresentado pela análise realizada por Alencar *et al.* [38] para as questões do PISA. Para identificar melhor essas características, podemos observar o gráfico que indica o perfil de conformidade das questões das escolas aqui analisadas, onde levamos em consideração as competências identificadas em cada questão e a quantidade de identificações. Na Figura 3.8, podemos observar o perfil de conformidade das questões das escolas quando comparadas ao perfil de conformidade do PISA.

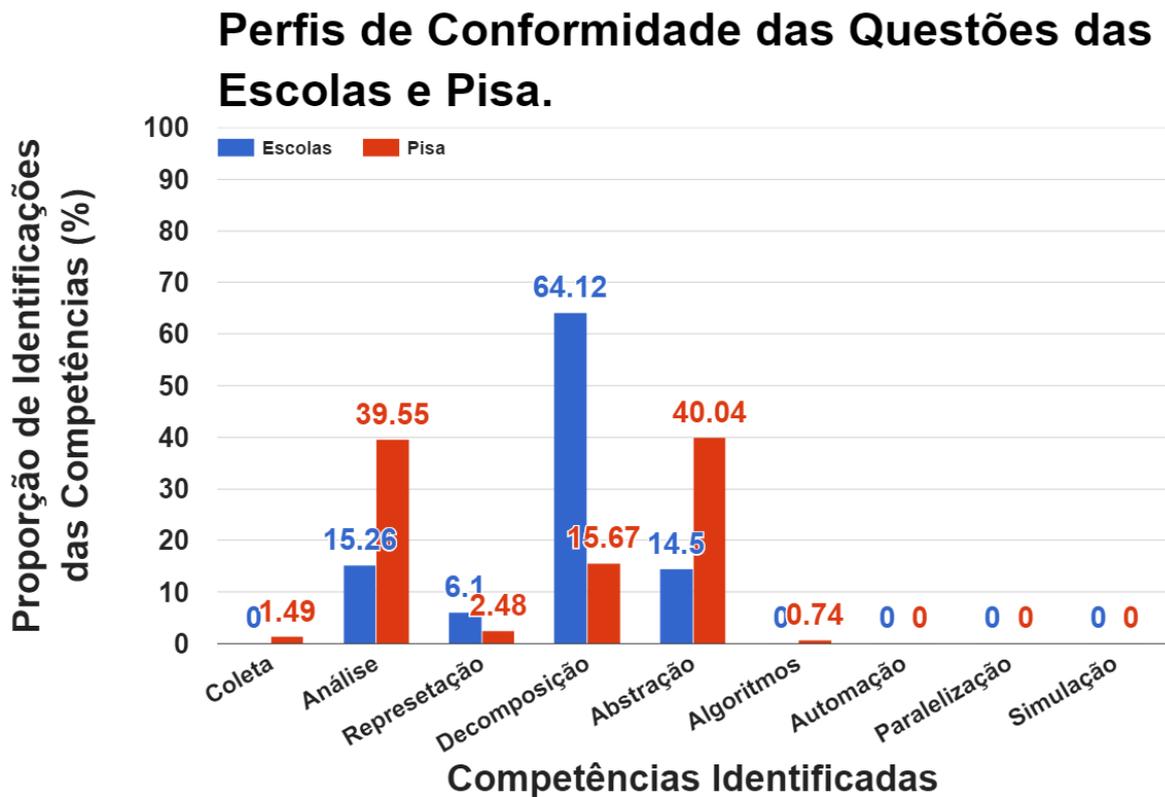


Figura 3.8: Perfis de conformidade das questões das escolas e do PISA

Quando observamos o perfil de conformidade das questões das escolas, vemos que foi possível identificar quatro competências das nove propostas na literatura. Isso indica que em uma questão das escolas, onde o valor máximo acumulado de competências identificadas foi três, essas três competências variam entre análise de dados, representação de dados, decomposição e abstração.

No caso das questões do PISA, foi possível identificar seis das nove competências propostas, dentre elas: coleta de dados; análise de dados; representação de dados; decomposição; abstração e algoritmos. As questões do PISA também apresentaram duas competências que não foram identificadas nas questões das escolas: coleta de dados e algoritmos.

Uma característica interessante de se observar são as competências em foco para cada bloco de questões submetido à análise de conformidade. Enquanto as questões das escolas estão focadas na competência decomposição (64.12%), as questões do PISA estão focadas na análise (39.55%) e abstração (40.04%) das informações para solucionar o problema proposto. Especificamente, as questões das escolas requerem de seus alunos a aplicação de

conhecimento em expressões algébricas e realização de cálculos. Enquanto as questões do PISA requerem um caráter mais interpretativo do problema para chegar a uma solução, de acordo com os resultados apresentados.

Esta análise também nos possibilitou diferenciar características essenciais que determinam o que é um problema e o que é uma atividade de fixação. Observando as características apresentadas pelos dois modelos de questões, podemos observar essas distinções pelo caráter de memorização das atividades coletadas e aplicadas em sala de aula quando comparadas as questões do PISA, que possui um caráter mais interpretativo e que envolve melhor os alunos com suas características baseadas nas estratégias de Resolução de Problemas [38].

3.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os resultados da análise de conformidade das questões das escolas e do PISA. Na análise de conformidade procuramos identificar as relações que as questões apresentavam com as competências do PC. Partindo dos resultados obtidos na realização da análise de conformidade, foi possível identificar diferenças nos perfis de questões e como cada grupo de questões apresentava determinadas competências. Isso possibilitou a formulação de um modelo para elaboração de questões que trabalhassem um maior número de competências e tivesse como objetivo melhorar a capacidade de resolução de problemas dos alunos. Esse modelo foi pensado partindo do pressuposto que, se uma determinada questão apresentar um número maior de competências, ela pode contribuir mais para a formação dos alunos, visto que, dado que o teste de referência do PISA, por ser um teste de referência focado na resolução de problemas, assim como o ENEM e Provinha Brasil, apresentou mais competências. Desta maneira, defendemos que as questões trabalhadas em sala de aula devem seguir um perfil de conformidade maior em relação às competências propostas pelo PC. O modelo para elaboração das questões está descrito no Capítulo 4.

Capítulo 4

Adequação de Conformidade de Questões de Matemática com o PC

Nas análises de conformidade das questões das escolas e do PISA apresentadas no Capítulo 4, pudemos observar diferentes perfis de questões e como as competências do PC estão presentes em cada uma das amostras de questões submetidas à análise. A maneira como a apresentação das competências é identificada, nos possibilita entender melhor como cada competência se aplica na prática e, conseqüentemente, como podemos introduzir essas competências em questões tradicionalmente aplicadas em sala de aula ou elaborar novas questões que apresentem essas competências.

Essa diferença de perfis também indica que é possível reorganizar as questões trabalhadas em sala de aula para que elas possam estimular melhor os alunos no processo de resolução de problemas através do PC, sem a necessidade de uma disciplina específica da ciência da computação. Entendemos que é possível propor uma maneira diferente de apresentar os problemas aos alunos sem descaracterizar a essência da disciplina de matemática e ao mesmo tempo, estimular a capacidade de resolução de problemas, com o auxílio das competências do PC.

Pensando nisso, propomos uma maneira para elaboração de questões com o objetivo de que essas questões produzidas, seguindo a proposta apresentada, envolvesse um número maior de competências possíveis do PC e estimulasse os alunos no que diz respeito à capacidade de resolução de problemas. Esta seção contempla as etapas 4 - definição da proposta de adequação de questões em maior conformidade com o PC e 5 -elaboração e

análise de conformidade das novas questões.

4.1 Procedimento para Adequação de Conformidade

A metodologia para produção de questões foi pensada para que uma questão produzida seguindo essa proposta apresentasse o maior número possível de competências do PC. Seguindo este objetivo, foi definido uma sequência de passos a serem seguidos para que fosse possível a elaboração de questões em maior conformidade com o PC. A proposta para elaboração das novas questões pode ser observado a seguir:

- **Passo 1: Definição do Conteúdo.** Escolher o conteúdo que se pretende trabalhar, de acordo com os objetivos traçados no plano de curso da disciplina seguindo os parâmetros curriculares definidos para a disciplina de matemática no Brasil [44]. Outro fator essencial é a definição do tema/enredo da questão, ou seja, qual problemática da atualidade é possível de se trabalhar nesse conteúdo; que fato essencial do seu dia a dia é possível interligar a esse conteúdo. Essa definição servirá para alinhar conteúdo à problemática e seguir com a produção da questão.
- **Passo 2: Definição da Coleta de Dados.** Depois de definidos o conteúdo da questão e que tema/enredo a mesma irá envolver, é necessário que o elaborador defina de que forma o aluno submetido a questão irá coletar os dados necessários para solucioná-la. É interessante que o aluno seja capaz de gerar ou coletar dados existentes para um determinado propósito sob a orientação do professor, isso para que os objetivos de coleta daquelas informações estejam claros. Logo, a forma de coleta deve ser definida, por exemplo: arremessando moedas; rolando dados; observando o fluxo de carros; levantando de despesas domésticas; levantamento da população da cidade; dentre outras possibilidades.
- **Passo 3: Definição da Análise dos Dados.** Logo após a definição da forma de coleta, é necessário definir o que o aluno irá analisar nos dados coletados. Existem muitas formas de realizar esse tipo de atividade, algumas delas são: contando ocorrências de arremessos; analisando a frequência que um determinado número aparece na rolagem de dados; em que horário o fluxo de carros aumenta e diminui; que produtos são

comprados com mais frequência por seus pais no supermercado; quais as cidades mais populosas da região; dentre outras.

- **Passo 4: Definição da Representação dos Dados.** Ao chegar nesse passo, o elaborador já terá definido o tema da questão, a forma de coleta e como esses dados serão analisados pelo usuário da questão. Esse passo consiste em definir uma maneira de representar os dados coletados para que a análise seja feita da melhor forma possível e as conclusões sejam claras. Logo, várias formas de representação de dados podem ser utilizadas para esse fim, algumas a seguir: representar as ocorrências de arremessos de moedas por histogramas; representar a probabilidade que determinados números aparecem na rolagem de dados através de um gráfico em pizza; dividir os gastos em conjuntos mensais para representar os custos de compras de alimentos e outros; representar a frequência de determinados produtos em uma lista; dentre outras opções.
- **Passo 5: Definição do Problema de Decomposição.** Nesse passo é necessário que o elaborador defina um problema de decomposição, é aqui onde o aluno irá por em prática conceitos matemáticos aprendidos anteriormente e que deverão ser levados em consideração na resolução da questão, como por exemplo: aplicar ordem de operações em uma determinada expressão aritmética ou fazer o cálculo de áreas. Aqui também é interessante estimular nos usuários o uso de variáveis algébricas para despertar a capacidade de abstrair informações relevantes, além da apresentação de um texto problema que estimule sua interpretação.
- **Passo 6: Definição das Ferramentas de Automação.** Essa fase da elaboração requer conhecimentos específicos. Aqui o elaborador terá que propor ferramentas para automatizar a solução da questão, sendo várias as ferramentas que podem ser utilizadas, dentre elas: programas de automação visual para representar funções em planos cartesianos; planilhas eletrônicas para representar dados em conjuntos e gerar gráficos; além da conhecida calculadora.
- **Passo 7: Organização dos Resultados.** Especificar na questão que o aluno deve organizar e descrever o passo a passo usado para chegar a(s) solução(ões) da questão. É necessário considerar que o aluno apresente por escrito uma sequência de passos

lógicos para chegar a solução do problema ou a descrição detalhada da solução, não apenas a resposta final.

- **Passo 8: Requisitar Simulação.** O elaborador deve requerer na questão que o aluno faça simulações com alternância de valores para solucionar o problema, por exemplo: requisitar que o aluno interprete outras características dos dados coletados para fortalecer suas conclusões, ou simule situações distintas dos dados iniciais para observar o comportamento final de sua solução.
- **Passo 9: Junção e Contextualização.** Contextualizar e juntar as partes. Aqui o elaborador, depois de ter pensado em tudo o que foi definido anteriormente, terá que ajustar o problema proposto a todos os passos que foram seguidos nos passos precedentes para que ele apresente coerência no enunciado e as partes estejam interligadas evitando subjetividade na interpretação do problema. Isso resultará em um problema que será dividido em várias etapas, onde o usuário deverá se debruçar sobre ele e tentar alcançar uma possível solução.

A proposta foi pensada para que as questões produzidas a partir desse procedimento, apresentassem o maior número possível de competências, no entanto, pode-se elaborar questões que contemplem um número menor de competências, ou seja, o elaborador pode optar por trabalhar apenas coleta de dados, decomposição e simulação, além de outras combinações de competências. Cabe ao responsável analisar o conteúdo que se pretende trabalhar e identificar quais competências podem ser trabalhadas da melhor forma.

4.2 Resultados e Discussões

Definidos os passos para elaboração de questões, a Figura 4.1 apresenta uma questão formulada a partir dos passos definidos no procedimento de adequação de conformidade. A nova questão elaborada foi pensada de forma a satisfazer os nove passos para elaboração de questões de matemática do 8º e 9º os quais, por consequência, tiveram como objetivo apresentar a maior quantidade possível de competências propostas pelo PC, e ser considerada uma questão que estimula capacidades cognitivas essenciais para a formação do aluno.

Pneus problemáticos

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

A empresa Pneumania fabrica dois tipos de pneus por dia: Pneu Classe A e Pneu Classe B. Ao final os pneus são testados e os que apresentam defeitos são descartados. O quadro abaixo indica a quantidade de pneus de cada tipo produzido diariamente, assim como a porcentagem média de pneus defeituosos.

Tipo de Pneu	Produção diária	Porcentagem defeituosa
Pneu Classe A	2000	5%
Pneu Classe B	6000	3%

Qual seria a produção diária do “Pneu Classe A” caso a porcentagem de produção aumentasse em 15%? E a produção diária do “Pneu Classe B” se a porcentagem de produção fosse a metade desse valor? Quantos pneus defeituosos cada tipo de pneu teria com o aumento na produção?

Para melhor representar as mudanças na produção, use um gráfico de barras para representar as porcentagens correspondentes a cada tipo de pneu.

Figura 4.1: Exemplo de questão produzida seguindo a proposta de elaboração.

Observando o procedimento de elaboração de forma mais detalhada nessa questão, temos:

- Passo 1: No que diz respeito ao conteúdo escolhido, foi definido "Porcentagem e noções de probabilidade estatística", seguido da contextualização do problema baseada em um ambiente de produção de um determinado produto, nesse caso, uma fábrica de pneus.
- Passo 2: No que diz respeito ao procedimento de coleta de dados, foi definido um esquema em tabela com informações que o aluno deve utilizar para solucionar o problema.

- Passo 3: A análise dos dados é baseada na organização das informações coletadas na tabela e o aumento da produção da fábrica, identificando a porcentagem de pneus defeituosos com o aumento da produção.
- Passo 4: O formato de representação das informações geradas é requisitado através de um gráfico de barras onde os alunos precisam representar as novas informações geradas.
- Passo 5: O problema de decomposição da questão está baseado nos cálculos necessários para chegar à solução do problema, utilizando conhecimentos adquiridos em sala de aula. Para essa questão, em específico: regra de três; porcentagem; operações básicas (multiplicação, divisão, subtração e adição), dentre outros.
- Passo 6: Para a ferramenta de automação, foi definido no enunciado da questão que o aluno poderia utilizar a calculadora para automatizar os processos que envolvem cálculos numéricos apresentados nos problemas.
- Passo 7: Para a organização das respostas de forma lógica, também é definido no enunciado do problema que o aluno deve organizar todo o procedimento de resolução de forma lógica, registrando-o por exemplo, por meio de um passo a passo.
- Passo 8: As simulações foram definidas para serem realizadas pedindo para que o aluno recalculasse determinados resultados para que ele pudesse observar como é o comportamento da produção da fábrica, dado a modificação nas porcentagens de aumento na produção de pneus.
- Passo 9: O resultado final do problema, como um todo, caracteriza a junção e contextualização de tudo que foi definido para compô-la.

Para caracterizar melhor o processo de elaboração das questões, produzimos 10 novas questões seguindo o procedimento. Após a elaboração, realizamos sua análise seguindo o modelo de análise de conformidade apresentado no Capítulo 3 para as questões das escolas e do PISA. O propósito dessa análise era comparar o perfil das novas questões elaboradas com as questões anteriormente analisadas, identificando no que elas diferem quanto a presença

de uma determinada competência do PC. O resultado da análise das novas questões pode ser observado na Figura 4.2. O total de identificações nas questões das escolas foram 131 competências em 100 questões analisadas, nas questões do PISA foram 402 em 161 questões analisadas e nas novas questões foram 51 em 10 questões produzidas e analisadas.

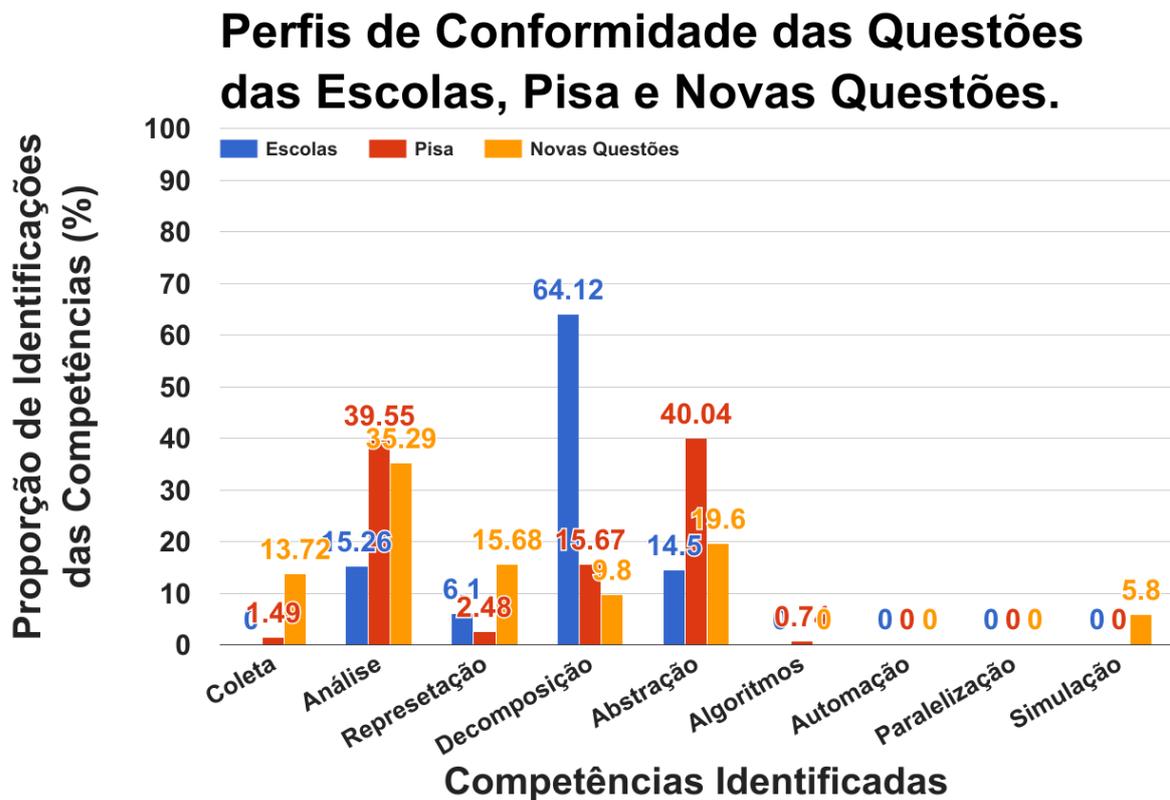


Figura 4.2: Perfis de conformidade das questões das escolas, PISA e reelaboradas.

Observando os perfis de conformidade das questões das escolas e do PISA, podemos identificar nas questões produzidas seguindo o procedimento de elaboração, outro perfil de conformidade com as competências do PC, enquanto as questões das escolas estão focadas na decomposição e as questões do PISA na análise e abstração.

Mais próximo do perfil das questões do PISA, as novas questões também estão focadas na análise e abstração, com identificações relevantes das competências coleta de dados, representação de dados e simulação, além de pouco foco na decomposição, diferente das questões das escolas. Outra característica interessante do perfil das novas questões foi a identificação da competência simulação, visto que as questões das escolas e do PISA não apresentaram essa competência.

Realizando um comparativo em relação a estratégia Resolução de Problemas, podemos observar grande semelhança na proposta do PC para estimular a resolução de problemas. Ambas as abordagens prezam pelo caráter interpretativo e envolve a análise das informações para então propor as soluções. Nas duas abordagens é necessário que o problema esteja bem contextualizado e que os passos para resolução estejam claros, visando diversas estratégias de resolução.

4.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o procedimento para adequação de conformidade de questões de matemática com o PC, tendo como objetivo que as questões produzidas seguindo a essa proposta, trabalhasse de forma mais eficaz as competências propostas pelo PC. Os resultados alcançados pela produção e avaliação das novas questões nos mostrou diferentes perfis de conformidade entre as questões avaliadas. Amparado pelos diferentes perfis que a análise de conformidade nos possibilitou observar nas questões das escolas e nas novas questões, propomos um quasi-experimento tendo os grupos de questões das escolas e das novas questões produzidas como objeto de estudo. O intuito do quasi-experimento é tentar identificar que perfis de questões podem contribuir melhor para estimular nos alunos a capacidade de resolução de problemas. A proposta e execução do quasi-experimento é descrita no Capítulo 5.

Capítulo 5

Definição e Execução do Quasi-Experimento

A partir da análise dos resultados, apresentada no Capítulo 4, identificamos que as novas questões produzidas possuem um perfil de conformidade com as competências do PC diferente das questões das escolas e do PISA. Nesse caso, as questões elaboradas seguem um modelo de adequação com foco na análise e abstração, além de contemplar competências do PC que não foram identificadas nas questões das escolas e do PISA.

Neste capítulo, iremos apresentar a definição e execução do quasi-experimento aplicado na disciplina de matemática em duas turmas do 8º ano. O objetivo dessa fase do estudo foi propor uma maneira de analisar o impacto das questões e seus diferentes perfis de conformidade no processo de resolução de problemas pelos alunos participantes. O quasi-experimento foi pensado para que se pudesse identificar como os alunos se comportavam diante de questões com diferentes perfis e se um determinado perfil de questão poderia influenciá-los melhor no que diz respeito à capacidade de resolução de problemas.

Com os resultados obtidos após a realização do quasi-experimento, foi possível identificar que tipos de questões e seus determinados perfis de conformidade podem auxiliar melhor a capacidade de resolução de problemas na disciplina de matemática em conjunto com o PC, além de mostrar que é possível ensinar conceitos da ciência da computação através do PC sem a necessidade de disciplinas específicas da ciência da computação. Essa seção contempla as etapas 6 - definição do quasi-experimento, 7 - aplicação do quasi-experimento e 8 - análise dos resultados da aplicação do quasi-experimento realizado neste estudo.

5.1 Metodologia

A realização do procedimento consiste em cinco momentos: a definição do conteúdo que será abordado nas questões; a separação dos grupos de questões na qual os alunos serão submetidos; a divisão dos grupos de alunos que serão submetidos ao quasi-experimento; a realização das intervenções nos grupos e a medição do desempenho final dos alunos no que diz respeito à sua capacidade de resolução de problemas. Nas seções subsequentes cada etapa será descrita com maiores detalhes.

A visão geral do quasi-experimento pode ser observada na Figura 5.1.

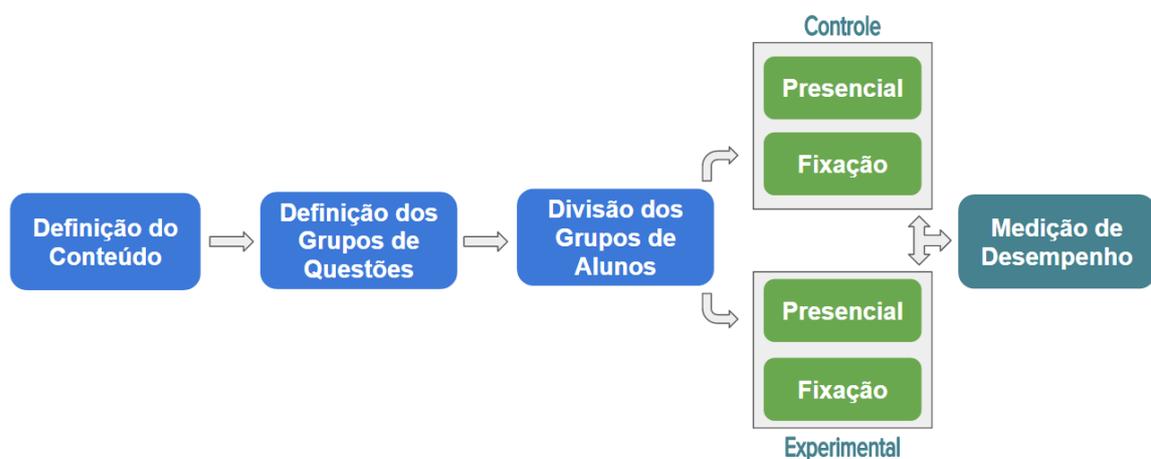


Figura 5.1: Design do quasi-experimento.

5.1.1 Definição do Conteúdo

Para realização do estudo, o primeiro passo a ser tomado foi a definição do conteúdo a ser abordado durante a seleção dos grupos de questões utilizadas. Inicialmente, um conteúdo da disciplina de matemática foi escolhido para ser tratado nas questões. Esse passo foi pensado para evitar a possibilidade dos resultados serem influenciados por alunos que dominam mais ou menos um determinado conteúdo.

O conteúdo escolhido para aplicação no estudo realizado foi: noções de probabilidade e estatística. Essa escolha foi baseada no domínio das duas turmas participantes do estudo, visto que, havia sido o último conteúdo trabalhado pelo professor antes da aplicação do

quasi-experimento.

A escolha foi feita tendo como referência os conjuntos de conteúdos definidos nos parâmetros curriculares da matemática na educação brasileira [44]. Os conteúdos são organizados em subgrupos e podem ser observados a seguir:

- **Número e operações:** números naturais, inteiros positivos e negativos, racionais e irracionais, além das operações de subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação;
- **Espaço e forma:** geometria;
- **Grandezas e medidas:** tempo, comprimento, capacidade, volume, área e massa;
- **e Tratamento da informação:** noções de probabilidade, estatística, combinatória e a interpretação, observação e organização de gráficos e tabelas.

5.1.2 Organização dos Blocos de Questões

A organização dos blocos de questões segue basicamente dois momentos: a separação das questões coletadas e analisadas previamente nas escolas e as novas questões elaboradas seguindo a proposta apresentada no Capítulo 4.

O primeiro bloco de questões, ou seja, o bloco de questões do grupo de controle, foi originado das 100 questões coletadas nas escolas analisadas no Capítulo 3. Dentre toda a amostra coletada, apenas as que estavam relacionadas com o conteúdo previamente definido fizeram parte do estudo, ou seja, apenas as questões que tratavam do conteúdo noções de probabilidade e estatística, totalizando 10 questões.

Após essa separação, todo o bloco de questões do grupo de controle foi enviado ao professor responsável pelas turmas, para que ele escolhesse as questões para a intervenção presencial e para a intervenção de fixação, essa escolha foi feita pois ele quem iria orientar os alunos em sala de aula e como as questões continham um apanhado de todo o município, decidimos que ele escolhesse para que pudesse ficar mais a vontade na explicação para os alunos. O resultado dessa seleção foram 5 questões abertas para a intervenção presencial e 5 questões abertas para a intervenção de fixação.

No segundo momento, foi produzido o bloco de questões do grupo experimental, de maneira semelhante ao bloco de questões do grupo de controle. Foram entregues 10 questões para que o professor responsável pelas turmas fizesse a seleção de 5 questões abertas para a intervenção presencial e 5 questões abertas para a intervenção de fixação.

As questões do grupo de controle e experimental diferem pela forma como a amostra foi gerada. No caso dessa última, a amostra inclui as novas questões elaboradas seguindo a proposta de adequação de conformidade apresentada no Capítulo 4. As questões selecionadas podem ser observadas nos Apêndices.

5.1.3 Seleção e Caracterização dos Grupos de Alunos

Para os grupos amostrais a serem submetidos ao estudo, foram selecionadas duas turmas do 8º ano. Essas duas turmas fazem parte de uma das escolas públicas participantes do PISA em 2012. Como já existiam duas turmas distintas, aleatoriamente uma foi escolhida para compor o grupo de controle e a outra o grupo experimental. O objetivo da escolha das turmas dessa escola se deu pelo fato de que ela compôs uma amostra significativa, seguindo o modelo de estratificação do PISA na região estudada.

Antes da submissão dos grupos às questões, os alunos foram submetidos a um formulário de caracterização criado para este estudo. Esse formulário teve como objetivo identificar sua relação prévia com as competências do pensamento computacional, além de identificar quais estratégias eles usam ou usariam durante um procedimento para resolver um determinado problema.

As questões foram organizadas para entender melhor como seria o desempenho dos alunos diante do quasi-experimento, baseando-nos no conhecimento prévio sobre o PC e no tempo dedicado ao estudo da disciplina. Todas essas questões foram organizadas em uma escala Likert de 3 pontos [34].

5.1.4 Intervenção e Coleta de Dados

Primeira Intervenção - Intervenção Presencial

Após os blocos de questões terem sido organizados, cada grupo de alunos foi preparado para ser submetido a um desses blocos. Os alunos do grupo de controle foram submetidos ao

grupo de questões de controle e a mesma organização para o grupo experimental, submetidos ao grupo de questões experimentais, com as questões presenciais (5 questões para cada grupo).

A primeira intervenção foi realizada durante 60 minutos e cada grupo foi acompanhado pelo professor e dois estagiários, que poderiam ser consultados acerca de dúvidas sobre as questões. A intervenção presencial foi realizada no dia 30/09/2015 no horário das 7:00 às 8:00 da manhã para o grupo de controle e das 8:00 às 9:00 para o grupo experimental.

Segunda Intervenção - Intervenção de Fixação

Após a intervenção presencial, cada grupo de aluno foi preparado para ser submetido à intervenção de fixação. Os alunos do grupo de controle submetidos ao grupo de questões de controle e a mesma organização para o grupo experimental, submetido ao grupo de questões experimentais (5 questões para cada grupo).

A intervenção foi realizada durante uma semana. Neste intervalo, os alunos não tinham o auxílio do professor e dos estagiários, apenas poderiam discutir as questões entre si, sem especificação de quantas horas teriam que se dedicar às atividades. A intervenção de fixação foi realizada entre os dias 30/09/2015 e 07/10/2015.

Terceira Intervenção - Medição do Desempenho Final

No terceiro e último momento de intervenção, uma semana após a intervenção de fixação, os alunos foram submetidos à medição do desempenho final. Neste momento, cada aluno dos dois grupos recebeu uma avaliação contendo 5 questões relacionados ao conteúdo escolhido. Essa seleção foi realizada de forma aleatória, a partir da amostra disponibilizada pelo PISA.

A separação das questões para avaliação do desempenho final foi realizada pelo professor da disciplina. Essa separação resultou em um montante de 10 questões, das quais foram aleatoriamente selecionadas as 5 questões. Vale salientar que, neste momento, foram usadas as mesmas questões para os dois grupos, controle e experimental.

Os alunos tiveram 60 minutos para realização da avaliação e não podiam realizar consultas de nenhum tipo, sendo realizada individualmente. A intervenção para medição de desempenho foi realizada no dia 10/07/2015 no horário das 7:00 às 8:00 da manhã para o grupo de controle e das 8:00 às 9:00 para o grupo experimental.

5.1.5 Avaliação Qualitativa do Estudo

Para finalizar o estudo, coletamos as impressões dos alunos através de um formulário e do professor através de uma entrevista. Essas impressões foram coletadas ao final das intervenções com o intuito de identificar informações para avaliação do estudo.

O formulário aplicado aos alunos coletou informações para identificar, principalmente, o impacto de cada momento de intervenção no resultado da medição de desempenho final. O questionário continha 6 perguntas e obedeceu uma escala Likert de 3 pontos.

Para coletar as informações do professor, foi realizada uma entrevista presencial. Os objetivos eram identificar o fator de impacto dos estagiários no comportamento e desempenho da turma; a participação e dificuldades apresentadas pelo professor durante as intervenções e; como as questões usadas na realização do quasi-experimento podem ter influenciado no desempenho final dos alunos. Mais detalhes sobre esses resultados serão apresentados nas seções subsequentes.

5.2 Resultados e Discussões

Nesta seção descrevemos os resultados obtidos com a realização do quasi-experimento. Os resultados serão apresentados em subseções de acordo com a sequência de aplicação do método. Os blocos de questões utilizados durante as intervenções, os formulários usados para coletar informações complementares e o roteiro de entrevista com o professor podem ser observados nos Apêndices.

5.2.1 Análise e Caracterização dos Alunos

As informações apresentadas a seguir foram extraídas do formulário pré-estudo, aplicado antes da realização das intervenções. O objetivo da aplicação deste formulário era identificar equivalência dos grupos amostrais antes da análise dos dados coletados nas intervenções, a fim de evitar influência de características que se diferenciam entre eles.

O que diz respeito à idade.

Primeiro coletamos informações referentes à faixa etária. O principal objetivo era analisar se a escola realiza algum tipo de seleção para organização das turmas baseada no critério idade. Se observarmos a Figura 5.2, podemos enxergar a disposição das idades dos alunos participantes ao estudo.

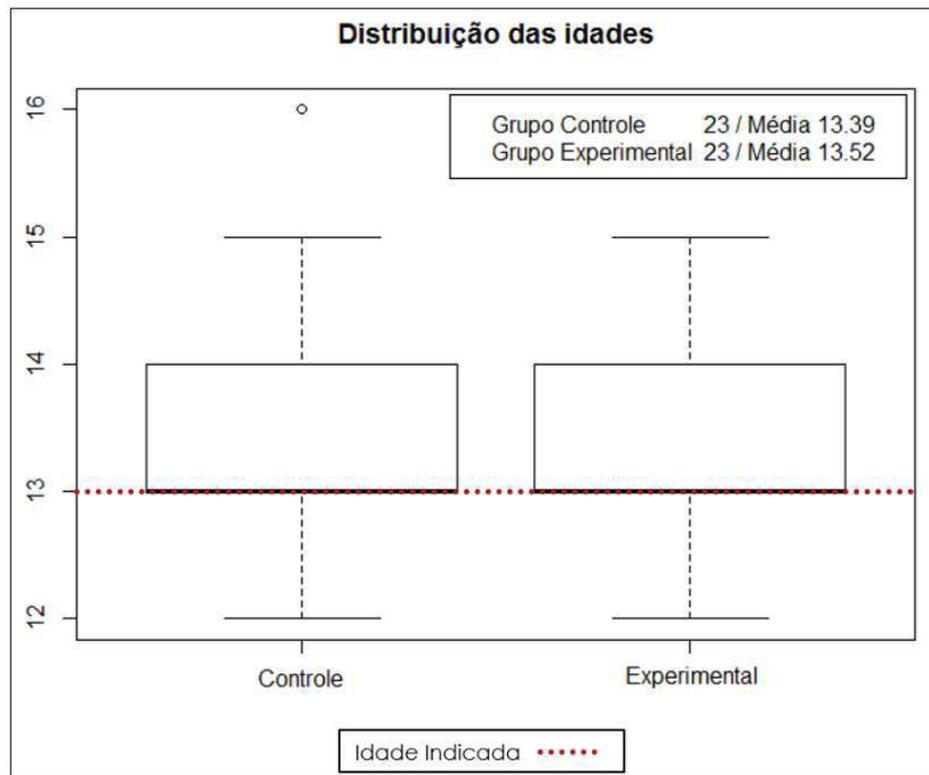


Figura 5.2: Distribuição das idades dos alunos submetidos ao quasi-experimento.

A variação se dá em maior quantidade de 13 a 14 anos nos dois grupos. Com exceção de um aluno no grupo de controle com 16 anos, podemos dizer que a distribuição etária dos grupos são equivalentes levando em consideração também a média etária nacional (13 anos) para esse nível de escolaridade [25].

O que diz respeito aos repetentes.

A segunda identificação foi feita em relação à quantidade de repetentes. O objetivo de coleta dessa informação foi para evitar influência de alunos, de certa forma, mais experientes, mesmo que não seja possível afirmar que alunos repetentes tendem a obter melhores desem-

penhos que alunos regulares.

Em teoria, é possível que alunos com baixa auto-estima, provenientes de uma reprovação, por exemplo, possam ter seu rendimento comprometido [56]. De acordo com o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica), é comum que os alunos não-repetentes apresentem melhor desempenho que os repetentes [27]. A Figura 5.3 mostra a quantidade de repetentes dos grupos amostrais.

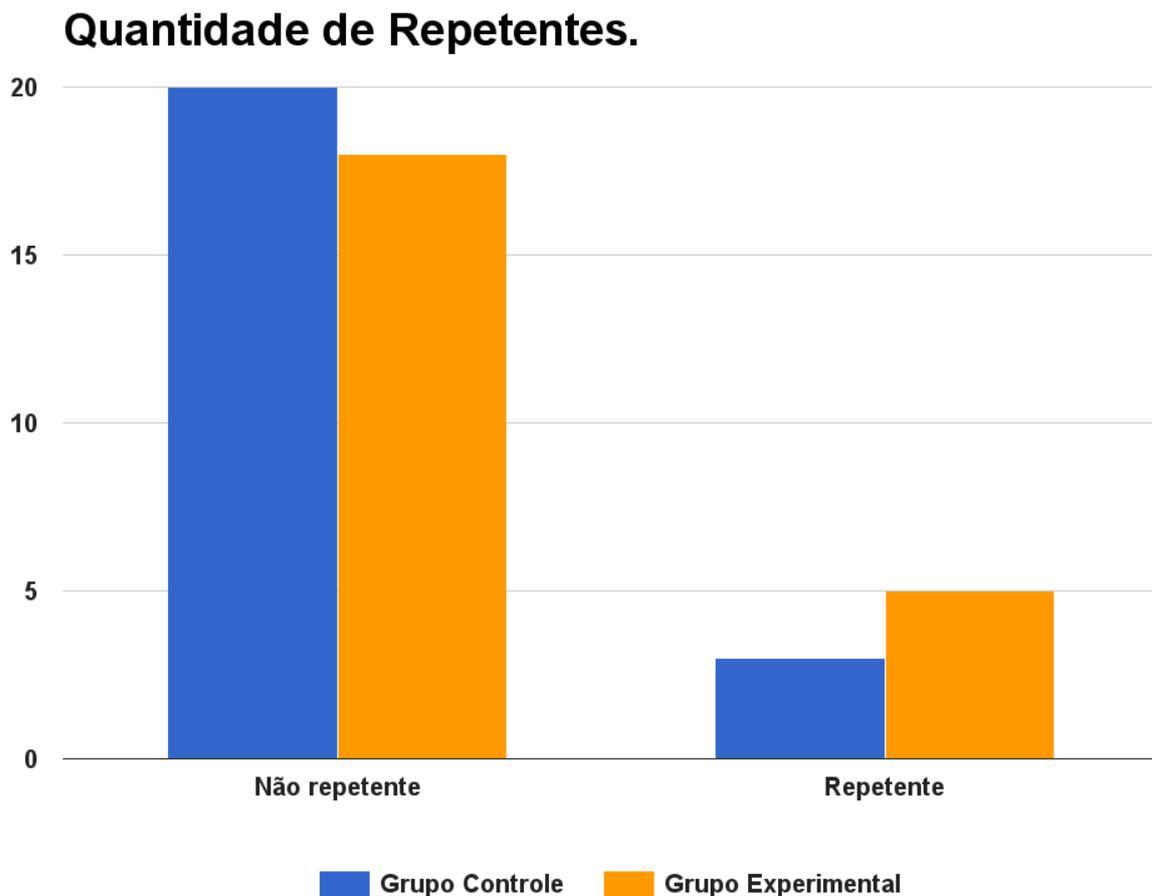


Figura 5.3: Quantidade de repetentes e não repetentes do grupo de controle.

Analisando as proporções apresentadas, podemos identificar uma pequena diferença na quantidade de repetentes nos grupos, embora a predominância seja de alunos não-repetentes. Teoricamente, o grupo de controle obteria um desempenho melhor que o grupo experimental nas questões propostas, embora essa diferença possa não ser significativa, devido as proporções apresentadas.

O que diz respeito a dedicação a disciplina.

O terceiro ponto identificado foi a dedicação diária à disciplina de matemática. Objetivou-se na coleta destas informações, analisar se um bom desempenho nas intervenções pode ter sido influenciado pela quantidade de horas dedicadas ao estudo da disciplina.

Embora o desempenho dos alunos não esteja baseado apenas no tempo dedicado fora de sala de aula, como fator motivacional, podemos dizer que esse fator está dentre os principais [48]. A Figura 5.4 mostra a quantidade de alunos por tempo de dedicação extra-sala dos grupos amostrais.

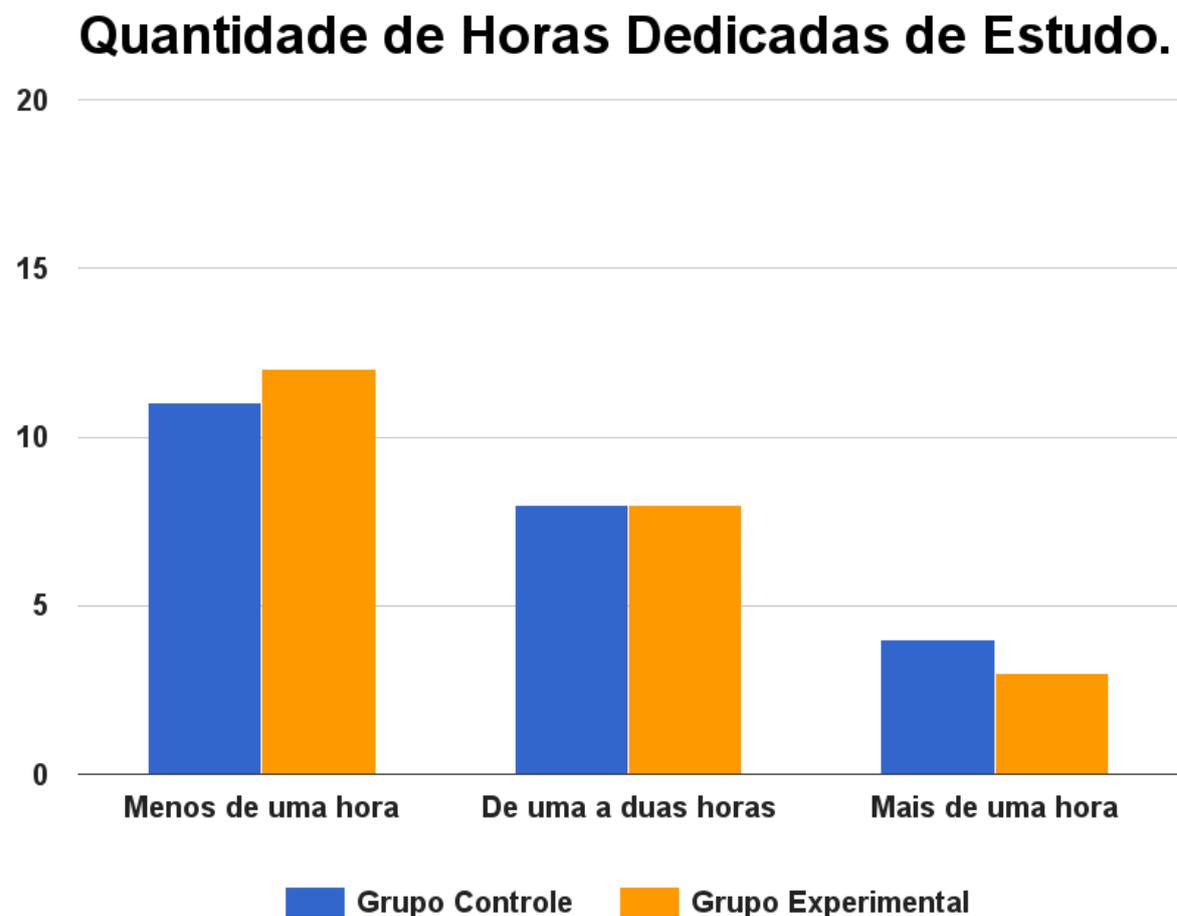


Figura 5.4: Quantidade em horas de dedicação extra-sala do grupo de controle.

Analisando os dados do tempo de dedicação à disciplina dos grupos participantes, eles apresentam uma equivalência proporcional, porém, a variação de tempo dedicado à disciplina no grupo de controle, apresenta uma leve elevação na proporção de alunos que dedicam

"mais de duas horas" de estudo, o que levaria a acreditar em um melhor desempenho do grupo de controle, quando relacionado a leve elevação do tempo dedicado do grupo experimental no intervalo de "menos de duas horas".

O que diz respeito ao gênero.

O quarto e não menos importante item foi a relação de gênero entre as turmas. Em um estudo apresentado por Marília [16], a autora dá ênfase a diferença nos desempenhos de alunos do sexo feminino e masculino. A identificação dessas informações teve como principal objetivo garantir que as turmas não tinham discrepâncias numéricas em relação ao gênero.

Observando a Figura 5.5, podemos identificar equivalência na quantidade de alunos do sexo masculino e feminino presentes em cada grupo amostral. Essa distribuição garante que, em caso de diferença de desempenhos, este critério não seja levado em consideração como fator impactante.

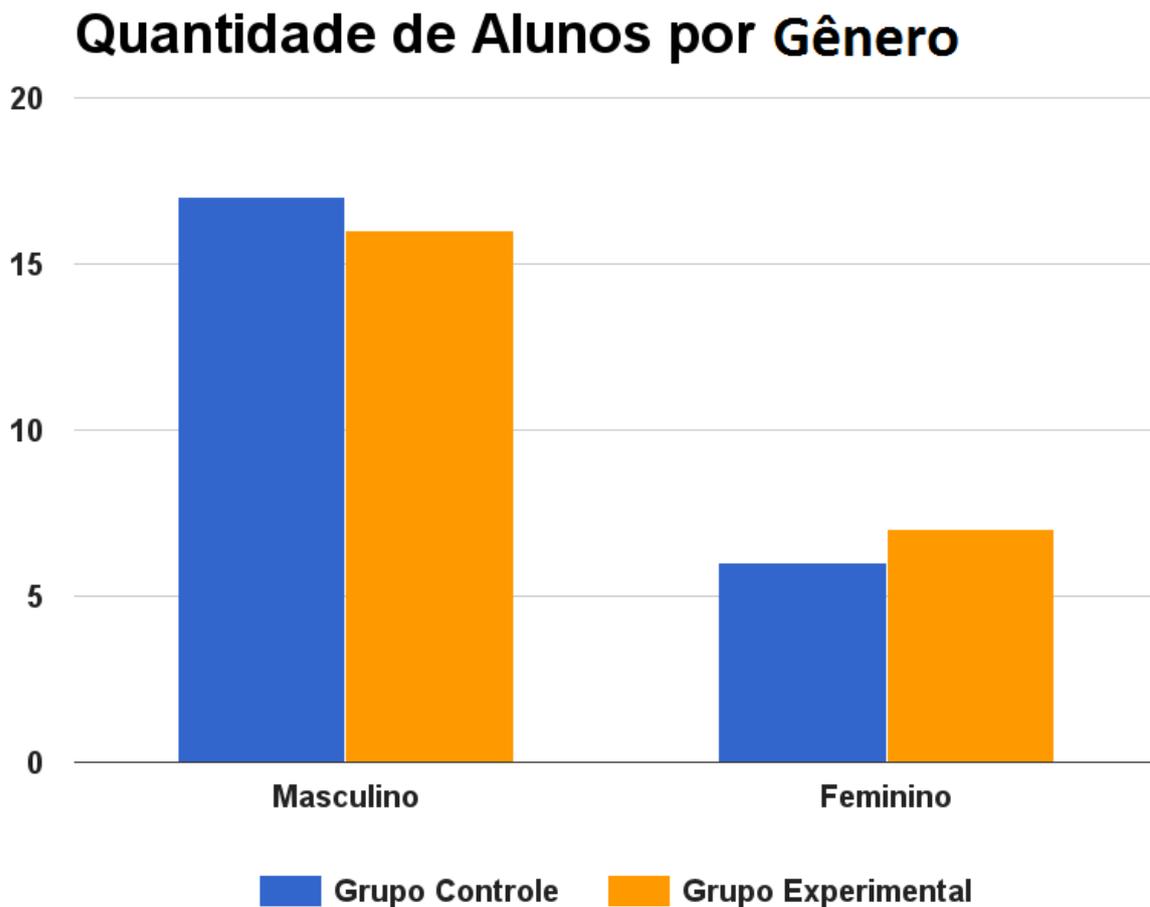


Figura 5.5: Identificação de gênero do grupo de controle.

5.2.2 Análise do Conhecimento Prévio em PC

Nesta seção, vamos discutir os resultados obtidos antes das intervenções que dizem respeito a identificação do conhecimento prévio dos alunos em PC. Na análise das questões, apresentada anteriormente, verificamos que, de certa forma, as questões usualmente trabalhadas pelos professores em sala de aula possuem relação com o PC.

O principal objetivo da coleta dessas informações foi verificar o quão os alunos estavam preparados para serem submetidos a questões com uma maior relação com o PC e analisar se os grupos possuem conhecimento prévio em pensamento computacional distintos, podendo influenciar no desempenho final dos grupos, independentemente das intervenções práticas aplicadas no quasi-experimento.

Ao longo desse estudo observamos várias terminologias como: questões, problemas,

atividades, etc. Nesta etapa da análise a definição "atividades" diz respeito as questões que são trabalhadas em sala de aula e as estratégias que envolvem a dinâmica de ensino por parte do professor, como trabalhos de casa, pesquisas, etc.

Os resultados apresentados a seguir mostram uma visão mais clara sobre o que se pretende analisar. Organizamos as análises por competência e verificamos cada uma delas por comparação entre proporções (*Prop test*). O padrão de repostas foi organizado da seguinte maneira: Sempre costumavam trabalhar; Às vezes costumavam trabalhar e Não costumavam trabalhar a competência nas atividades da disciplina. Os gráficos foram traduzidos para: Sempre costumavam (Alta); As vezes costumavam (Média) e Não costumavam (Baixa).

Coleta de Dados

A primeira competência do PC analisada foi a Coleta de Dados. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma realizar pesquisas com pessoas ou outra atividade para coletar dados para solucionar problemas?"

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente não apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "Às vezes costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.1 e na Figura 5.6, indicando uma média relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.1: Resultado do teste de proporção para a competência Coleta de Dados.

a	p-value
0.05	4.257e

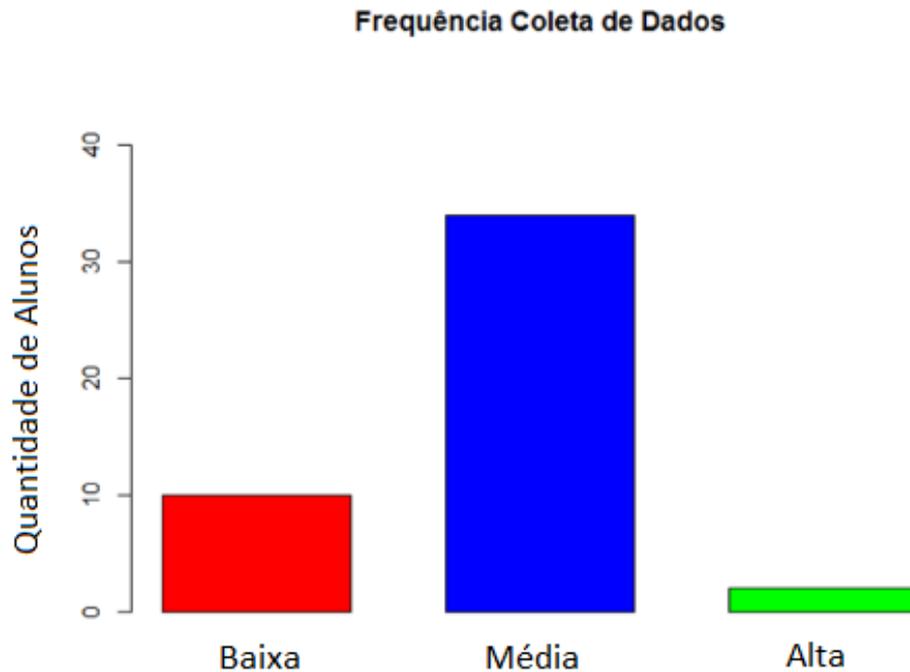


Figura 5.6: Distribuição acumulada dos grupos para a competência Coleta de Dados.

Representação de dados

A segunda competência do PC analisada foi a Representação de Dados. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma representar informações através de tabelas, gráficos, conjuntos, etc?"

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente não apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "Às vezes costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.2 e na Figura 5.7, indicando uma média relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.2: Resultado do teste de proporção para a competência Representação de Dados.

a	p-value
0.05	0.015

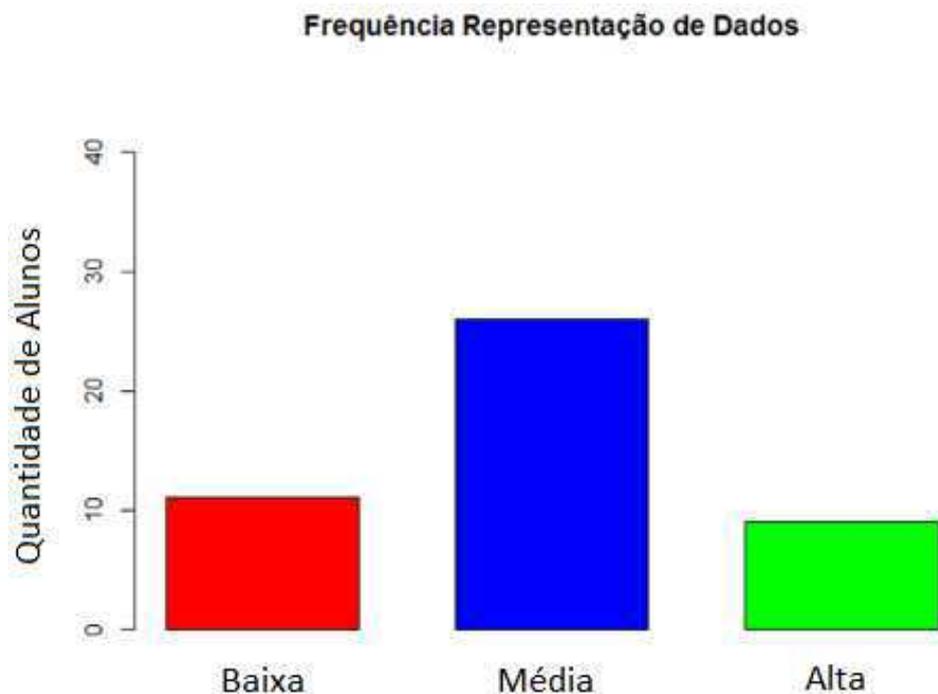


Figura 5.7: Distribuição acumulada dos grupos para a competência Representação de Dados.

Análise de Dados

A terceira competência do PC analisada foi a Análise de Dados. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma analisar e interpretar informações?"

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "Sempre costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.3 e nas Figuras 5.8 e 5.9, indicando uma alta relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.3: Resultado do teste de proporção para a competência Análise de Dados.

a	p-value
0.05	0.059

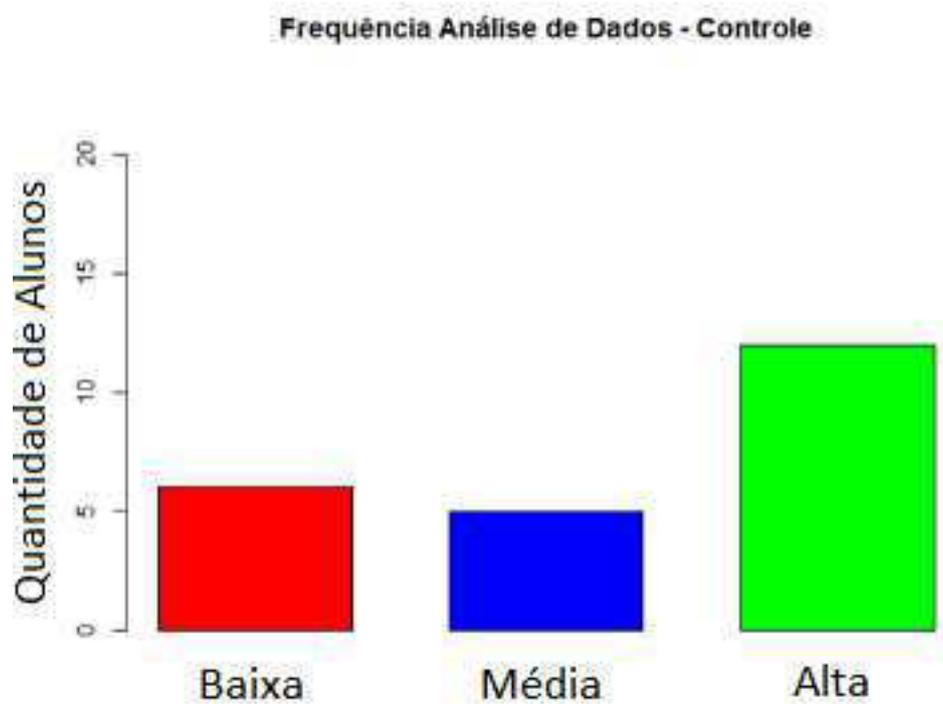


Figura 5.8: Distribuição do grupo de controle para a competência Análise de Dados.

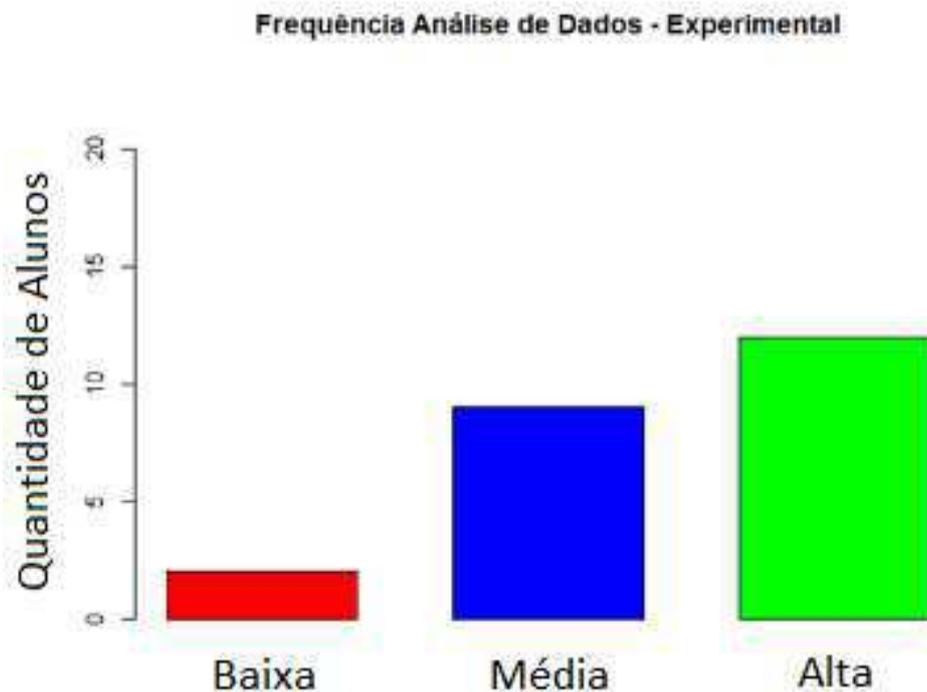


Figura 5.9: Distribuição do grupo experimental para a competência Análise de Dados.

De acordo com os gráficos, podemos observar diferença nas afirmações dos alunos no que representava "Não costumavam" e "As vezes costumavam" para a indagação. Embora apresente essa diferença, a maior parte dos alunos afirmou que "Sempre costumavam" trabalhar a competência em questão, indicando uma alta relação com ela.

Decomposição

A quarta competência do PC analisada foi a Decomposição. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma dividir problemas em partes menores e solucionar as partes mais ou menos importantes primeiro?"

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente não apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "As vezes costumavam" e "Sempre costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.4 e na Figura 5.10. Indicando uma média/alta relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.4: Resultado do teste de proporção para a competência Decomposição

a	p-value
0.05	0.001

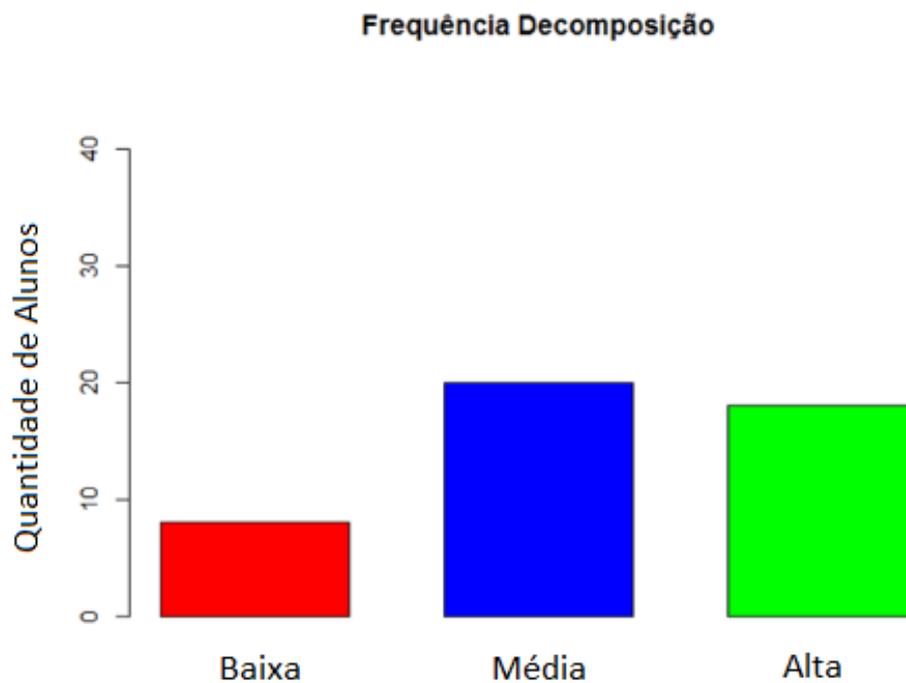


Figura 5.10: Distribuição acumulada dos grupos para a competência Decomposição.

Abstração

A quinta competência do pensamento computacional analisada foi a Abstração. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma se deparar com problemas do seu dia-a-dia e fazer relações com as atividades de matemática?".

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "As vezes costumam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.5 e nas Figuras 5.11 5.12, indicando uma média relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.5: Resultado do teste de proporção para a competência Abstração.

a	p-value
0.05	0.223

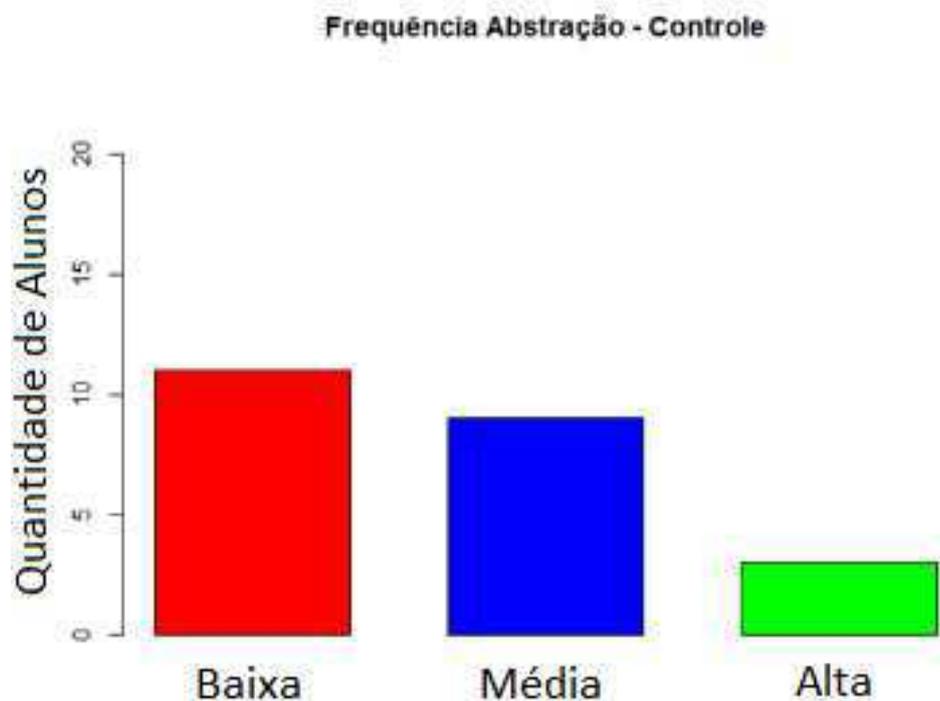


Figura 5.11: Distribuição do grupo de controle para a competência Abstração.

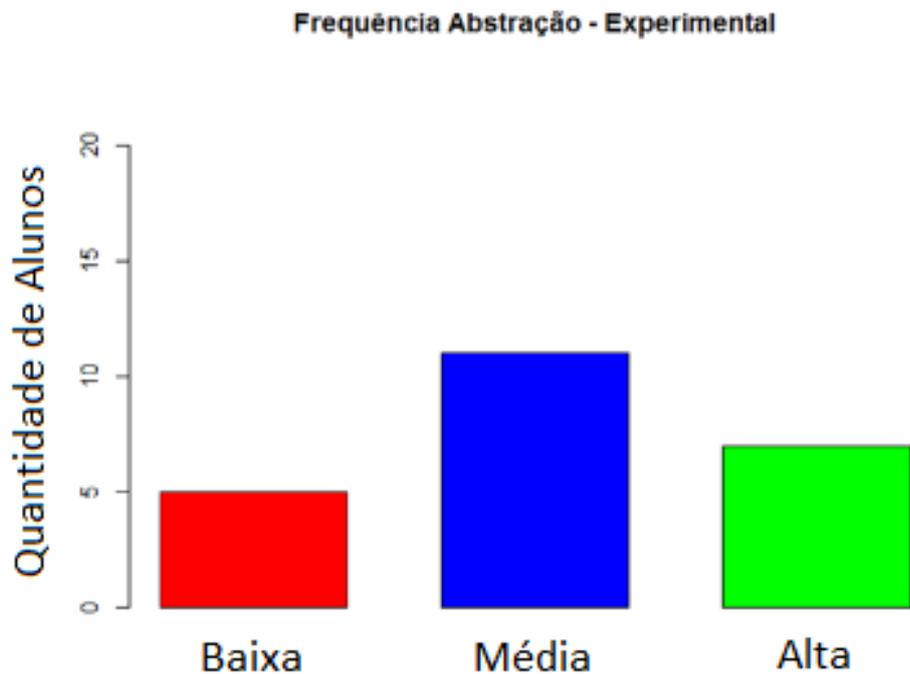


Figura 5.12: Distribuição do grupo experimental para a competência Abstração.

De acordo com o gráfico, podemos observar diferenças nas afirmações dos alunos no que representava "Não costumavam", "As vezes costumavam" e "Sempre costumavam" para a indagação nos dois grupos. Embora exista divergência nas afirmações, a maior concentração está na afirmação que indica relação média, "As vezes costumavam", com a competência em questão.

A variabilidade pode ter ocorrido por conta do não entendimento dos alunos em relação ao questionamento ou a realização de outro tipo de atividade fora de sala de aula que proporcione uma maior relação com essa competência por parte de um dos grupos.

Algoritmos

A sexta competência do pensamento computacional analisada foi Algoritmos. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma organizar suas soluções através de um passo-a-passo?".

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente não

apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "Sempre costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.6 e na Figura 5.13, que indicam uma alta relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.6: Resultado do teste de proporção para a competência Algoritmos.

a	p-value
0.05	0.000

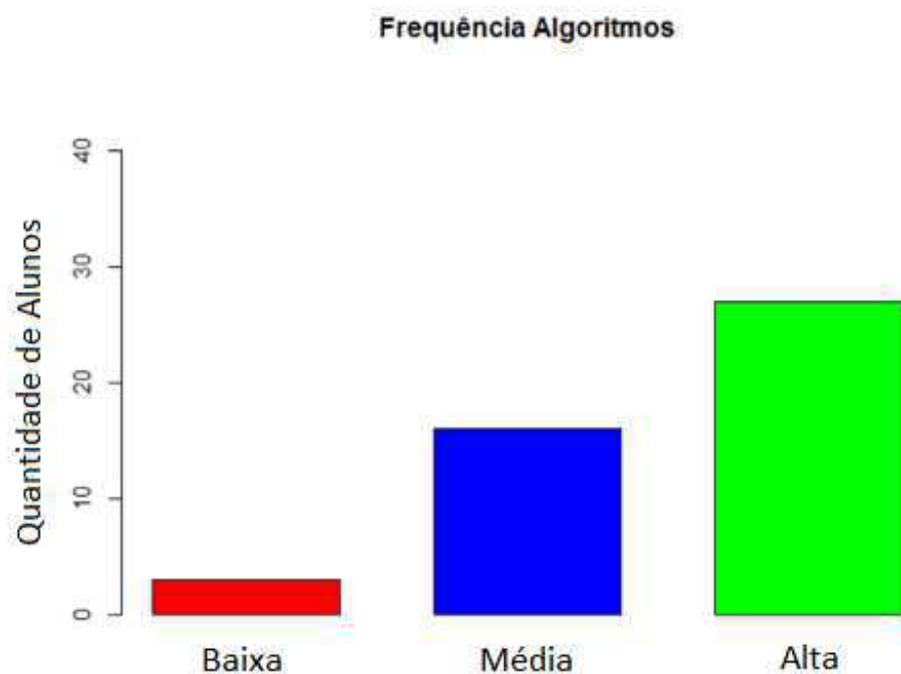


Figura 5.13: Distribuição acumulada dos grupos para a competência Algoritmos.

Automação

A sétima competência do pensamento computacional analisada foi Automação. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma usar calculadora ou computador para auxiliá-lo?".

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "As vezes costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.7 e nas Figuras 5.14 e 5.15, que indicam uma média relação dos alunos com a competência.

Tabela 5.7: Resultado do teste de proporção para a competência Automação.

a	p-value
0.05	0.400

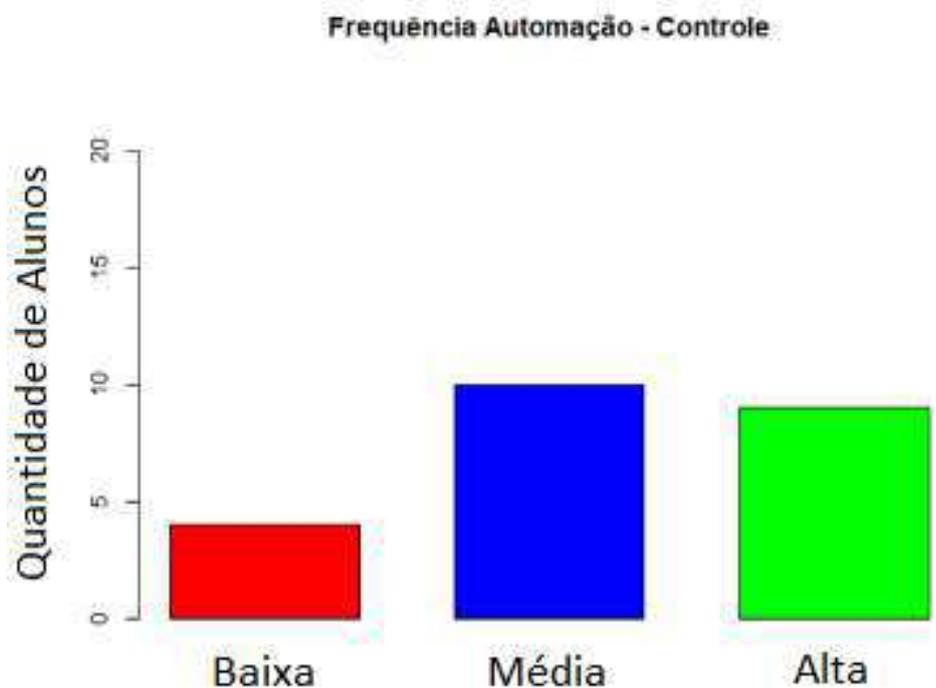


Figura 5.14: Distribuição do grupo de controle para a competência Automação.

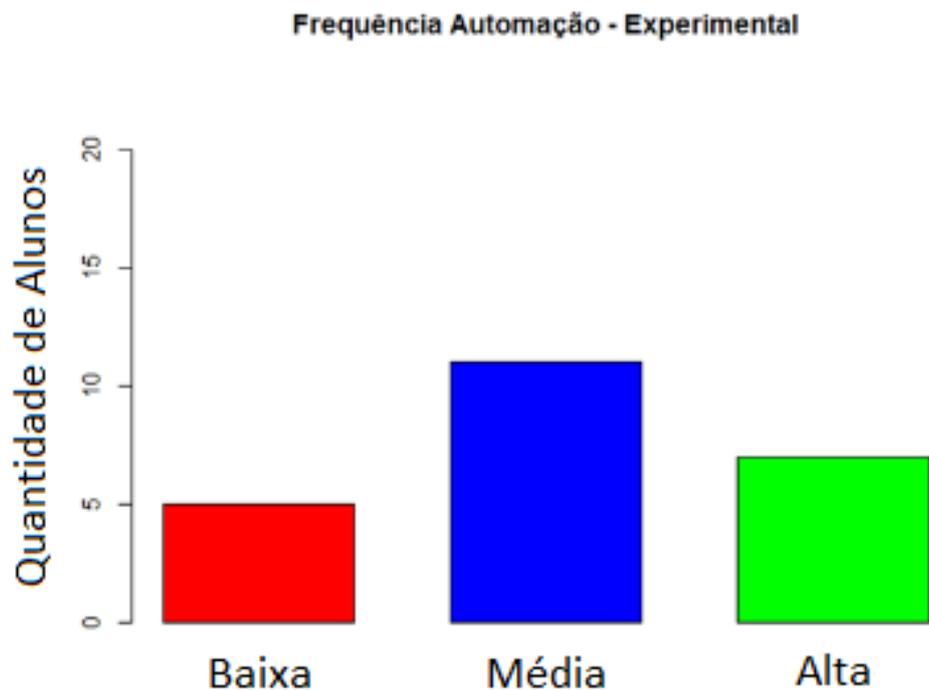


Figura 5.15: Distribuição do grupo de controle para a competência Automação.

De acordo com o gráfico, podemos observar diferença nas afirmações dos alunos no que representava "Não costumavam" e "Sempre costumavam" para a indagação, nos dois grupos. Embora exista divergência nas afirmações, a maior concentração está na afirmação que indica relação média, "As vezes costumavam".

A variabilidade pode ter ocorrido por conta do não entendimento dos alunos em relação ao questionamento ou em relação ao uso da calculadora e do computador em si, visto que, são especificados no enunciado da questão as duas opções de ferramentas para automação, logo, os alunos podem ter evitado considerar o uso de uma ou de outra ferramenta na hora de afirmar as relações.

Paralelismo

A oitava competência do pensamento computacional analisada foi o Paralelismo. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma realizar atividades em equipe dividindo as atividades e resolvendo-as de forma simultânea?"

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente não apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "As vezes costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.8 na Figura 5.16, que indicam uma média relação dos alunos com a competência

Tabela 5.8: Resultado do teste de proporção para a competência Paralelismo.

a	p-value
0.05	9.554e

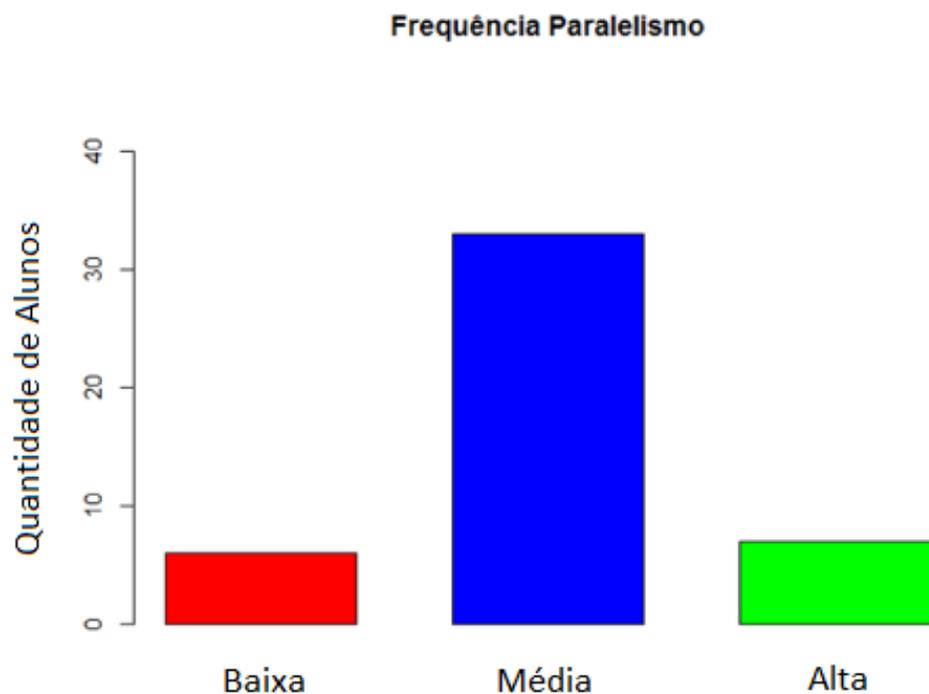


Figura 5.16: Distribuição acumulada dos grupos para a competência Paralelismo.

Simulação

A nona competência do pensamento computacional analisada foi a Simulação. Foi feita aos alunos a seguinte indagação:

- "Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma realizar simulações para entender os processos matemáticos, como por exemplo, o crescimento dos valores de uma função e o comportamento do seu gráfico".

Os resultados coletados nos dois grupos foram comparados e proporcionalmente não apresentaram diferença estatística. Nessa competência, a maior parte dos alunos afirmou que "As vezes costumavam" se deparar com esse tipo de situação na disciplina.

A distribuição acumulada dos dois grupos e os resultados dos testes estatísticos podem ser observados na Tabela 5.9 e na Figura 5.17, indicando uma média relação dos alunos com a competência

Tabela 5.9: Resultado do teste de proporção para a competência Simulação.

a	p-value
0.05	0.002

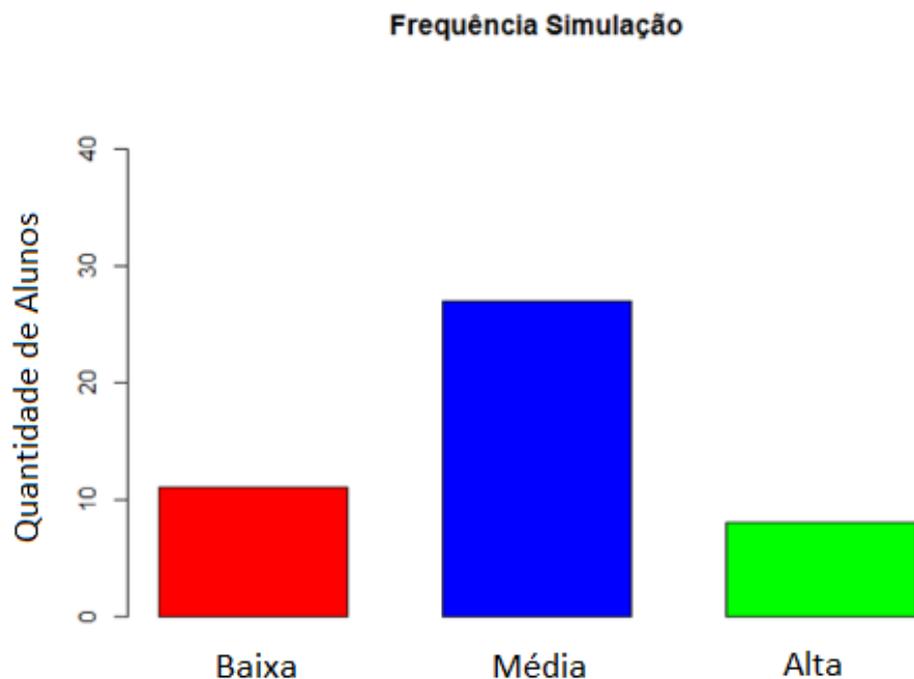


Figura 5.17: Distribuição acumulada dos grupos para a competência Simulação.

5.2.3 Submissão dos Grupos às Intervenções

Intervenção Presencial

Na aplicação da primeira intervenção, a presencial, cada grupo foi submetido a 5 questões. O grupo de controle recebeu 5 questões tradicionais usadas pelos professores na disciplina. Já no grupo experimental, os alunos receberam 5 questões provenientes de um processo de elaboração seguindo a proposta apresentada no Capítulo 4.

Durante o processo de resolução os alunos podiam compartilhar conhecimento entre si, consultar o professor responsável pelas turmas e os estagiários. Os estagiários participantes não tinham relação com a escola: um deles era estudante de mestrado em engenharia de software e o outro estudante de mestrado em PC. Nenhum deles participou de nivelamento em matemática, apenas utilizaram os conhecimentos adquiridos durante a vida acadêmica para auxiliar os alunos nas questões.

Abaixo apresentamos os resultados compilados desse primeiro momento de intervenção:

- **Grupo Controle:** 100% dos alunos participaram da intervenção presencial (23/23); permaneceram por 58.55 minutos para resolução das questões e 78.2% dos alunos resolveram todas as 5 questões da intervenção presencial.
- **Grupo Experimental:** 86.95% dos alunos participaram da intervenção presencial (20/23); permaneceram por 64.5 minutos para resolução das questões e 65% resolveram 3 questões da intervenção presencial. No grupo experimental o máximo de questões resolvidas foi 4.

De acordo com os resultados podemos observar que o índice de participação foi maior no grupo de controle, quando comparado ao grupo experimental. No que diz respeito ao tempo de permanência na atividade o grupo experimental permaneceu mais tempo realizando as questões.

É possível observar também que, mesmo com um tempo maior, não foi possível garantir um maior número de questões finalizadas, como pode ser observado na quantidade média de questões finalizadas por cada grupo: 5 para o grupo de controle e 3 para o grupo experimental.

Outra observação diz respeito aos enunciados das questões, onde os alunos podem ter consumido mais tempo para lê-los e entendê-los dado as características adotadas para o modelo de questões do bloco experimental.

Intervenção Fixação

A intervenção de fixação foi entregue ao final da intervenção presencial e cada aluno teve uma semana para praticar resolvendo as questões propostas em casa ou em sala. Todas as respostas para as questões foram entregues pelos alunos no dia da aplicação da avaliação para medição do desempenho final, antes de seu início.

Nesta aplicação, os alunos só podiam compartilhar conhecimento entre si, ou seja, sem auxílio do professor e estagiários. Abaixo os resultados compilados dessa intervenção.

- **Grupo Controle:** 52.17% entregou as questões da intervenção de fixação (12/23).
- **Grupo Experimental:** 86.95% entregou as questões da intervenção de fixação (20/23).

Analisando os resultados, observamos que a participação do grupo de controle caiu por aproximadamente metade, enquanto a do grupo experimental permaneceu a mesma. Vale salientar que os alunos que participaram da primeira intervenção, não necessariamente participaram da segunda.

Participação geral

Em relação a participação geral dos grupos nas intervenções, temos:

- **Grupo Controle** 100% dos alunos participaram de pelo menos uma das intervenções, logo, participaram da intervenção presencial ou da intervenção de fixação (23/23) e 47.82% participaram de todas as intervenções (11/23).
- **Grupo Experimental** 100% dos alunos participaram de pelo menos uma das intervenções, logo, participaram da intervenção presencial ou da intervenção de fixação (23/23) e 86.95% participaram de todas as intervenções (20/23)

Uma observação relevante foi a não participação dos alunos do grupo de controle na mesma proporção dos alunos do grupo experimental. Isso pode ter ocorrido pelo modelo de questões a qual eles foram submetidos, que podem ter influenciado no caráter motivacional dos alunos. As questões do grupo experimental, por não se tratarem das questões tradicionais usadas no grupo de controle, podem ter influenciado mais os alunos a resolvê-las, diferente das questões trabalhadas no grupo de controle. No entanto, os resultados analisados não possibilitam chegar a conclusões mais específicas do fator influenciante na participação dos grupos.

5.2.4 Análise do Conteúdo Gerado nas Intervenções

Após a realização das intervenções, todo material rascunho contendo os processos de resolução das questões produzido pelos alunos na intervenção presencial e de fixação foram entregues. De posse desses dados, realizamos uma avaliação das respostas dos alunos, com o objetivo de identificar que competências haviam sido trabalhadas na prática pelos participantes dos grupos submetidos ao quasi-experimento. Na análise de conteúdo identificamos através dos rascunhos produzidos pelos alunos para resolução das questões, a presença de indicadores que permitissem inferir sobre o uso, na prática, das competências propostas nas questões trabalhadas.

A diferença da análise das respostas dos alunos para a análise de conformidade, além do modelo de avaliação por parte dos juízes, foi o que se pretendia identificar no processo, no caso da análise das respostas dos alunos, se pretendia identificar na prática o uso das competências propostas. Na análise de conformidade, os juízes identificavam se a questão proposta possibilitava o estímulo a uma determinada competência, enquanto na análise de conteúdo, os juízes analisavam se o aluno, na prática, tinha trabalhado a competência analisada.

Antes do início da avaliação das respostas, foram selecionadas, aleatoriamente, 4 rascunhos de questões gerados em cada grupo nas intervenções presencial e fixação. Como cada intervenção continha 5 questões. Foram avaliados 4 conjuntos de questões da intervenção presencial e 4 conjuntos da intervenção de fixação do grupo de controle, e a mesma proporção de conjuntos de questões para o grupo experimental, totalizando 4 amostras de 5 questões para cada grupo e intervenção aplicada. No total 80 questões foram analisadas. Esses rascunhos, nada mais são que as folhas com as resoluções dos exercícios utilizadas

pelos alunos para desenvolverem o processo de resolução das questões propostas, recolhidas após as intervenções. A Figura 5.18 ilustra a seleção dos rascunhos utilizados.

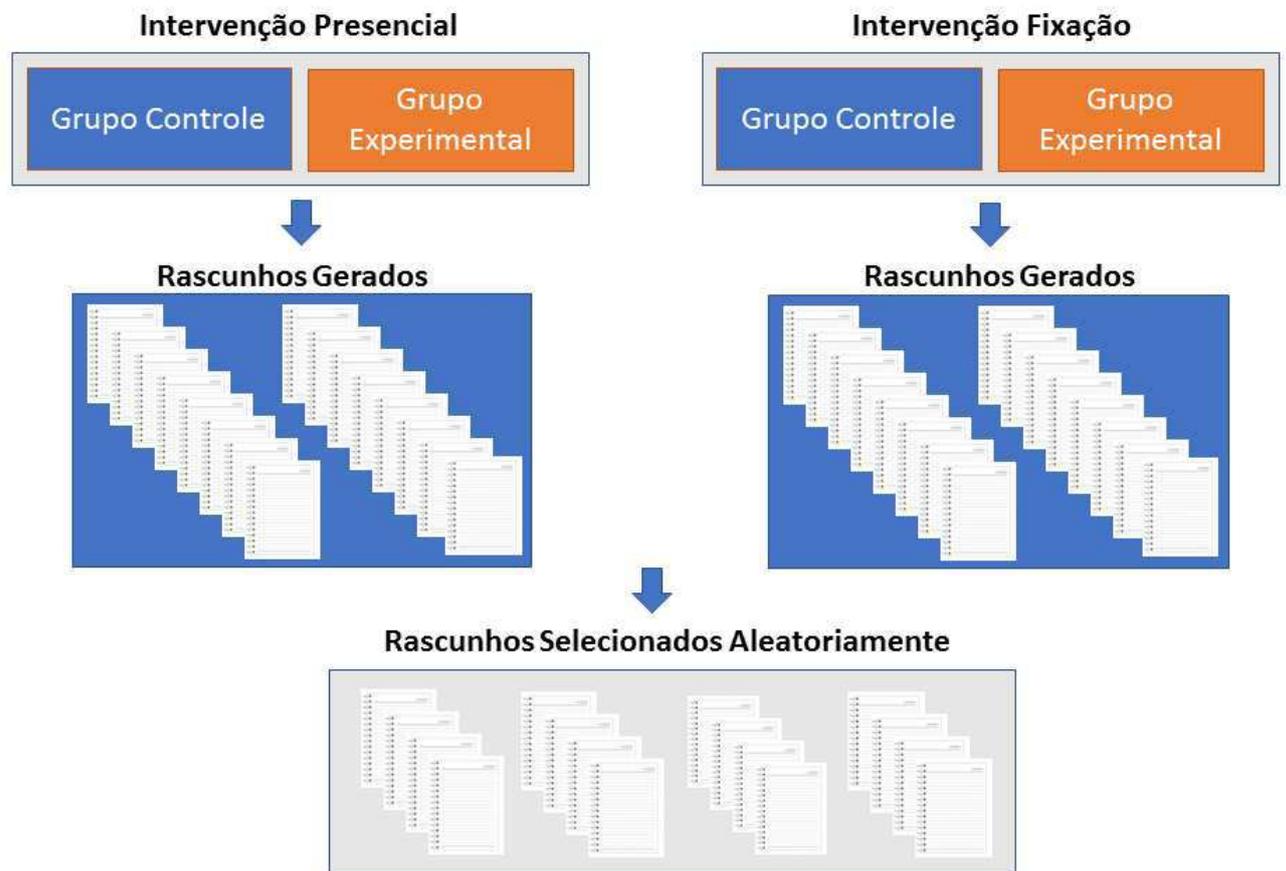


Figura 5.18: Seleção da Amostra de Rascunhos Submetidas à Análise de Conteúdo

Para realização da avaliação de conteúdo, foram selecionados 4 juízes pesquisadores da área de ensino em computação. Para auxiliar os juízes na análise das competências, foi disponibilizado um espelho com as instruções para identificação das competências. Esse espelho pode ser observado nos Apêndices.

O procedimento para alocação dos conjuntos de questões aos juízes foi feito no modelo *double blind*, isso para evitar que os juízes soubessem que grupo submetido a análise estavam avaliando. Logo, cada juiz recebeu aleatoriamente 4 conjuntos de 5 questões, sem seleção de grupos.

Ao final da análise das respostas, os grupos de questões foram unificados gerando dois grupos de questões distintos. O grupo de questões de controle, com o resultado da análise de

conteúdo dos 4 conjuntos de questões presenciais e os 4 conjuntos de questões de fixação e o grupo experimental da mesma forma. Após a unificação, foram contabilizados para cada competência analisada a quantidade de identificações realizadas pelos juízes.

A análise dos rascunhos gerados nas intervenções teve como objetivo identificar as competências usadas pelos alunos, na prática. Os resultados gerados podem ser observados na Figura 5.19.

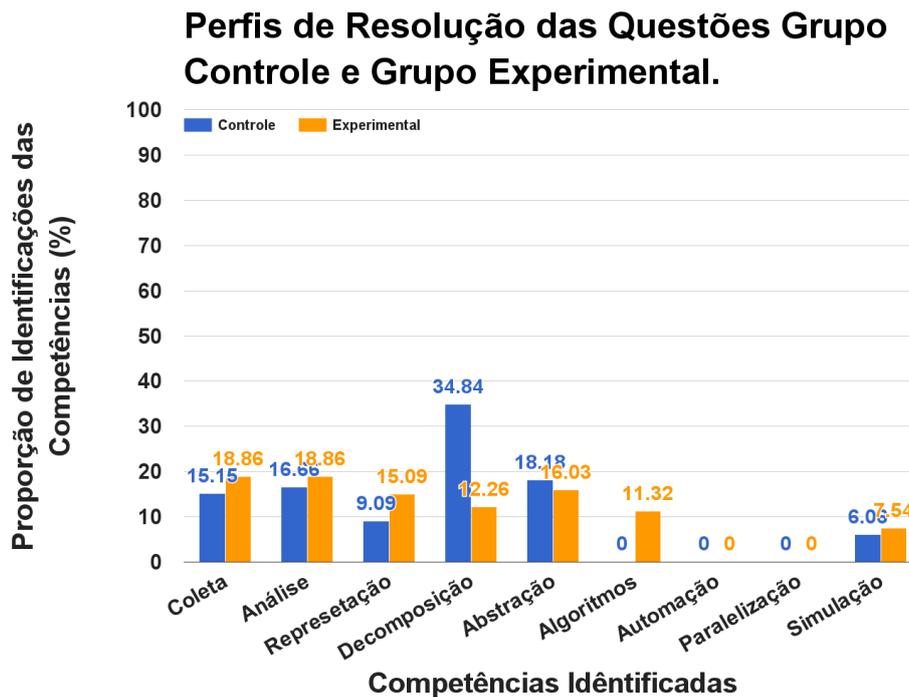


Figura 5.19: Análise dos Rascunhos Gerados nas Intervenções.

Na análise de conformidade, as questões das escolas que compuseram o grupo de questões de controle apresentavam quatro competências (análise, representação, decomposição e abstração) e o foco dessas questões era na competência decomposição. Na análise das respostas, o perfil de resolução se manteve focado nessa competência, mas a competência coleta de dados e simulação também foram identificadas.

Observando os resultados obtidos na análise de conhecimento prévio em PC 5.2.2, vimos que os alunos afirmaram em suas repostas que eles apresentavam uma alta relação com a competência decomposição e, embora a análise de conformidade não tenha evidenciado essa competência, na prática os alunos a utilizaram. O mesmo pode ser observado para a competência simulação que, embora não tenha sido identificada na análise de conformidade

para as questões das escolas, ela foi trabalhada durante a resolução das questões. Esses resultados podem ter influência da metodologia de ensino a qual eles são submetidos no dia a dia em sala de aula. Vale ressaltar que a análise realizada pelos juízes, por mais que eles possuíssem material para auxiliar em suas decisões, apresenta um caráter subjetivo, que pode ter influenciado nas competências identificadas.

No que diz respeito às novas questões, que fizeram parte das questões do grupo experimental, foi possível identificar a prática de uma competência que não havia sido identificada na análise de conformidade, a competência algoritmos. Nesse caso, o grupo de controle evidenciou uma alta relação com essa competência e o grupo experimental evidenciou uma média relação na análise de conhecimento prévio. Quanto ao foco, o que na análise das questões do grupo experimental mostrou forte evidência das competências análise de dados e abstração, na análise de conteúdo as competências mais identificadas no processo de resolução foram: coleta de dados, análise de dados e abstração.

Pode-se concluir a partir dos resultados que o conhecimento prévio em PC pode influenciar o processo de resolução das questões, independente do grau de conformidade das questões com PC. Isso pode ser resultante da metodologia de ensino adotada pelo professor ou das próprias questões visto a conformidade que elas apresentaram com as competências do PC que podem influenciar a capacidade de resolução de problemas nos alunos. No entanto, os resultados apresentam indícios que o grupo de questões com maior conformidade teve maior influência no desempenho dos alunos.

5.2.5 Análise dos Desempenhos Finais

Medição do Desempenho Final

O questionário para medição do desempenho final era composto de 5 questões que seguiam o conteúdo da matemática escolhido no início do estudo, noções de probabilidade e estatística. As questões foram extraídas da amostra disponibilizada pelo PISA e são questões que envolvem problemas de matemática. A medição de desempenho foi realizada na última intervenção proposta no quasi-experimento, logo após os alunos terem realizado a entrega das respostas da intervenção de fixação.

O primeiro resultado a ser discutido foi o tempo médio de permanência por cada grupo

na resolução do teste de medição desempenho, observa-se a seguir:

- **Grupo Controle:** 24.56 minutos de permanência no teste final.
- **Grupo Experimental:** 33.63 minutos de permanência no teste final.

Quanto ao tempo de permanência, podemos observar que os alunos que fizeram parte do grupo experimental permaneceram por aproximadamente 10 minutos a mais realizando o teste, eles realizaram a avaliação com 33.63 minutos, em média, enquanto os alunos do grupo de controle realizaram em 24.56 minutos, em média.

Os resultados mostram que o tempo de concentração e atenção para resolução das questões foi um pouco maior no grupo experimental, diferente do grupo de controle. Vale salientar que na realização dessa atividade os alunos não podiam compartilhar informações entre si ou consultar o professor e estagiários.

A disposição dos resultados finais, ou seja, da quantidade de acertos de cada grupo pode ser observada na Figura 5.20. De acordo com o *boxplot* ilustrado, o grupo experimental apresenta uma variação maior de notas acima da mediana. Essa informação mostra que, a maior parte dos alunos obtiveram nota acima da mediana. Em relação ao grupo de controle, a variação das notas são equivalentes, tanto para cima quanto para baixo da mediana. Podemos observar que no grupo de controle tivemos alunos que não acertaram ao menos uma questão, diferente do grupo experimental.

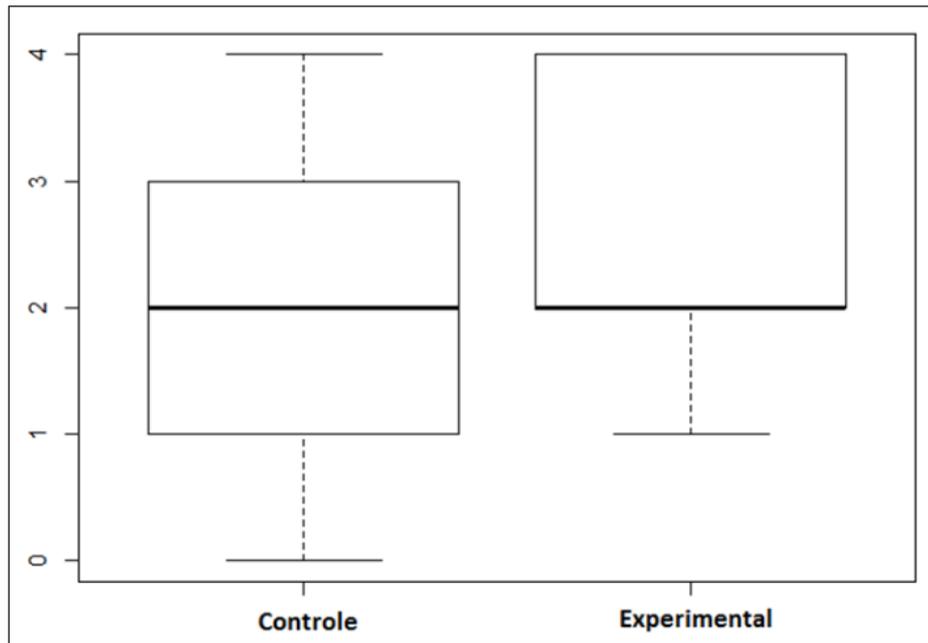


Figura 5.20: Distribuição dos desempenhos finais dos grupos submetidos ao quasi-experimento.

Analisando a distribuição dos desempenhos finais nos dois grupos, podemos observar que os alunos do grupo experimental obtiveram um melhor desempenho em relação ao grupo de controle. Essa informação pode ser observada na Figura 5.21. Essa melhora aponta evidências de que as questões elaboradas em maior conformidade com o PC podem ter influenciado a capacidade de resolução de problemas de forma mais significativa que as questões do grupo de controle.

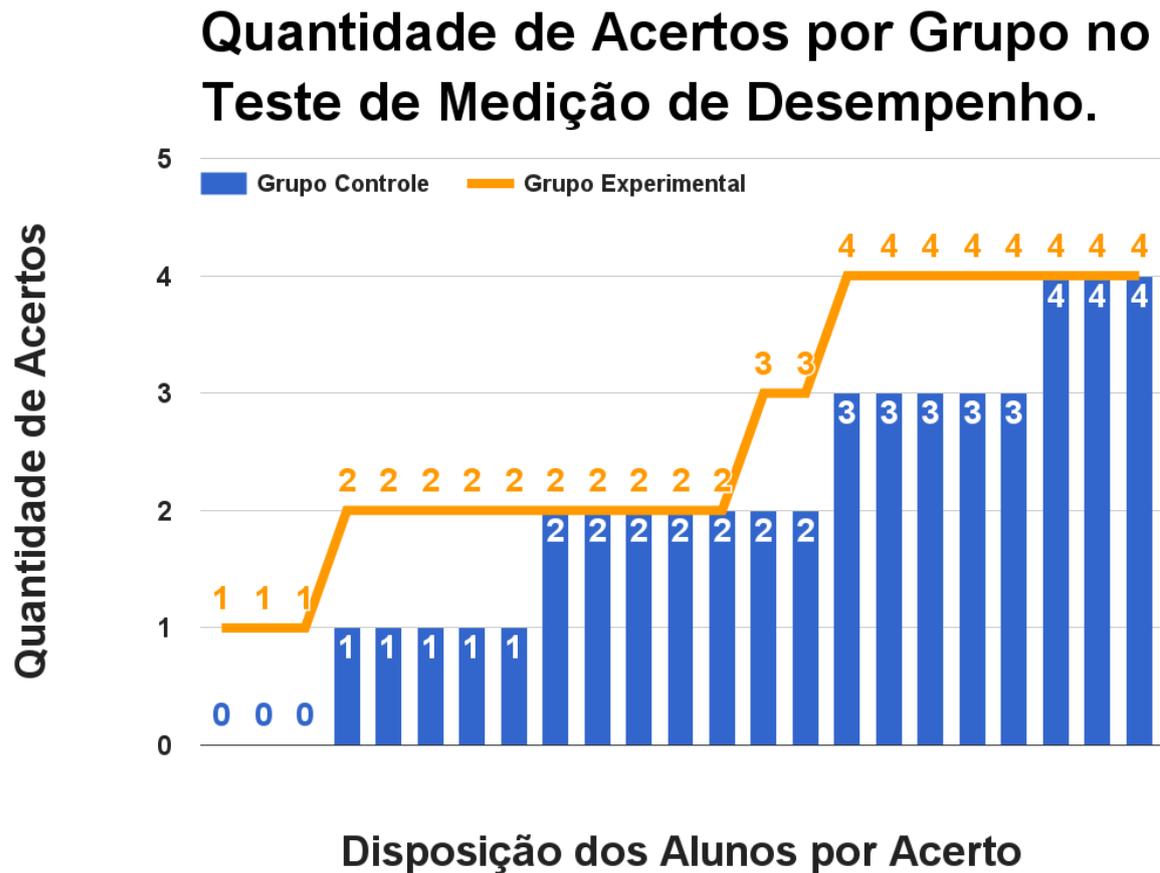


Figura 5.21: Desempenhos finais dos grupos submetidos ao quasi-experimento.

Para verificar se as diferenças nos resultados dos grupos foram realmente significativas, foi realizada uma análise estatística detalhada. Nesse sentido, o primeiro passo foi verificar a normalidade dos dados e, de acordo com os resultados, escolher os métodos estatísticos apropriados. Os resultados dos testes de normalidade são apresentados na Tabela 5.10.

Tabela 5.10: Resultados dos testes de normalidade para os dados resultantes da aplicação do teste de medição de desempenho.

GRUPOS	p-value	$\alpha = 0.05$
Grupo de Controle (GC)	0.07828	$> \alpha$ (Normal)
Grupo Experimental (GE)	0.000831	$< \alpha$ (Não Normal)
(GC \cup GE)	6.115e-05	$< \alpha$ (Não Normal)

Como os resultados dos acertos dos grupos não tendem à normalidade de distribuição da amostra dos resultados, optamos por testes não paramétricos. Essa escolha foi feita com o objetivo de aumentar o grau de significância dos resultados. Os resultados dos testes não paramétricos para comparar o desempenho final de ambos os grupos são mostrados na Tabela 5.11.

Tabela 5.11: Resultados dos testes de Wilcoxon para os dados resultantes da aplicação do teste de medição de desempenho.

HYPÓTESES	p-value	$\alpha = 0.05$
Experimental = Controle	0.09135	$> \alpha$ (Rejeitada)
Experimental < Controle	0.9543	$> \alpha$ (Rejeitada)
Experimental > Controle	0.04568	$< \alpha$ (Aceita)

De acordo com os resultados dos testes estatísticos aplicados, podemos afirmar que o grupo experimental obteve um desempenho melhor do que o grupo controle.

Analisamos também o efeito do método que orientou os alunos através das diferentes questões aplicadas no quasi-experimento, por meio dos resultados do teste de medição de desempenho final. O resultado do teste de Cohen's mostrou que as intervenções aplicadas exerceram um efeito médio sobre o desempenho dos participantes. Tais resultados podem ser observados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12: Resultado do teste de Cohen's para identificação do efeito do modelo de estímulo à resolução de problemas proposto.

EFEITO DE COHEN'S	TAMANHO DO EFEITO	d
Médio	0.5 - 0.7	0.523537

O efeito de *Cohen's* propõe um conjunto de intervalos para comparar o efeito do método aplicado nos resultados obtidos. Para analisar esse efeito, comparamos o resultado d com o intervalo de efeitos que o caracteriza. Os intervalos de efeito são: Pequeno (0.1 - 0.4), Médio (0.5 - 0.7) e Grande (0.8 - 1.9). Esse efeito indica que as intervenções realizadas no grupo experimental tiveram uma influência média nos resultados obtidos pelos alunos

desse grupo, quando comparados com as intervenções realizadas no grupo de controle. Vale salientar que durante as intervenções apenas as questões as quais os grupos foram submetidos é que se diferenciavam quanto a quantidade de competências analisadas e identificadas. Esse resultado aponta evidências de que as novas questões foram um fator determinante para a melhora no desempenho do grupo experimental dado a relação de competências que as questões reformuladas apresentaram quando relacionadas as questões do PISA.

5.2.6 Avaliação do Estudo por Parte dos Alunos

Os dados apresentados a seguir são referentes a avaliação do estudo por parte dos alunos. Esses dados foram coletados para identificar o impacto do estudo na visão dos alunos com o objetivo de verificar que pontos foram mais influentes em seus desempenhos.

O primeiro ponto que verificamos foi a impressão dos alunos quanto a similaridade das questões nos dois grupos com as questões trabalhadas pelo professor da disciplina no dia a dia em sala de aula. Se observamos a Figura 5.22, temos que os alunos que trabalharam com as questões do grupo experimental, produzidas com o objetivo de apresentarem maior conformidade com o PC, afirmaram que elas não apresentam similaridade com as questões usadas pelo professor.

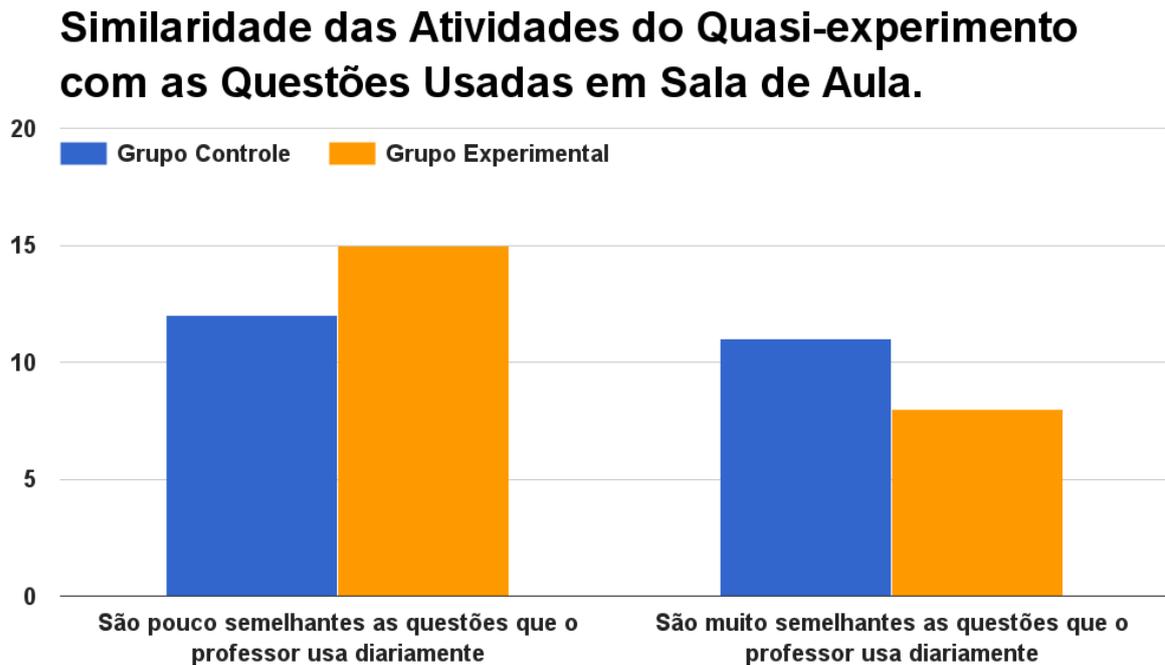


Figura 5.22: Avaliação dos alunos quanto à similaridade das questões usadas no quasi-experimento com as questões usadas pelo professor em sala de aula - Grupo Controle.

O segundo ponto que verificamos foi a impressão dos alunos quanto a similaridade das questões dos dois grupos com as questões do teste final, o seja, o teste de medição de desempenho final. No dois grupos, as indicações são de que as questões usadas nas intervenções são pouco semelhantes com as questões do teste final, porém, é necessário se ater ao fato de que os alunos do grupo experimental afirmaram em maior proporção que elas são muito semelhantes. Essas informações podem ser observadas na Figura 5.23.

Similaridade das Atividades do Quasi-Experimento com as Questões do Teste de Medição de Desempenho.

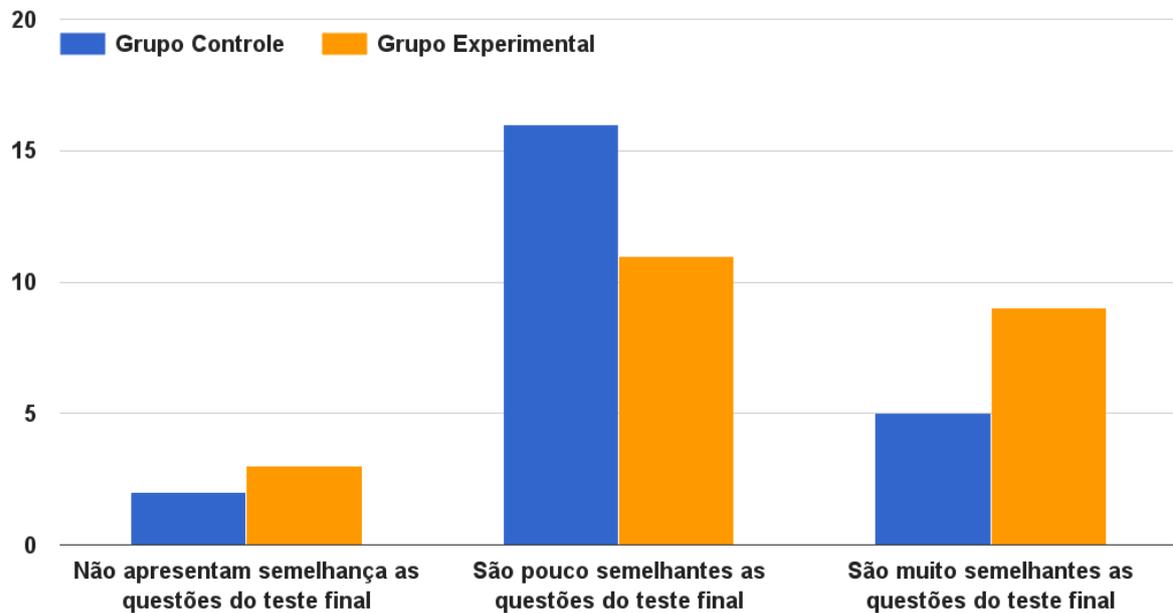


Figura 5.23: Avaliação dos alunos quanto à similaridade das questões usadas no quasi-experimento com o teste de medição de desempenho final - Grupo Controle.

Outro ponto identificado foi, a ação de procurar ajuda para solucionar as questões. Se observarmos a Figura 5.24, podemos ver que a maior incidência de procura de ajuda com os colegas foi no grupo experimental. Em contrapartida, no grupo de controle a incidência foi maior na realização individual das questões, ou seja, realizam as questões sem procurar ajuda dos colegas de sala, mostrando que as questões do grupo experimental proporcionaram maior interação entre os alunos durante o processo de resolução por ter um nível de complexidade distinto do que eles estão habituados a trabalhar.

Procura de Auxílio na Resolução das Atividades.

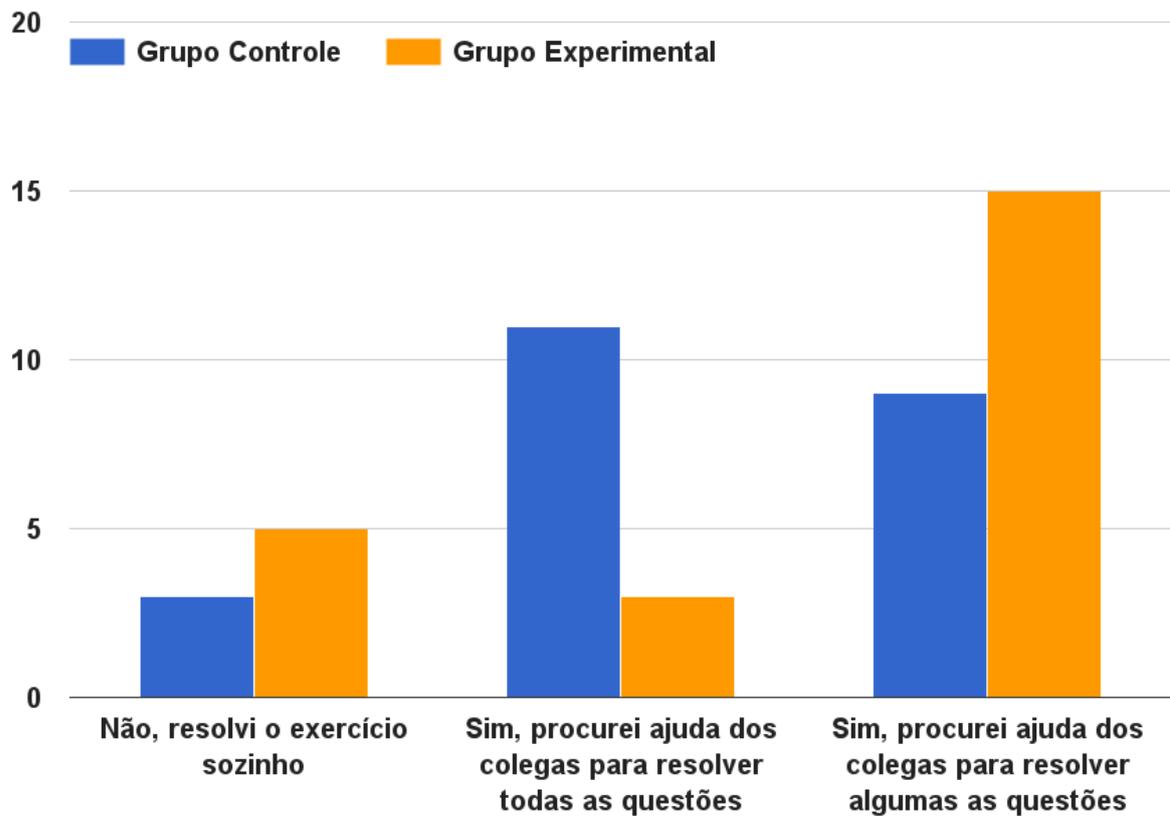


Figura 5.24: Avaliação dos alunos quanto à necessidade de procurar ajuda para solucionar as questões - Grupo Controle.

Outro ponto identificado foi a identificação do impacto das intervenções, no que diz respeito a intervenção presencial. A maior parte dos alunos afirmou que a intervenção presencial ajudou no desempenho deles na atividade final. Observar a Figura 5.25.

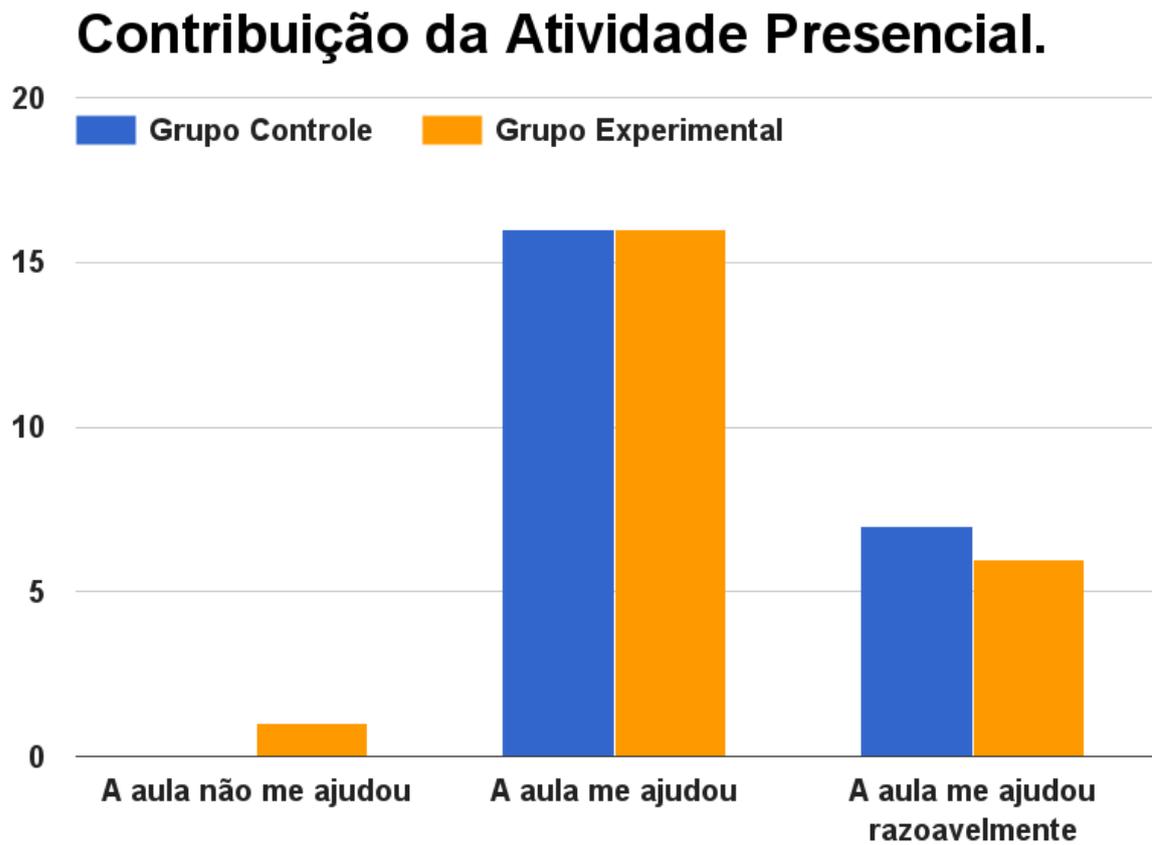


Figura 5.25: Avaliação dos alunos quanto à importância da intervenção presencial - Grupo Controle.

No que diz respeito ao impacto das intervenções quando perguntados em relação a intervenção de fixação, nos dois grupos, tivemos a indicação de uma forte influência pelos alunos, visto que, a maior parte dos alunos afirmou que a intervenção de fixação ajudou razoavelmente (Figura 5.26).

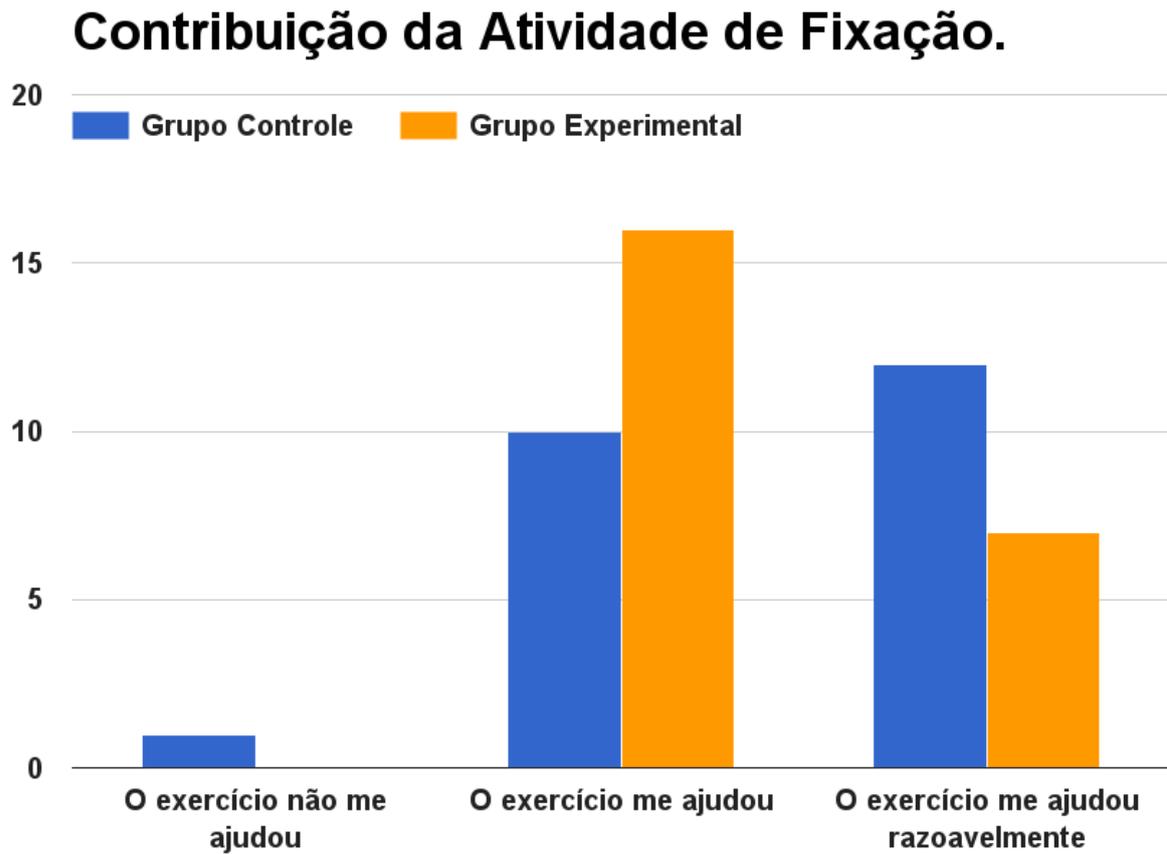


Figura 5.26: Avaliação dos alunos quanto à importância da intervenção de fixação - Grupo Controle.

Outro ponto identificado foi a dificuldade das questões do teste final (Figura 5.27).

Dificuldade das Questões do Teste de Medição de Desempenho.

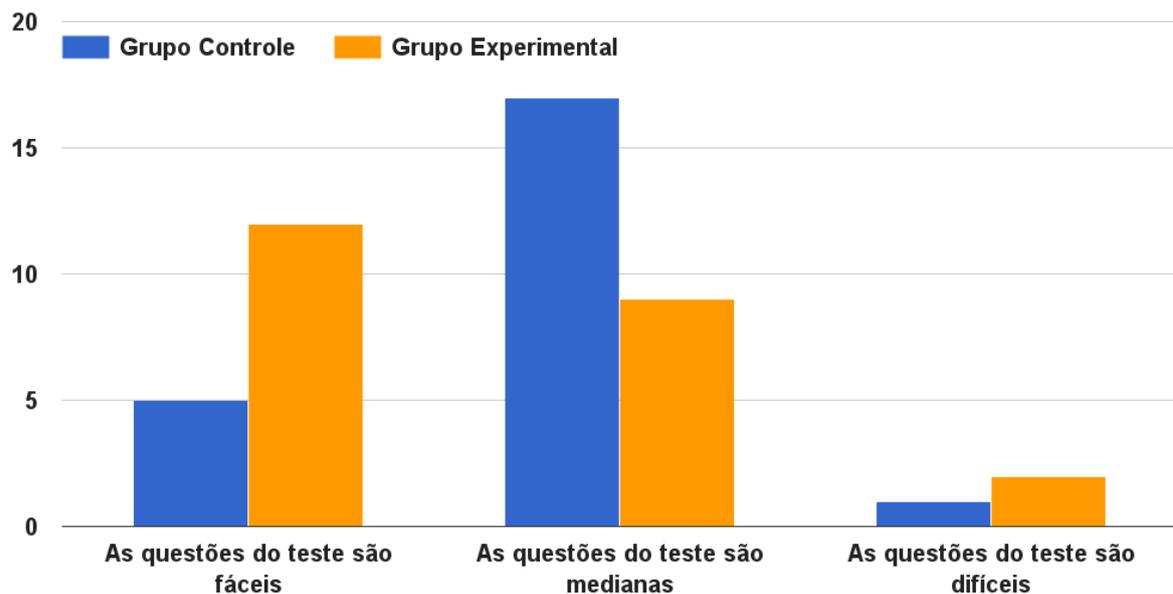


Figura 5.27: Avaliação dos alunos quanto à dificuldade das questões do teste de desempenho final - Grupo Controle.

Nesse ponto temos que o grupo de controle, de acordo com suas respostas, achou as questões do teste final medianas (grau de dificuldade para indicar que as questões não são fáceis e nem difíceis), enquanto o grupo experimental afirmou, em sua maior parte, que as questões do teste final eram fáceis. Isso também pode ser considerado uma evidência de que as questões do grupo experimental tiveram uma influência maior na quantidade de acertos dos alunos desse grupo.

5.2.7 Avaliação do Estudo por Parte do Professor

Nesta seção, são apresentados os resultados da entrevista realizada com o professor ao final do estudo. A ideia era coletar sua impressão em relação ao estudo e como podemos melhorar a abordagem, além de identificar se as questões estão adequadas ao seu modelo de ensino.

As perguntas e respostas referentes à entrevista realizada com o professor foram as seguintes:

1º Pergunta: O senhor observou alguma mudança no comportamento das turmas durante

a realização do estudo?

- "Não observei diferença. Na verdade pouco considerável, visto que, foi produzida apenas pela expectativa e presença dos estagiários..."

2º Pergunta: A sua visão do estudo, constituída durante a preparação para o mesmo, concretizou-se na prática? Ou o senhor esperava algo diferente?

- "Tudo ocorreu como planejado nos meses anteriores, não esperava algo diferente. A participação dos alunos foi um ponto a se destacar..."

3º Pergunta: Considerando o seu papel no estudo, houve alguma dificuldade que queira relatar?

- "Não senti dificuldades em relação a minha participação. Afinal, tratava-se de uma revisão de conteúdo já ministrado..."

4º pergunta: Na sua opinião e considerando o planejamento realizado, o estudo aconteceu com sucesso? Algum ponto a melhorar?

- "Sim, considero um sucesso. As datas e o tempo para realização foi respeitado. Nenhum ponto a melhorar..."

5º Pergunta: Fazendo uma auto avaliação, qual a nota que você daria a sua participação no estudo?

- "Nota 8"

6º Pergunta: Os estagiários de alguma forma influenciaram o estudo ou o rendimento da turma?

- "Não acho que os estagiários influenciaram o estudo. Como eu, apenas tiraram dúvidas dos alunos nos momentos que deveriam ser tiradas. Na avaliação final de desempenho final, não interferiram no processo de resolução..."

7º Pergunta: O senhor observou alguma diferença (especialmente em termos de complexidade) entre o material usado no estudo para as duas turmas?

- "De certa forma, não. As questões não apresentam diferenças, apenas uma outra forma de apresentar o conteúdo..."

8º Pergunta: Se haviam diferenças, o senhor acha que essas diferenças influenciaram no desempenho final dos participantes do estudo??

- "A forma como as novas questões foram elaboradas, de certa forma, exigem do aluno um pouco mais de atenção e uma maneira diferente de formular as respostas, é um pouco mais demorado, porém, os alunos também conseguem desenvolver as respostas com as outras questões..."

De acordo com as colocações do professor, as questões não apresentavam diferença de complexidade, apenas uma maneira diferente para chegar a solução, logo, isso indica que na opinião do professor as questões do grupo experimental não eram mais difíceis em relação às questões do grupo de controle, apenas exigiam uma maneira diferente de formular as respostas. Essa maneira diferente de formular as respostas pôde ser observada na análise de conteúdo, fortalecendo os resultados obtidos de que as questões do grupo experimental estimularam os alunos no processo de resolução das questões apresentadas no teste de medição de desempenho.

No entanto, essas colocações apresentaram certa divergência. Podemos observar na análise das questões que os blocos apresentaram divergências quando consideramos as competências do PC. O que observamos em relação as questões é que elas apresentavam estruturas diferentes e, de certa forma, essas estruturas podem fazer com que as questões apresentem diferentes níveis de complexidade, um exemplo disso é o tempo de permanência dos alunos durante as intervenções. Esse exemplo é uma constatação prática de que os alunos precisaram de mais tempo para solucionar as questões do grupo experimental e isso pode ter sido ocasionado pelos diferentes níveis de complexidade entre esse grupo e o grupo de controle.

As questões trabalhadas em sala de aula podem ser consideradas exercícios de fixação trabalhadas durante a apresentação do conteúdo da disciplina, diferente das questões produzidas seguindo o modelo de adequação de conformidade, que estimulam melhor aptidões necessárias para estimular nos alunos a capacidade de resolver problemas de diversas formas, não existindo um procedimento padrão, exclusivo e de via única. Essa observação é

fortalecida quando o professor da disciplina coloca que as questões exigem do aluno mais atenção e uma maneira diferente de formular as respostas.

5.3 Considerações Finais

Esta seção apresentou a definição e execução do quasi-experimento, além dos resultados obtidos durante sua aplicação. Após a aplicação do quasi-experimento, onde os alunos foram submetidos a grupos de questões que apresentaram diferenças na conformidade com as competências propostas pelo PC, foi possível identificar que os alunos do grupo experimental, que trabalharam com as novas questões elaboradas, obtiveram um melhor desempenho quando comparados aos resultados obtidos pelo grupo de controle. Essa melhora aponta indícios de que as novas questões estimularam de forma significativa os alunos quanto à capacidade de resolução de problemas, além de demonstrar na prática, que as competências propostas pelo PC podem ser estimuladas fora do contexto de disciplinas específicas da ciência da computação.

Capítulo 6

Conclusões

A necessidade de estimular competências para desenvolver a capacidade de resolução de problemas é crescente em meio ao avanço tecnológico. Com isso, diversas estratégias pedagógicas estão sendo pensadas com esse objetivo. Uma delas é o ensino de computação através do PC. Por meio do PC é possível fazer com que os alunos pensem, conceituem e proponham soluções para problemas de diversas áreas e complexidades.

Podemos considerar o PC segundo duas vertentes de ensino. A primeira dela consiste em estimular o PC através de disciplinas específicas da ciência da computação, essa vertente pode apresentar dificuldades, visto que, é necessário profissionais qualificados para trabalhar com as novas disciplinas e infra-estrutura qualificada. Logo, pode ser um problema focar somente em estratégias baseadas nesse segmento. Em contrapartida, é possível estimular o PC fora do contexto de disciplinas específicas da ciência da computação. Essa outra vertente parte do princípio de utilizar as características essenciais de cada disciplina em conjunto às competências do PC para estimular a resolução de problemas.

Considerando o contexto descrito, esta pesquisa investigou uma maneira de estimular o PC em conjunto com a disciplina de matemática, sem a necessidade de disciplinas específicas da ciência da computação, reformulando as questões trabalhadas em sala de aula, para que os mesmos apresentassem maior conformidade com o PC. Para atingir o objetivo traçado, a pesquisa foi dividida em três etapas, a saber: 1) a análise de conformidade das questões que eram trabalhadas pelos professores nas disciplinas de matemática; 2) a proposta de um método para elaboração de questões em maior conformidade com o PC; e por fim, 3) a validação do impacto dessas novas questões produzidas através de um quasi-experimento.

No que se refere à análise de conformidade das questões das escolas, foi possível identificar um perfil de conformidade com o PC que abrangeu quatro das nove competências propostas para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática, diferentemente das questões produzidas seguindo o modelo de adequação de conformidade proposto, que abrangeu seis competências propostas pelo PC.

Diante dos diferentes perfis de conformidade apresentados, propomos um modelo de avaliação do impacto dessas diferentes questões no formato de um quasi-experimento. Basicamente, submetemos dois grupos de alunos a dois grupos distintos de questões. Um dos grupos, denominado grupo de controle, foi submetido às questões coletadas nas escolas. O outro grupo, denominado grupo experimental, foi submetido às novas questões. Ao final os dois grupos foram avaliados quanto a sua capacidade de resolução de problemas.

Os resultados obtidos após a realização do quasi-experimento evidenciaram a contribuição das novas questões produzidas no estímulo à resolução de problemas. Ao final das intervenções propostas pelo quasi-experimento, os alunos foram submetidos a um teste de medição de desempenho e os resultados desse teste nos ajudou a chegar a essa conclusão. Os alunos que trabalharam com as novas questões, obtiveram um melhor desempenho no teste quando comparados aos alunos que trabalharam com as questões tradicionais.

6.1 Contribuições

Com os resultados desse trabalho, esperamos ser possível embasar novos estudos segmentados na proposta de estímulo ao PC fora do contexto de disciplinas específicas da ciência da computação. Diante de um ponto de vista educacional, esperamos ter colaborado com as abordagens de ensino para favorecer o aprendizado dos alunos e estímulo aos mesmos quanto à capacidade de resolução de problemas.

Em resumo, podemos listar algumas contribuições alcançadas com a realização deste estudo:

- Análise de conformidade de questões quanto a sua relação com o PC na educação matemática. A realização dessa análise apontou diferentes perfis de questões de matemática e sua relação com o estímulo à capacidade de resolução de problemas através de competências propostas pelo PC;

- Modelo para elaboração de questões em maior conformidade com as competências propostas pelo PC. Esse modelo possibilitou a elaboração de questões que potencializam o trabalho com o maior número de competências possíveis para estimular a capacidade de resolução de problemas nos alunos;
- Definição e avaliação de um modelo para identificar o impacto das questões produzidas. Esse modelo foi pensado no formato de um quasi-experimento e trouxe indícios de melhora nos alunos que trabalharam com as novas questões no que diz respeito a capacidade de resolução de problemas.

6.2 Limitações

No que diz respeito às limitações deste trabalho, é válido ressaltar que o procedimento para análise de conformidade foi realizado apenas por três juízes. Tendo em vista uma análise mais robusta, seria uma melhora nesse quesito a realização do procedimento por mais juízes, incluindo juízes da área de educação em matemática. Em relação a proposta do método de elaboração das novas questões, a não validação do procedimento por especialistas no âmbito da matemática também foi uma limitação. Desta maneira, os resultados destas duas etapas podem não refletir em um caráter mais geral os resultados obtidos.

Em relação ao quasi-experimento, a realização de uma interação de aplicação em duas turmas, nos trás indícios de que o método pode surtir efeito nos alunos quanto a capacidade deles em resolver problemas. Para que os resultados se tornem mais significativos, é considerável a replicação do estudo seguindo os mesmos procedimentos adotadas. Isso para que seja possível confrontar os resultados de duas ou mais aplicações e garantir resultados que possam ser generalizados.

6.3 Trabalhos Futuros

Os resultados obtidos neste estudo combinados às limitações apresentadas, apontam para várias pesquisas que podem ser realizadas futuramente, dentre elas:

- Reavaliação das questões das escolas, PISA e da novas questões por um número maior de juízes;

-
- Validação do método de elaboração de questões em maior conformidade com o PC por especialistas na área de matemática;
 - Replicar o quasi-experimento em outras turmas de 8º ano visando obter resultados mais significativos do impacto das novas questões produzidas seguindo o modelo de elaboração, fortalecendo os resultados obtidos na realização do quasi-experimento descrita nesse estudo;
 - Automatizar o processo de elaboração e avaliação de questões quanto a conformidade com o PC; e a avaliação do impacto dessas questões nos alunos.

Bibliografia

- [1] Alfred V Aho. Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7):832–835, 2012.
- [2] Owen Astrachan and Peter Denning. Innovating our self image. In *ACM SIGCSE Bulletin*, volume 40, pages 178–179. ACM, 2008.
- [3] Owen Astrachan, Susanne Hambruch, Joan Peckham, and Amber Settle. The present and future of computational thinking. In *ACM SIGCSE Bulletin*, volume 41, pages 549–550. ACM, 2009.
- [4] Décio Auler and Demétrio Delizoicov. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(2):105–116, 2008.
- [5] T Barcelos and Ismar Frango Silveira. Pensamento computacional e educação matemática: Relações para o ensino de computação na educação básica. In *XX Workshop sobre Educação em Computação, Curitiba. Anais do XXXII CSBC*, 2012.
- [6] Thiago Barcelos, Roberto Muñoz, Rodolfo Villarroel Acevedo, and Ismar Frango Silveira. Relações entre o pensamento computacional e a matemática: uma revisão sistemática da literatura. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1369, 2015.
- [7] Thiago Schumacher Barcelos and IF Silveira. Relações entre o pensamento computacional e a matemática através da construção de jogos digitais. *Proceedings of XII SBGames*, 2013.
- [8] Thiago Schumacher Barcelos and Ismar Frango Silveira. Pensamento computacional e

- educação matemática: Relações para o ensino de computação na educação básica. In *XX Workshop sobre Educação em Computação, Curitiba. Anais do XXXII CSBC*, 2012.
- [9] Valerie Barr and Chris Stephenson. Bringing computational thinking to k-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1):48–54, 2011.
- [10] Walter Antonio Bazzo. A pertinência de abordagens cts na educação tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(28):83–100, 2002.
- [11] Tim Bell, Jason Alexander, Isaac Freeman, and Mick Grimley. Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1):20–29, 2009.
- [12] Timothy C Bell, Ian H Witten, and Michael Ralph Fellows. *Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages*. Citeseer.
- [13] Paulo Blikstein. O pensamento computacional ea reinvenção do computador na educação, 2008.
- [14] Acey Kreisler Boyce, Antoine Campbell, Shaun Pickford, Dustin Culler, and Tiffany Barnes. Experimental evaluation of beadloom game: how adding game elements to an educational tool improves motivation and learning. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 243–247. ACM, 2011.
- [15] Rupert Brown. Social identity theory: Past achievements, current problems and future challenges. *European journal of social psychology*, 30(6):745–778, 2000.
- [16] Marília Pinto de Carvalho. Sucesso e fracasso escolar: uma questão de gênero. *Educação e Pesquisa*, 29(1):185–193, 2003.
- [17] Taina Carvalho, Daiane Andrade, Jayne Silveira, Victor Auler, Simone Cavalheiro, Marilton Aguiar, Luciana Foss, Ana Pernas, and Renata Reiser. Discussing the challenges related to deployment of computational thinking in brazilian basic education. In *Theoretical Computer Science (WEIT), 2013 2nd Workshop-School on*, pages 111–115. IEEE, 2013.

- [18] Eduardo OC Chaves. Computadores: máquinas de ensinar ou ferramentas para aprender? *Em Aberto*, 2(17), 2011.
- [19] Erick John Fidelis Costa, Livia Sampaio, and Dalton Guerrero. Pensamento computacional na educação básica: Uma análise da relação de questões de matemática com as competências do pensamento computacional. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 1060, 2016.
- [20] K CSTA. Computer science standards, 2011, 12.
- [21] LR DANTE. Tudo é matemática: livro do professor.(5^a a 8^a séries). *São Paulo: Ática*, 2000.
- [22] Rozelma Soares de França and Haroldo José Costa do Amaral. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1, page 179, 2013.
- [23] Fabiana Fiorezi de Marco. Estudo dos processos de resolução de problema mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental. 2004.
- [24] Aline Dresch, Daniel Pacheco Lacerda, and José Antonio Valle Antunes Júnior. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora, 2015.
- [25] Nalú Farenzena. A emenda da obrigatoriedade: mudanças e permanências. *Retratos da Escola*, 4(7):0–0, 2012.
- [26] Adelito Farias, Wilkerson Andrade, and Rayana Alencar. Pensamento computacional em sala de aula: Desafios, possibilidades e a formação docente. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1226, 2015.
- [27] Reynaldo Fernandes. *Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB)*. MEC–Ministério da Educação, INEP–Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007.

- [28] RS de França, WC da Silva, and HJC do Amaral. Ensino de ciência da computação na educação básica: Experiências, desafios e possibilidades. In *XX Workshop de Educação em Computação*. Curitiba, PR, Brasil, 2012.
- [29] F Gonzáles. Metacognición y tareas intelectualmente exigentes, 1998.
- [30] Janet T Jenkins, James A Jerkins, and Cynthia L Stenger. A plan for immediate immersion of computational thinking into the high school math classroom through a partnership with the alabama math, science, and technology initiative. In *Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference*, pages 148–152. ACM, 2012.
- [31] Dana Kelly, Christine Winquist Nord, Frank Jenkins, Jessica Ying Chan, and David Kastberg. Performance of us 15-year-old students in mathematics, science, and reading literacy in an international context. first look at pisa 2012. nces 2014-024. *National Center for Education Statistics*, 2013.
- [32] Frank K Lester Jr et al. The role of metacognition in mathematical problem solving: A study of two grade seven classes. final report. 1989.
- [33] Colleen M Lewis and Niral Shah. Building upon and enriching grade four mathematics standards with programming curriculum. In *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, pages 57–62. ACM, 2012.
- [34] Rensis Likert. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*, 1932.
- [35] Árrllon Chaves Lima and Decíola Fernandes de Sousa. Desenvolvimento do raciocínio lógico e algoritmo através do programa institucional de bolsas de iniciação à docência no ensino fundamental. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1379, 2015.
- [36] Diego Lopes Marques, Luís Felipe Silva Costa, Max André de Azevedo Silva, and Ayla Débora Dantas S Rebouças. Atraindo alunos do ensino médio para a computação: Uma experiência prática de introdução à programação utilizando jogos e python. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1, pages 1138–1147, 2011.

- [37] Isabel P Martins. Formação inicial de professores de física e química sobre a tecnologia e suas relações sócio-científicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3):293–308, 2003.
- [38] Palloma Mestre, Wilkerson Andrade, Dalton Guerrero, Livia Sampaio, Rivanilson da Silva Rodrigues, and Erick Costa. Pensamento computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do pisa. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1281, 2015.
- [39] Rosana Giaretta Sguerra Miskulin. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. *Formação de Professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado das Letras*, pages 217–248, 2003.
- [40] Daltro José Nunes. *Computação ou informática?*, 2010.
- [41] George Polya. *A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência*, 2, 1978.
- [42] George Pólya. *A arte de resolver problemas. trad. heitor lisboa de araujo. rio de janeiro. Interciência*, 1995.
- [43] Juan Ignacio Pozo et al. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed*, 3, 1998.
- [44] IGA PRADO, VZAR FARHA, and MI LARANJEIRA. Parâmetros curriculares nacionais matemática. *SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL/MEC*, page 142, 1997.
- [45] Adams Ray and Wu Margaret. *PISA Programme for international student assessment (PISA) PISA 2000 technical report: PISA 2000 technical report. oecd Publishing*, 2003.
- [46] Mitchel Resnick, John Maloney, Andrés Monroy-Hernández, Natalie Rusk, Evelyn Eastmond, Karen Brennan, Amon Millner, Eric Rosenbaum, Jay Silver, Brian Silverman, et al. Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11):60–67, 2009.

- [47] William Costa Rodrigues et al. Metodologia científica. *Paracambi: Faetec/ist*, 40, 2007.
- [48] Pedro Sales Luís Rosário, Margarida Baldaque, Rosa Mourão, José Carlos Nuñez, Julio Antonio González-Pienda, Antonio Valle, and Maria Cristina Rodrigues Azevedo Joly. Trabalho de casa, auto-eficácia e rendimento em matemática. *Psicologia escolar e educacional*, 12(1):23–35, 2008.
- [49] P Scaico, Diego Lopes, MA de A Silva, JC da Silva, SV Neto, and ED Falcão. Implementação de um jogo sério para o ensino de programação para alunos do ensino médio baseado em m-learning. In *Anais do XX Workshop sobre Educação em Computação. Curitiba: PR*, 2012.
- [50] Alan H Schoenfeld. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, pages 334–370, 1992.
- [51] Cynthia Selby and John Woollard. Computational thinking: the developing definition. 2013.
- [52] Mariangela de Oliveira Gomes Setti and José Carlos Cifuentes. O processo de discretização do raciocínio matemático na tradução para o raciocínio computacional: Um estudo de caso no ensino/aprendizagem de algoritmos, 2009.
- [53] Amber Settle, Baker Franke, Ruth Hansen, Frances Spaltro, Cynthia Jurisson, Colin Rennert-May, and Brian Wildeman. Infusing computational thinking into the middle- and high-school curriculum. In *Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 22–27. ACM, 2012.
- [54] Amber Settle, Debra S Goldberg, and Valerie Barr. Beyond computer science: computational thinking across disciplines. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 311–312. ACM, 2013.
- [55] CMS da SILVA. Filho, mgs matemática: resolução de problemas. *Brasília: Liber Livro*, 2011.

- [56] R Simão. A relação entre actividades extracurriculares e o desempenho académico, motivação, autoconceito, e auto-estima dos alunos. *Monografia do Instituto Superior de Psicologia Aplicada, não publicada. Lisboa, 2005.*
- [57] Kátia Stocco SMOLE and Maria Ignez Diniz. Ler, escrever e resolver problemas. *Porto Alegre: Artmed, page 204, 2001.*
- [58] Piet Strydom. Risk, environment, and society: ongoing debates, current issues, and future prospects. *Order14, 192, 2002.*
- [59] Allen Tucker. A model curriculum for k–12 computer science: Final report of the acm k–12 task force curriculum committee. 2003.
- [60] Adilson Vahldick, Fabiane Barreto Vavassori Benitti, Diego Leonardo Urban, Matheus Luan Krueger, and Arvid Halma. O uso do lego mindstorms no apoio ao ensino de programação de computadores. In *XV Workshop de Educação em Computação, Bento Gonçalves, RS, 2009.*
- [61] John A Van de Walle. *Matemática no ensino fundamental.* Artmed Editora, 2009.
- [62] Jeannette M Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM, 49(3):33–35, 2006.*
- [63] Jeannette M Wing. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366(1881):3717–3725, 2008.*

Apêndice A

Questões Grupo Controle - Intervenção Presencial

Nome _____

Turma _____

Questão 1

Três moedas são lançadas ao mesmo tempo. Qual é a probabilidade de as três moedas caírem com a mesma face para cima? Descreva o passo a passo para chegar a solução apresentada.

Questão 2

Em uma caixa há 4 bolas verdes, 4 azuis, 4 vermelhas e 4 brancas. Se tirarmos sem reposição 4 bolas desta caixa, uma a uma, qual a probabilidade de tirarmos nesta ordem bolas nas cores verde, azul, vermelha e branca? Descreva o passo a passo para chegar a solução apresentada.

Questão 3

De uma sacola contendo 15 bolas numeradas de 1 a 15 retira-se uma bola. Qual é a probabilidade desta bola ser divisível por 3 ou divisível por 4? Descreva o passo a passo para chegar a solução apresentada.

Questão 4

O quadro funcional de uma empresa é composto de 45 pessoas efetivas e 25 pessoas prestadoras de serviços. Do pessoal efetivo 20 são homens e do pessoal prestador de serviço 15 são mulheres. Escolhendo aleatoriamente uma pessoa dessa empresa, qual a probabilidade dessa pessoa ser mulher ou prestar serviço?

Questão 5

Um dado foi lançado 25 vezes. A tabela a seguir mostra os seis resultados possíveis e suas respectivas frequências de ocorrência.

Resultado	1	2	3	4	5	6
Frequência	4	7	3	5	3	3

Qual foi a frequência do aparecimento de um número ímpar? Qual a média, moda e mediana?

Apêndice B

Questões Grupo Controle - Intervenção

Fixação

Nome _____

Turma _____

Questão 1

Uma bola será retirada de uma sacola contendo 5 bolas verdes e 7 bolas amarelas. Qual a probabilidade desta bola ser verde?

Questão 2

Um casal pretende ter filhos. Sabe-se que a cada mês a probabilidade da mulher engravidar é de 20%. Qual é a probabilidade dela vir a engravidar somente no quarto mês de tentativas? Descreva o passo a passo para chegar a solução apresentada.

Questão 3

Quatro moedas são lançadas simultaneamente. Qual é a probabilidade de ocorrer coroa em duas moedas?

Questão 4

No de jogo par ou ímpar (sem considerar o 0). Qual tem maior probabilidade de ganhar par ou ímpar?

Questão 5

Uma urna contém 3 bolas numeradas de 1 a 4 e outra urna com 5 bolas numeradas de 1 a 5. Ao retirar-se aleatoriamente uma bola de cada uma, qual a probabilidade da soma dos pontos ser maior do que 6 ?

Apêndice C

Questões Grupo Experimental - Intervenção Presencial

Nome _____

Turma _____

Questão 1

Sorveteria

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica através de um passo a passo.

Em uma sorveteria, os clientes podem pedir um sorvete na casquinha com com uma bola por apenas 1,00 real e duas opções de cobertura. As opções de cobertura são: chocolate, morango, doce de leite e uva.

Quais são as opções de cobertura, sem repetir o sabor, que você poderia escolher se comprasse um sorvete?

Digamos que você queira adicionar mais uma opção de cobertura, essa adição ocasionaria um aumento de 30% no valor atual do sorvete. Qual seria o valor que você teria que pagar pelo sorvete?

Quais as novas opções de cobertura que você poderia ter com a adição da cobertura extra? Neste caso, demonstre as opções podendo repetir os tipos de cobertura. ex: morando, morango e morando.

Complete a tabela com as possibilidades de escolha das coberturas. Insira novas linhas para demonstrar todas essas possibilidades.

Sorvete	Cobertura 1	Cobertura 2	Cobertura 3
A	Morango	Morango	Morango
B			

Questão 2

Sorteio

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

Jurandir trabalha em uma empresa de vendas de calçados. Todo final do mês no dia do pagamento aos funcionários, o gerente sorteia um vale presente para o funcionário do mês.

Jurandir foi escolhido o funcionário do mês por conseguir bater a meta de vendas. Na sacola os vale presentes estão distribuídos de acordo com o as informações a seguir:

Vale presente	Quantidade de vales
50 reais	5
100 reais	3
150 reais	2

Primeiramente, comece representando essas informações em um gráfico de barras. Após essa representação, calcule a probabilidade que Jurandir terá de ganhar 150 reais?

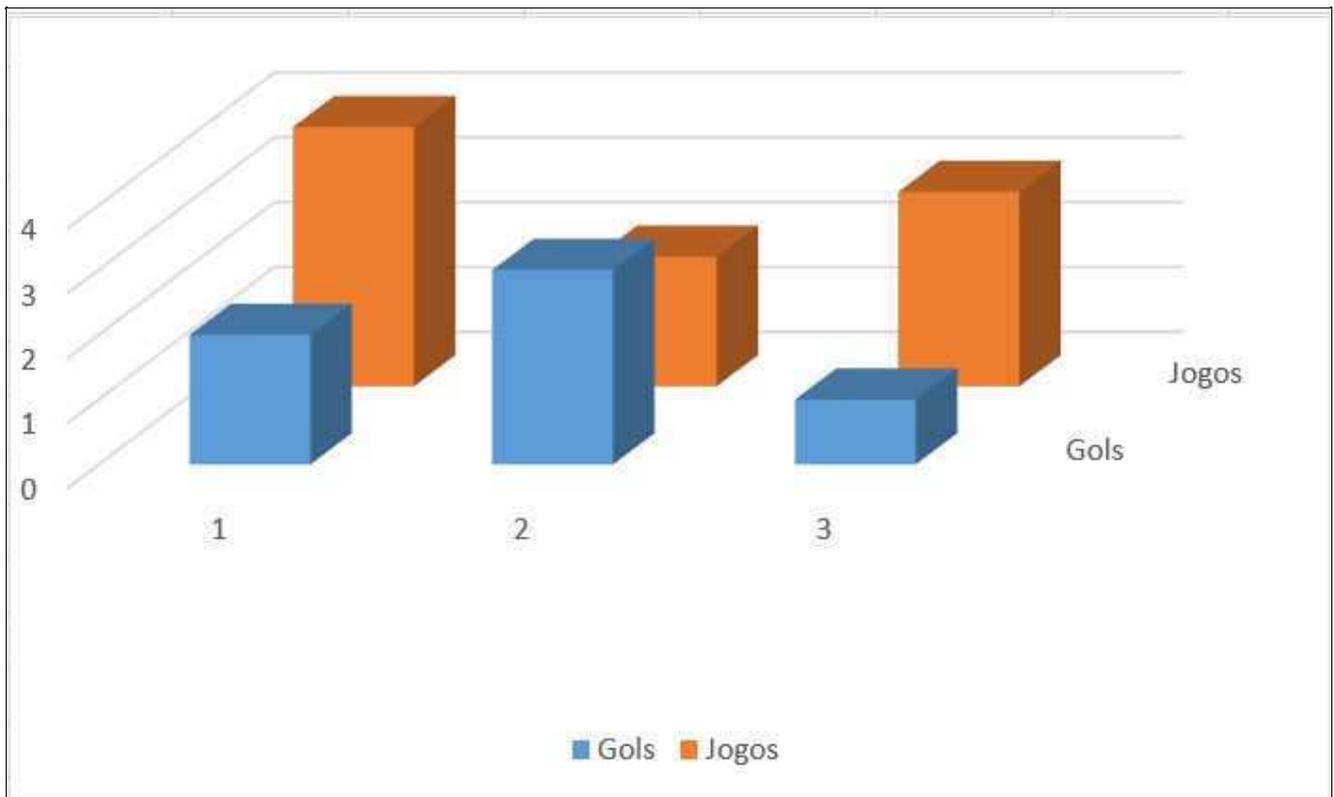
Se o gerente decidisse inserir mais um vale presente de 150 reais, a probabilidade de Jurandir ganhar 150 reais aumentaria? Mostre seus resultados.

Questão 3

Time de Futebol

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

O atual líder do campeonato brasileiro conseguiu 10 vitórias em 10 jogos. Porém, os placares foram diferentes entre uma partida e outra. Os gols marcados por partida podem ser observados no gráfico a seguir.



Observando os dados, qual a média de gols por jogos?

Tendo em vista que o próximo jogo é contra o vice-líder do campeonato, qual a probabilidade do líder marcar 3 gols?

Informe também a probabilidade dele poder marcar 2 e 1 gols, respectivamente. Organize todas as informações geradas pelas probabilidades de marcar gols em uma tabela. Lembre-se de ser claro em suas afirmações e organizar suas respostas de forma lógica.

Repita o procedimento invertendo o número de jogos pelo número de gols e o número de gols pelo de jogos.

Questão 4

Convocação

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

A convocação da seleção brasileira de futebol, sempre foi um momento muito aguardado pelos fanáticos pelo esporte. O técnico Dunga fez essa semana a

convocatória para as eliminatórias que divergiu opiniões. A seguir, algumas informações de pesquisas realizados por quatro grandes revistas esportivas.

- Revista 1: 46,5% de 600 profissionais do futebol disseram que foi uma boa convocação.
- Revista 2: 51,0% de 600 profissionais do futebol disseram que foi uma má convocação.
- Revista 3: 49,0% de 1000 profissionais do futebol disseram que foi uma boa convocação.
- Revista 4: 45,5% de 100 profissionais do futebol disseram que foi uma má convocação.

Para melhor visualizar as informações acima, defina as porcentagens dos profissionais do futebol que disseram que foi boa ou ruim a convocação, para cada pesquisa realizada. Você pode usar uma tabela para melhor organizar essas informações.

Agora que conseguimos visualizar melhor os dados, qual foi a média para cada opinião sobre a convocação da seleção?

A quantidade de profissionais que disseram que a convocação foi boa é maior do que os que disseram que foi má?

Digamos que acabaram de divulgar uma nova pesquisa realizada pela Revista 5. A pesquisa analisou 1800 pessoas e a porcentagem de profissionais que disseram que foi uma má convocação foi de 60%. Se refizemos os cálculos do percentual médio para cada opinião, levando em consideração as 5 Revistas, qual seria a opinião mais relevante, boa ou má convocação?

Questão 5

ENEM

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

O sentimento de nervosismo nos meses que antecedem a prova do ENEM, cresce bastante nos estudantes que irão realizar a prova. Em um estudo realizado levando

em consideração os dados dos últimos anos da aplicação da prova, mostrou a quantidade de faltantes eliminados antes da divulgação dos resultados.

Levando em consideração que 50,000,00 estudantes faltaram a uma das duas provas no ano passado, em média. Um estatístico afirmou que esse percentual aumentaria em 15% no ano de 2015 e que o aumento em 2016 seria de $\frac{2}{3}$ da quantidade média de faltantes do último ano.

Qual será a média de faltantes para o 2015 e 2016, respectivamente. Esboce essas informações de forma clara com um gráfico.

É possível afirmar que a porcentagem de faltantes em 2015 é maior que em 2016? Baseado em quais resultados?

Apêndice D

Questões Grupo Experimental - Intervenção Fixação

Nome _____

Turma _____

Questão 1

Pneus problemáticos

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

A empresa Pneumania fabrica dois tipos de pneus por dia: Pneu Classe A e Pneu Classe B. Ao final os pneus são testados e os que apresentam defeitos são descartados. O quadro abaixo indica a quantidade de pneus de cada tipo produzido diariamente, assim como a porcentagem média de pneus defeituosos.

Tipo de Pneu	Produção diária	Porcentagem defeituosa
Pneu Classe A	2000	5%
Pneu Classe B	6000	3%

Qual seria a produção diária do “Pneu Classe A” caso a porcentagem de produção aumentasse em 15%? E a produção diária do “Pneu Classe B” se a porcentagem de produção fosse a metade desse valor? Quantos pneus defeituosos cada tipo de pneu teria com o aumento na produção?

Para melhor representar as mudanças na produção, use um gráfico de barras para representar as porcentagens correspondentes a cada tipo de pneu.

Questão 2

Que computador escolher

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

Uma loja possui alguns modelos de computadores para vender: PC Turbo, PC Léguas, PC Nave, PC Zão, PC Zaço e PC Inho. O quadro a baixo mostra algumas informações de hardware para cada modelo em específico.

Modelo	Memória	HD	Processador	Preço
PC Turbo	1 gb	100 gb	Celeron	1500 R\$
PC Léguas	2 gb	200 gb	Dual Core	2000 R\$
PC Nave	2 gb	250 gb	Dual Core	2300 R\$
PC Zão	1 gb	150 gb	Celeron	1300 R\$
PC Zaço	3 gb	250 gb	Quad Core	2800 R\$
PC Inho	2 gb	200 gb	Dual Core	1800 R\$

A loja recebeu uma ligação onde o cliente disponibilizava de 1900 reais para comprar um PC novo. As configurações requeridas pelo cliente eram que o PC tivesse um processador “Quad Core” ou pelo menos $\frac{1}{3}$ de um processador de 6 GB. Quais seriam as opções que se encaixariam nas necessidades desse cliente?

No momento do atendimento a loja ofereceu um desconto de 20% em qualquer modelo de PC. Quais seriam as opções de compra nessa condição, levando em consideração as já feitas pelo cliente anteriormente?

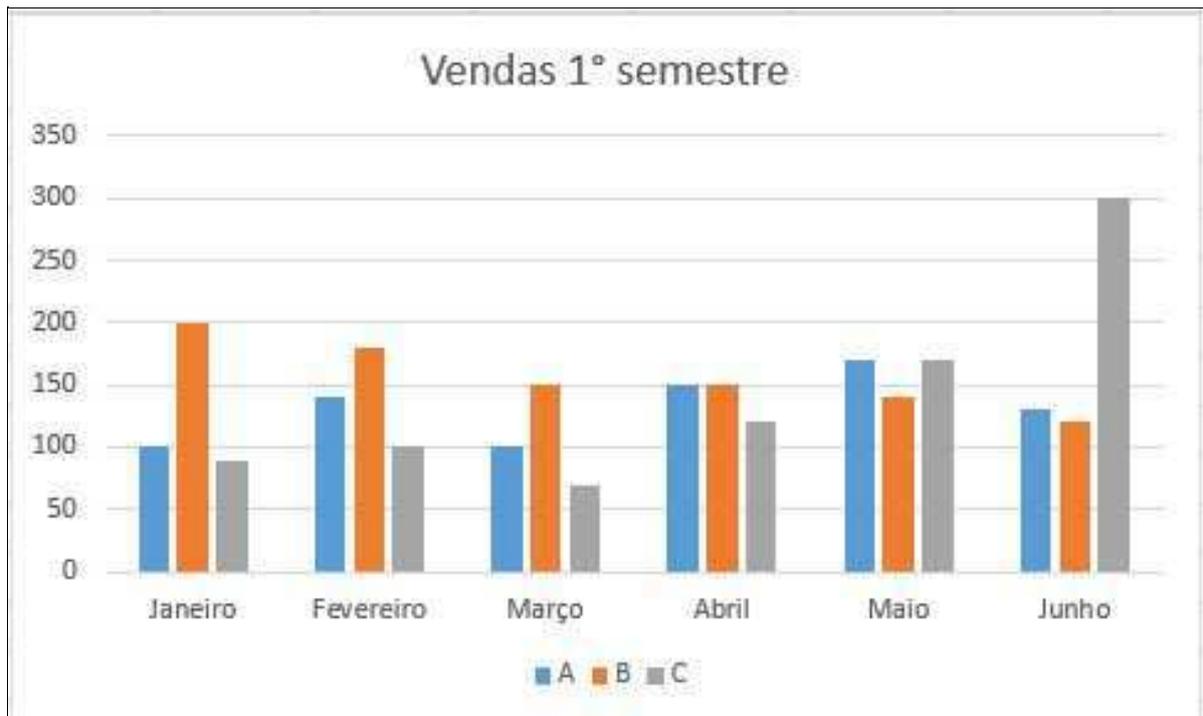
O gerente vendo a dificuldade dos atendentes em repassar os valores aos clientes, pediu que você fizesse um novo quadro contendo todas as informações atuais dos PCs, e além disso os preços com descontos de 30%, 20% e 10% para toda a linha. Você é um bom funcionário, vamos lá? Aproveite e disponibilize a média de valores dos computadores.

Questão 3

Construção

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

O setor de construção vem crescendo bastante nos últimos anos. Se você observar os dados do gráfico abaixo, pode analisar o faturamento de vendas na escala de mil reais de três grandes empresas nacionais representadas pelas letras A, B e C.



Analisando os dados acima, qual a média de faturamento da empresa A, B e C?
 Analisando o pico de crescimento no mês de junho da empresa C, qual a porcentagem de crescimento, em relação aos outros meses, que a empresa teve?

Se a venda de materiais de construção crescer em 15% nos próximos dois meses, quanto será o faturamento médio de cada empresa? Represente o crescimento graficamente para cada empresa.

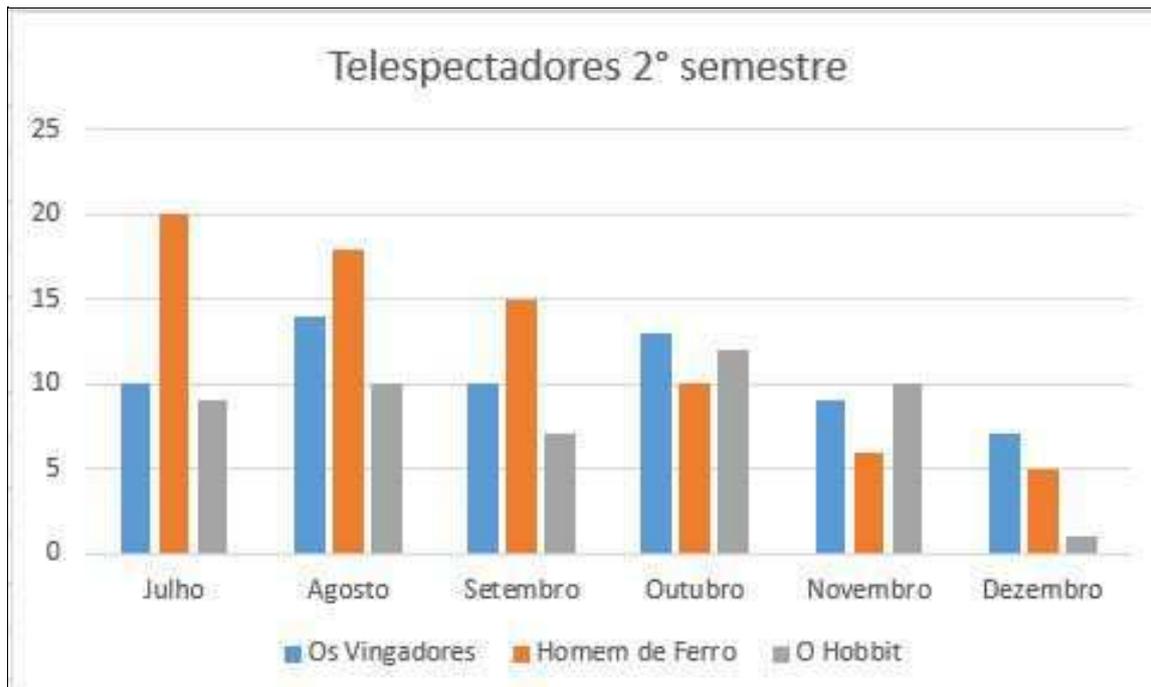
Ao final, qual das empresas terá o maior faturamento?

Questão 4

Filmes

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

A maioria das pessoas gostam muito de curtir os finais de semana fazendo algo diferente. O principal programa das crianças, jovens e, principalmente dos casais, é curtir um cineminha. No gráfico abaixo, podemos observar a média de público para cada franquia, referente ao segundo semestre. As franquias são: Os Vingadores, Homem de Ferro e O Hobbit.



Se do início do ano até o mês de Julho a quantidade de público foi caindo em 10% a cada mês, mostre graficamente a quantidade de público para o 1º semestre. Agora, levando em consideração os valores gerados, quem obteve a maior média de público ao longo do ano?

Se no próximo ano a porcentagem média do público aumentar em 20%, qual será a média de público do ano? E se acontecer uma queda de 15%?

Questão 5

Chuvas

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

A necessidade de chuvas na nossa região vem crescendo bastante nos últimos meses. Nossos reservatórios estão com um nível baixíssimo de águas.

Levando em consideração que precisamos que chova 100,000,00 m³ de água para encher um de nossos reservatórios, um estudo foi feito em cima da possibilidade que isso aconteça.

Um meteorologista declarou em suas pesquisas que: - Nos próximos 10 anos, a probabilidade de que ocorra uma chuva para encher por completo o reservatório é de quatro em seis.

De acordo com a afirmação do estudioso, é possível afirmar que poderá chover no próximo ano? Qual a probabilidade disso acontecer?

Podemos ter certeza que ocorrerá uma chuva nos próximos 10 anos para encher o reservatório?

A probabilidade de chover é maior que a probabilidade de não chover? É possível dizer isso?

Apêndice E

Questões do Teste de Medição de Desempenho

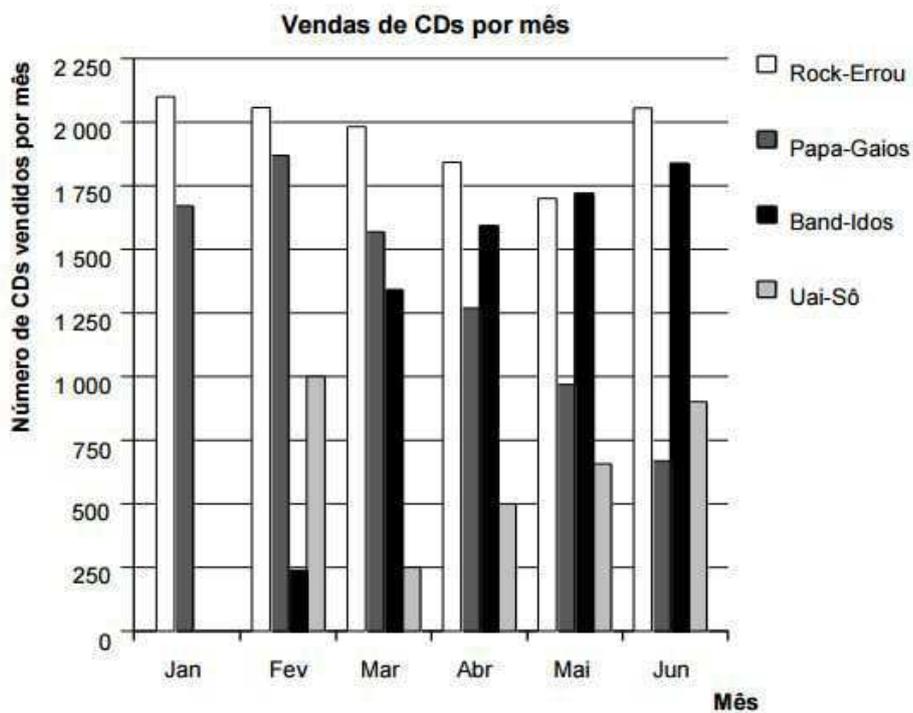
Nome _____

Turma _____

Questão 1

PARADAS DE SUCESSO

Em janeiro, os grupos *Rock-Errou* e *Papa-Gaios* lançaram um novo CD. Em fevereiro, foi a vez dos grupos *Band-Idos* e *Uai-Sô* lançarem cada um seu CD. O gráfico a seguir mostra as vendas desses CDs de janeiro a junho.



Questão 1: PARADA DE SUCESSOS

PM918Q01

Quantos CDs o grupo Uai-Sô vendeu em abril?

- A 250
- B 500
- C 1 000
- D 1 270

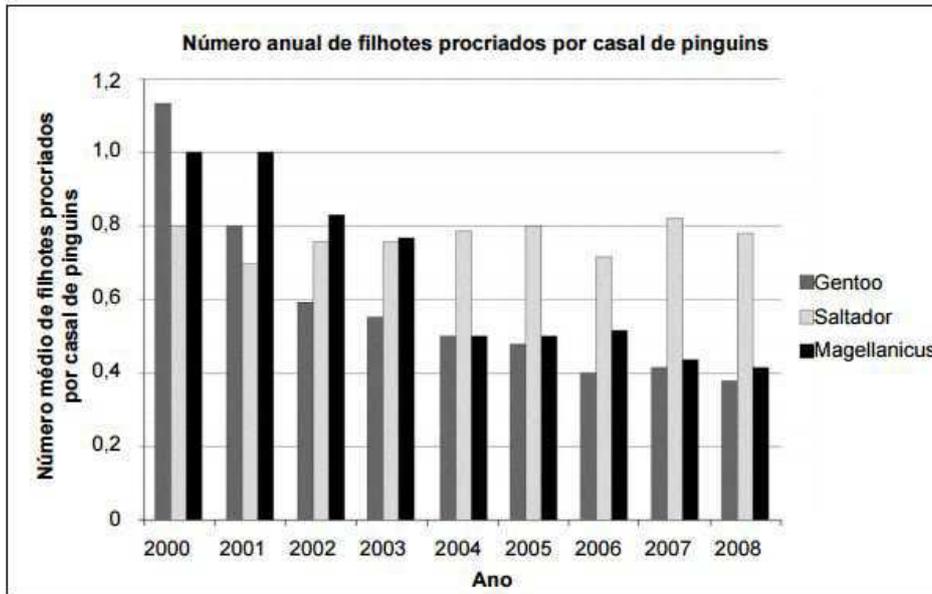
Questão 2

Questão 4: PINGUINS

PM921Q04

No retorno de sua expedição, Jean Baptiste dá uma olhada na Internet para ver quantos filhotes um casal de pinguins procria em média.

Ele encontra o seguinte gráfico de barras para os três tipos de pinguins: Gentoo (*Pygoscelis papua*), Saltador (*Eudyptes chrysocome*) e o Magellanicus (*Spheniscus magellanicus*).



De acordo com o gráfico acima, as seguintes afirmações acerca desses três tipos de pinguins são Verdadeiras ou Falsas?

Circule "Verdadeira" ou "Falsa" para cada afirmação.

Afirmação	Esta afirmação é Verdadeira ou falsa?
Em 2000, o número médio de filhotes procriados por casal de pinguins era superior a 0,6.	Verdadeira / Falsa
Em 2006, em média, menos de 80% dos casais de pinguins procriaram um filhote.	Verdadeira / Falsa
Por volta de 2015, esses três tipos de pinguins terão desaparecido.	Verdadeira / Falsa
O número médio de filhotes procriados por casal de pinguins Magellanicus diminuiu entre 2001 e 2004.	Verdadeira / Falsa

Questão 3

QUAL CARRO?

Cris acabou de receber sua carteira de habilitação e quer comprar seu primeiro carro.

A tabela abaixo mostra os detalhes de quatro carros que ela viu em uma concessionária de veículos local.



Modelo:	Argentum	Brisa	Corinto	Doral
Ano	2003	2000	2001	1999
Preço anunciado (em zeds)	4 800	4 450	4 250	3 990
Quilometragem (em quilômetros)	105 000	115 000	128 000	109 000
Capacidade do motor (em litros)	1,79	1,796	1,82	1,783

Questão 1: QUAL CARRO?

PM985Q01

Cris quer um carro que preencha **todas** as seguintes condições:

- A quilometragem **não** deve ser maior do que 120 000 quilômetros.
- O ano de fabricação deve ser de 2000 ou mais recente.
- O preço anunciado **não** deve ser maior do que 4 500 zeds.

Qual carro preenche as condições de Cris?

- A Argentum
- B Brisa
- C Corinto
- D Doral

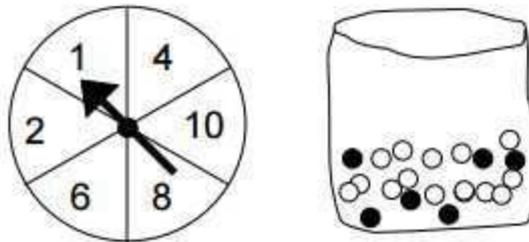
Questão 4

QUERMESSE

Questão 1: QUERMESSE

M471Q01

Uma barraca de uma quermesse propõe um jogo no qual se utiliza primeiro uma roleta. Em seguida, se a roleta parar em um número par, o jogador poderá pegar uma bolinha de gude de dentro de um saco. A roleta e as bolinhas de gude, contidas



no saco, estão representados na figura abaixo.

Os prêmios são distribuídos às pessoas que pegam uma bolinha de gude preta. Sueli joga uma vez.

Qual é a probabilidade de Sueli ganhar um prêmio?

- A Impossível.
- B Não muito provável.
- C Cerca de 50% de probabilidade.
- D Muito provável.
- E Certeza.

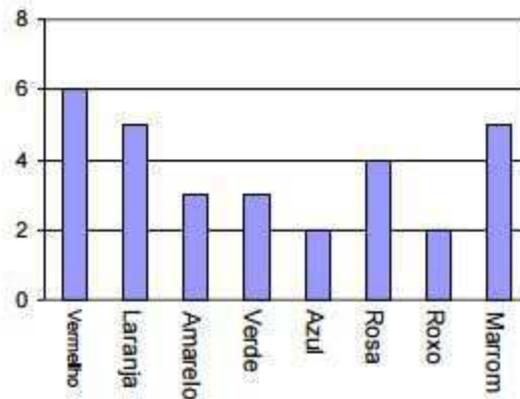
Questão 5

BOMBONS COLORIDOS

Questão 1: Bombons COLORIDOS

M467Q01

A mãe de Roberto permite que ele pegue um bombom de um saco. Ele não consegue ver os bombons. O gráfico abaixo mostra o número de bombons de cada cor contidas no saco.



Qual é a probabilidade de Roberto pegar um bombom vermelho?

- A 10%
- B 20%
- C 25%
- D 50%

Apêndice F

Questionário de Identificação de Conhecimento em PC

Perfil dos alunos

Questionário para de caracterização dos alunos. As respostas serão utilizadas em uma pesquisa de Mestrado em Ciência da Computação.

Observação: A privacidade de seus dados será mantida. Nenhum dado pessoal será publicado ou repassado a terceiros.

*Obrigatório

Informe seu nome completo *

Qual sua idade *

01. Você é repetente? *

- Sim.
- Não.

02. Quanto tempo você se dedica a estudar a disciplina de matemática? *

Responda o equivalente a horas diárias de estudo, sem levar em consideração o tempo em sala de aula.

- Menos de uma hora.
- De uma a duas horas.
- De duas a três horas.
- De três a quatro horas.
- Mais de quatro horas.

03. Qual o seu sexo? *

- Masculino.
- Feminino.

04. Você já participou de alguma olimpíada de informática, programação ou matemática? *

- Sim, de informática.
- Sim, de programação.
- Sim, de matemática.
- Não, nunca participei de olimpíadas.

05. Você já obteve alguma premiação nas olimpíadas que participou? *

- Sim, na de informática.
- Sim, na de programação.
- Sim, na de matemática.
- Não, nunca fui premiado.
- Não, não participei de olimpíadas.

06. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma realizar pesquisas com pessoas ou outra atividade para coletar dados para solucionar problemas? *

- Sempre costumamos realizar coleta de dados.
- As vezes costumamos realizar coleta de dados.
- Não costumamos realizar coleta de dados.

07. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma representar informações através de tabelas, gráficos, conjuntos, etc? *

- Sempre costumamos representar informações.
- As vezes costumamos representar informações.
- Não costumamos representar informações.

08. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma analisar e interpretar informações? *

- Sempre costumamos analisar informações.
- As vezes costumamos analisar informações.
- Não costumamos analisar informações.

09. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma dividir problemas em partes menores e solucionar as partes mais ou menos importantes primeiro? *

- Sempre costumamos dividir os problemas e definir o que será resolvido primeiro.
- As vezes costumamos dividir os problemas e definir o que será resolvido primeiro.
- Não costumamos dividir os problemas e definir o que será resolvido primeiro.

10. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma se deparar com problemas do seu dia-a-dia e fazer relações com as atividades de matemática? *

- Sempre costumamos nos deparar e fazer essa relações.
- As vezes costumamos nos deparar e fazer essa relações.
- Não costumamos nos deparar e fazer essa relações.

11. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma organizar suas soluções através de um passo-a-passo? *

- Sempre costumamos organizar nossas soluções.
- As vezes costumamos organizar nossas soluções.
- Não costumamos organizar nossas soluções.

12. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma usar calculadora ou computador para auxiliá-lo? *

- Sempre costumamos usar.
- As vezes costumamos usar.
- Não costumamos usar.

13. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma realizar atividades em equipe dividindo as atividades e resolvendo-as de forma simultânea? *

- Sempre costumamos dividir as atividades em equipes.
- As vezes costumamos dividir as atividades equipes.
- Não costumamos dividir as atividades equipes.

14. Nas atividades da disciplina de Matemática, você costuma realizar simulações para entender os processos matemáticos, como por exemplo, o crescimento dos valores de uma função e o comportamento do seu gráfico? *

- Sempre costumamos realizar simulações.
- As vezes costumamos realizar simulações.
- Não costumamos realizar simulações.

Apêndice G

Questionário de Avaliação do Estudo

Avaliação do processo

Formulário para avaliação do material usado no estudo.

*Obrigatório

01. Sobre o teste final. Qual sua impressão sobre ele? *

- As questões do teste são fáceis.
- As questões do teste são medianas.
- As questões do teste são difíceis.

02. Sobre as questões da aula de revisão e exercício de fixação. Qual sua impressão?

- São muito semelhantes as questões do teste final.
- São pouco semelhantes as questões do teste final.
- Não apresentam semelhança as questões do teste final.

03. A aula expositiva presencial ajudou na realização do teste. *

- A aula me ajudou.
- A aula me ajudou razoavelmente.
- A aula não me ajudou.

04. O exercício de fixação ajudou na realização do teste. *

- O exercício me ajudou.
- O exercício me ajudou razoavelmente.
- O exercício não me ajudou.

05. Você procurou ajuda para solucionar os exercícios de fixação? *

- Sim, procurei ajuda dos colegas para resolver todas as questões.
- Sim, procurei ajuda dos colegas para resolver algumas questões
- Não, resolvi o exercício sozinho.

06. Sobre as questões da aula de revisão e exercício de fixação. Qual sua impressão? *

- São muito semelhantes as questões que o professor usa diariamente.
- São pouco semelhantes as questões que o professor usa diariamente.
- Não apresentam semelhança as questões que o professor usa diariamente.

Apêndice H

Controle de Tempo

Aplicação:

Aluno	Início / Horas	Término / Horas
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		

Apêndice I

Espelho para Análise de Conteúdo

Espelho de Análise dos Rascunhos

1. Competências Analisadas

Competência do Pensamento Computacional	Como Identificar nas Questões de Matemática
Coleta de Dados	Obter ou gerar dados através de observações empíricas ou de figuras, tabelas, listas, gráficos, etc. Esses dados devem ser usados para resolver um problema.
Análise de Dados	Interpretar informações a partir de dados fornecidos, onde essas informações serão utilizadas para resolver um problema.
Representação de Dados	Gerar gráficos, listas, tabelas, matrizes, conjuntos ou diagramas a partir de dados coletados ou analisados.
Problema de Decomposição	Resolver uma expressão aritmética ou lógica.
Abstração	Analisar um contexto real visando obter dados e expressões relevantes para resolução de um problema.
Algoritmos e Procedimentos	Resolver um problema criando e utilizando uma sequência lógica de passos que não esteja explícito na questão.
Automação	Usar ferramentas para facilitar a resolução de um problema.
Paralelização	Possibilitar que partes do problema possam ser resolvidas de maneira simultânea.
Simulação	Realizar modificações dos valores nas variáveis visando obter e enxergar conclusões ou comportamentos diferentes para um problema.

2. Orientações

Precisamos analisar se em algum momento foi utilizado as competências acima descritas e, não em que intensidade foi utilizado. Logo, se um procedimento foi simulado de forma incompleta ou uma representação de informações não esta clara, isso não será avaliado. Queremos identificar o estímulo, não a correteude do exercício. É como ensinar a chutar uma bola, não queremos avaliar se ele fez o gol, mas se ele tentou chutar a bola.

3. Análise das Competências

Agora vamos as orientações de como identificar os estímulos:

Pneus problemáticos

OBS. Leia atentamente toda a questão antes de começar a responder. O uso da calculadora é permitido, no entanto, todo o processo deve ser registrado e organizado de forma lógica.

A empresa Pneumania fabrica dois tipos de pneus por dia: Pneu Classe A e Pneu Classe B. Ao final os pneus são testados e os que apresentam defeitos são descartados. O quadro abaixo indica a quantidade de pneus de cada tipo produzido diariamente, assim como a porcentagem média de pneus defeituosos.

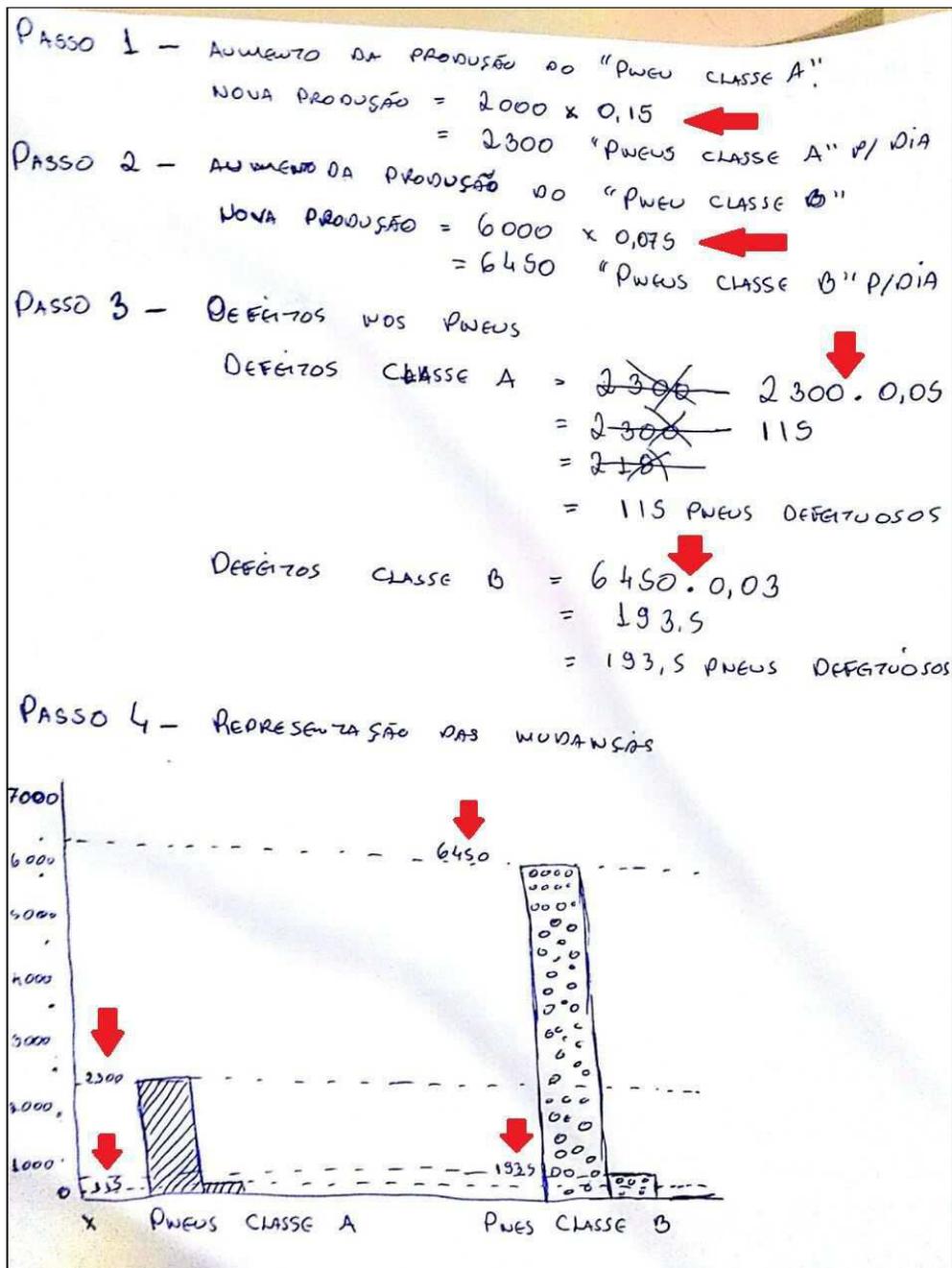
Tipo de Pneu	Produção diária	Porcentagem defeituosa
Pneu Classe A	2000	5%
Pneu Classe B	6000	3%

Qual seria a produção diária do "Pneu Classe A" caso a porcentagem de produção aumentasse em 15%? E a produção diária do "Pneu Classe B" se a porcentagem de produção fosse a metade desse valor? Quantos pneus defeituosos cada tipo de pneu teria com o aumento na produção?

Para melhor representar as mudanças na produção, use um gráfico de barras para representar as porcentagens correspondentes a cada tipo de pneu.

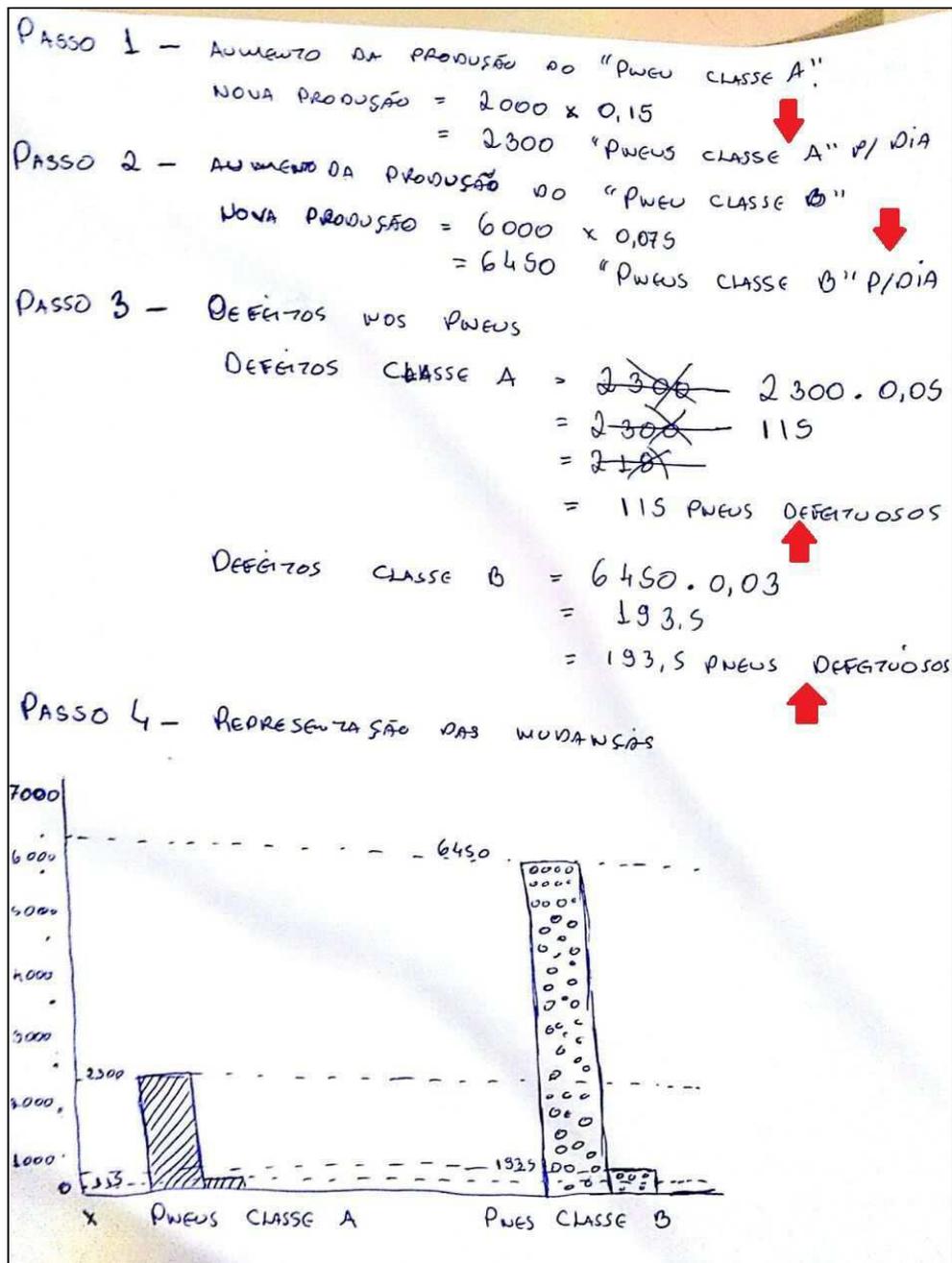
Questão Exemplo

Coleta de Dados - O aluno deve ter coletado informações relevantes da questão para auxiliar no processo de resolução da mesma. Muitas vezes a questão apresenta valores em seu enunciado que precisam ser coletadas e armazenadas para facilitar o seu manuseio. É possível fazer essa identificação?



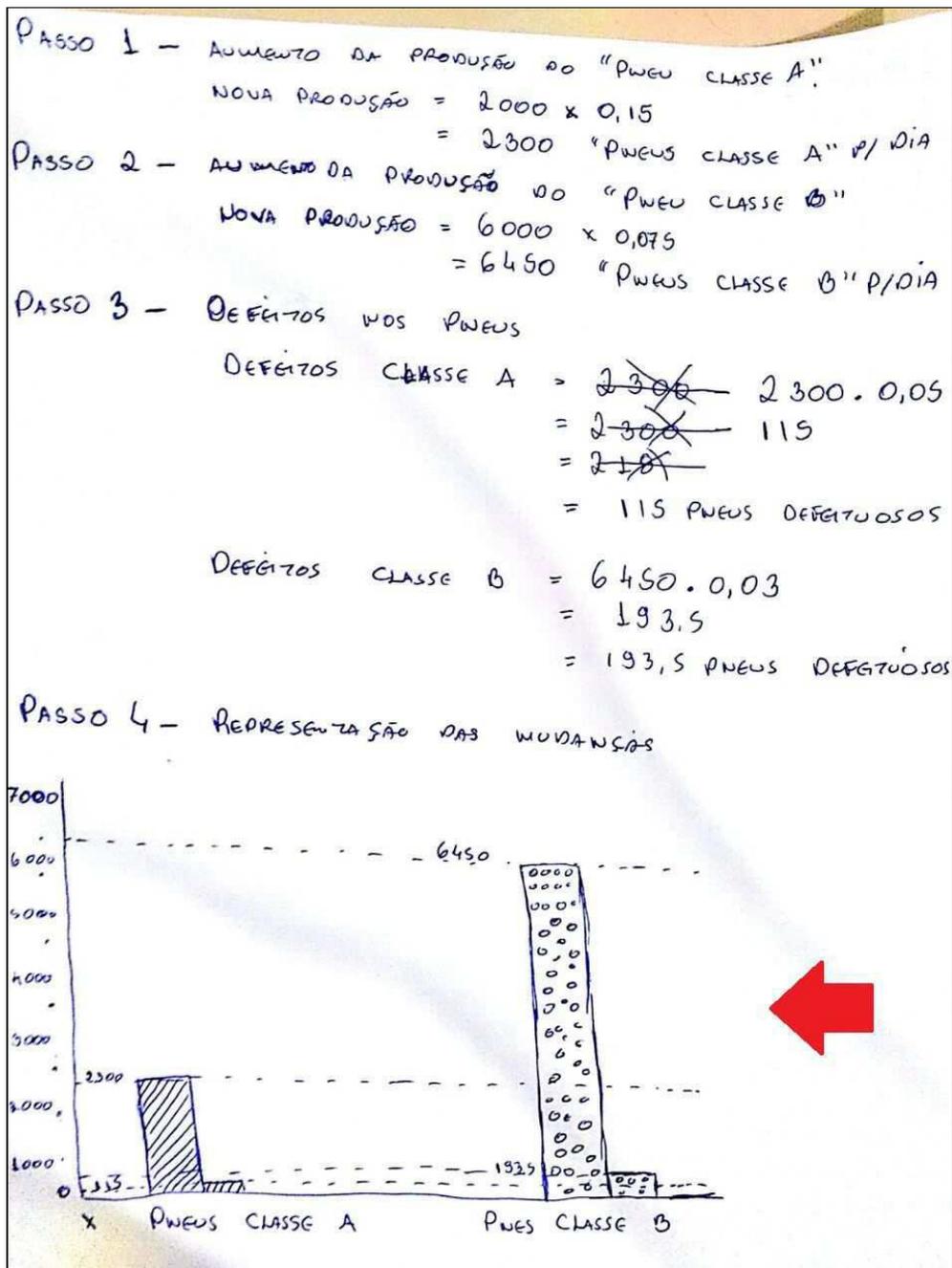
- Os valores das porcentagens para realização dos cálculos;
- Os valores resultantes para aplicação na resolução dos próximos passos;
- A inserção desses valores nos gráficos ou em qualquer outro procedimento de resolução.

Análise de Dados - O aluno deve ter feito a interpretação dos dados identificados para resolver a questão ou até mesmo a interpretação do resultado final tido como resposta. Muitas vezes os alunos inserem apenas o valor final da resposta de uma expressão algébrica, mas não procuram expor o que significa aquele resultado em relação a situação problema apresentada. É possível fazer essa identificação?



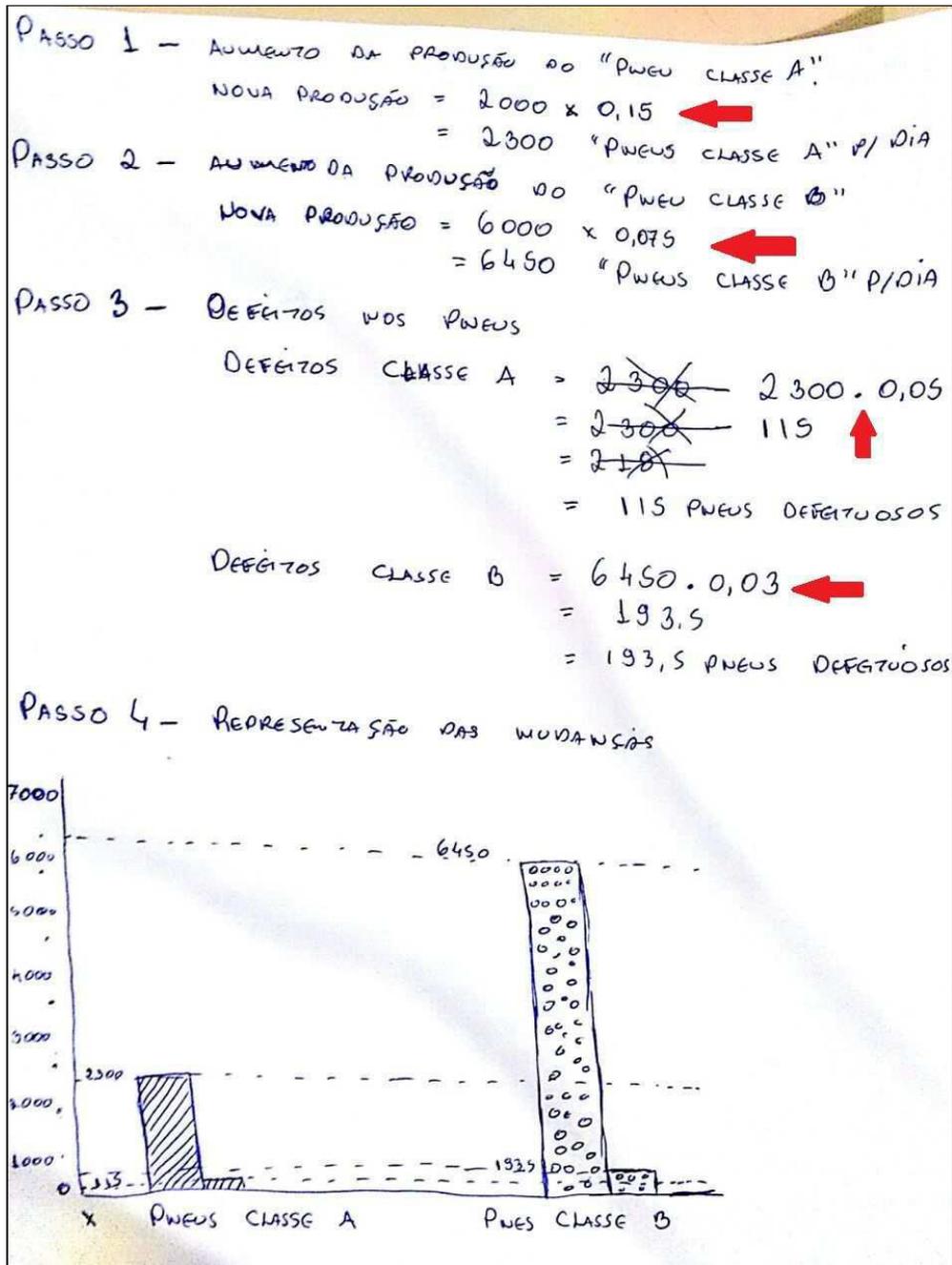
- A interpretação dos valores numéricos dando sentido aos números resultantes de expressões ou identificações.

Representação de Dados - O aluno deve ter representado os dados de alguma forma para ajudar a resolver a questão. Deve ser possível identificar representações como gráficos, grupos, matrizes, conjuntos, etc. É possível fazer essa identificação?



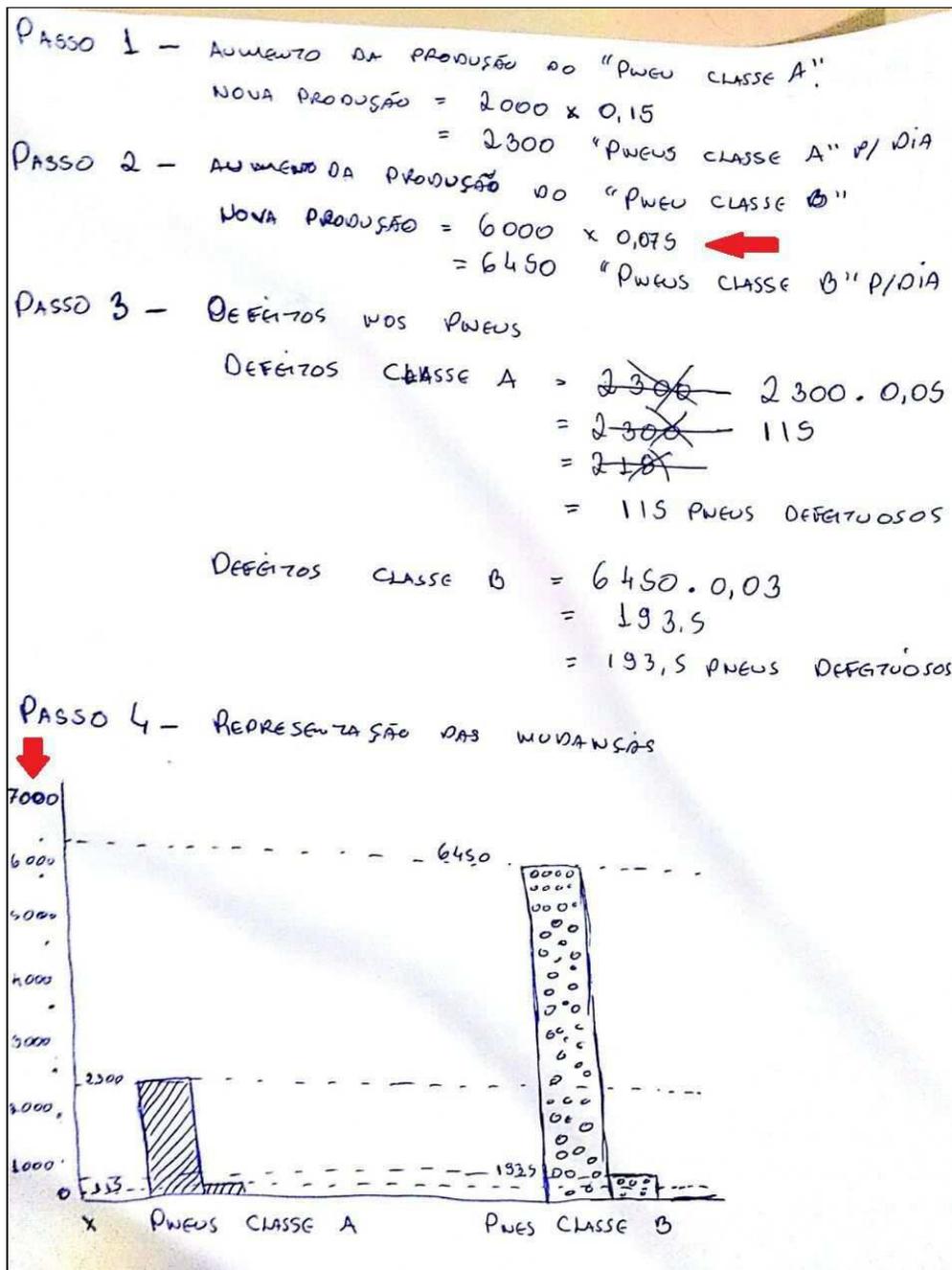
- Gráficos, conjuntos, matrizes, etc.

Problema de Decomposição - O aluno deve ter exercitado alguma expressão algébrica ou lógica. Na maioria das vezes obedecendo as ordens de precedência estabelecidas. É possível fazer essa identificação?



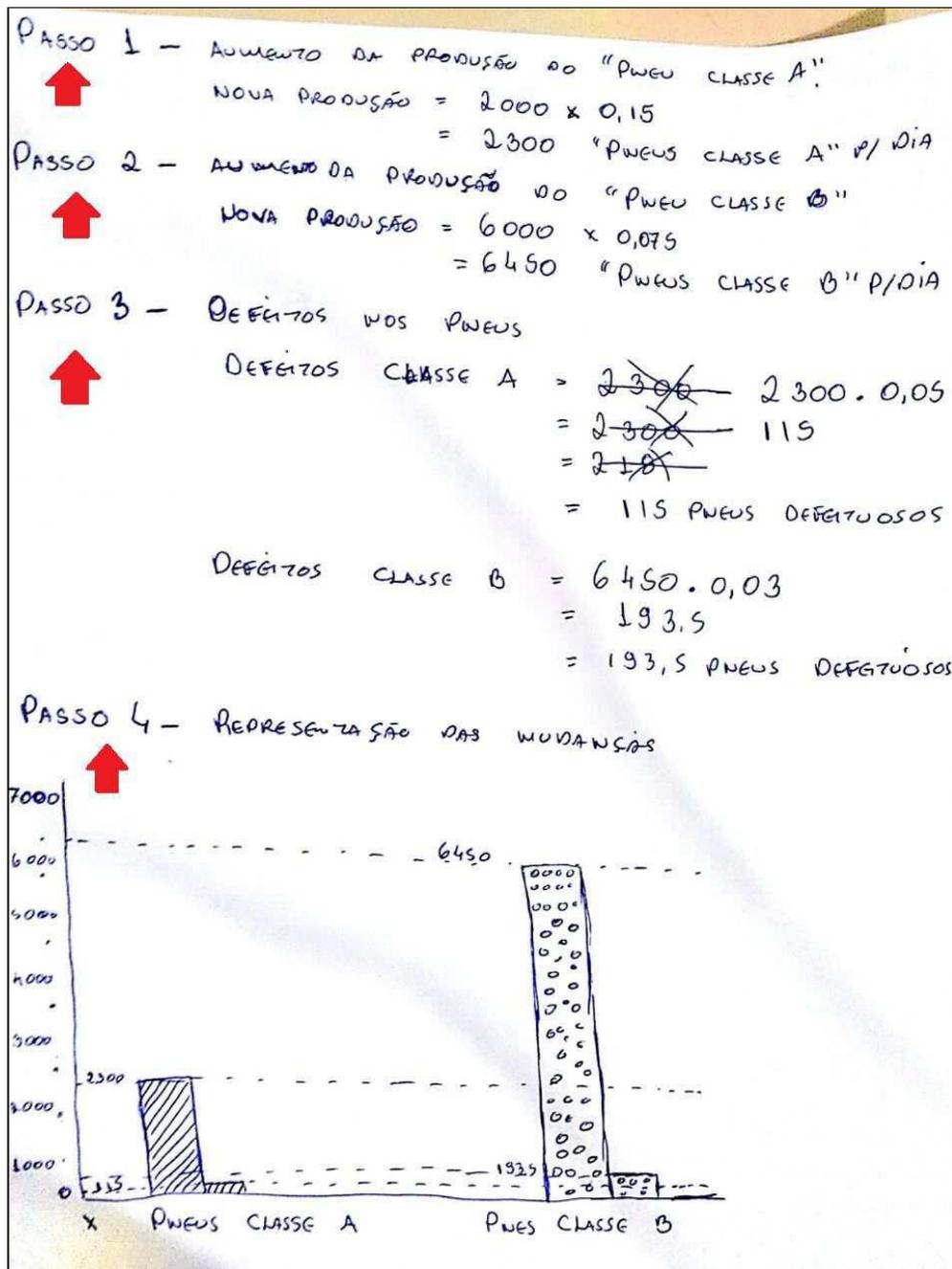
- Resolução de expressões algébricas.

Abstração - O aluno deve ter identificado situações do problema essenciais para resolução, mas que não tenham sido descritas no enunciado diretamente. É possível fazer essa identificação?



- Identificação de valores numéricos não definidos no enunciado.

Algoritmos e Procedimentos - O aluno deve ter organizado ou descrito o procedimento que utilizou para chegar ao resultado final do problema. É possível fazer essa identificação através da organização por meio de enumeração das ações ou organização através de quesitos. É possível fazer essa identificação?



- Organização de todo procedimento de resolução da questão de forma lógica e organizada.

Automação - O aluno deve ter utilizado de alguma ferramenta para ajudar no processo de resolução do problema. É possível fazer essa identificação?

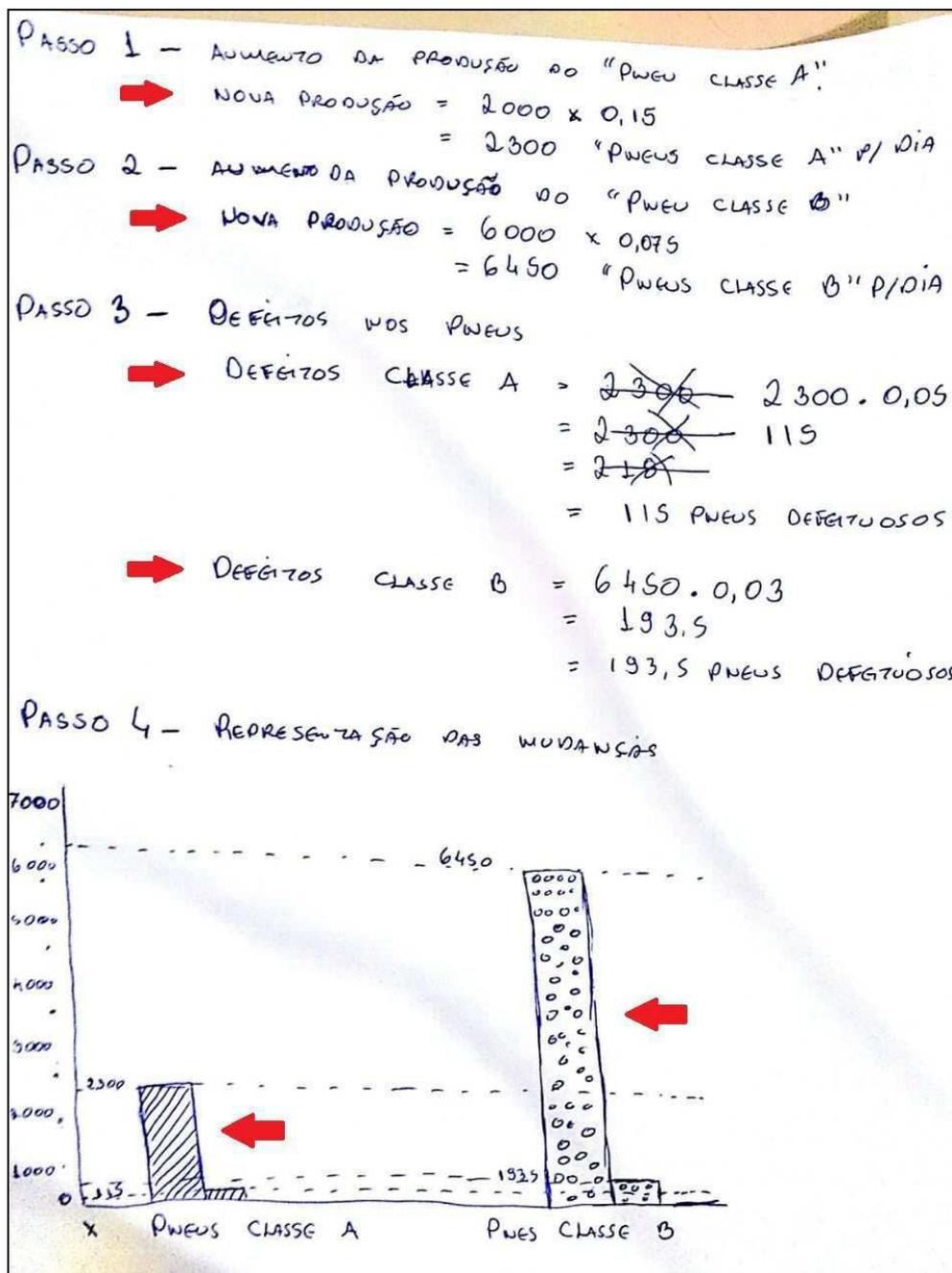
- Embora a questão permita o uso de calculadora não é possível realizar essa identificação no rascunho exemplo. No entanto, durante a aplicação foi possível identificar o uso da ferramenta.

Paralelização - O aluno deve ter sido apresentado a situações que podem ser organizadas para serem resolvidas em paralelo. Um problema pode ter sido dividido em partes e ter sido resolvido por mais de um aluno simultaneamente e ao final os

resultados prévios serem unidos gerando a resposta final. É possível fazer essa identificação?

- Embora o experimento permitisse a comunicação entre os alunos submetidos não é possível realizar essa identificação no rascunho exemplo. No entanto, durante a aplicação foi possível identificar as relações entre os alunos para a realização dos procedimentos de resolução.

Simulação - O aluno deve repetir procedimentos anteriores realizando alterações de valores ou de técnicas. Isso para que seja possível identificar diferentes comportamentos para a resolução do problema ou uma solução que melhor se adequa. É possível fazer essa identificação?



- A reprodução de um processo de resolução já utilizado modificando os valores;
- A representação gráfica dos resultados permitindo a visualização do comportamento dos objetos para facilitar a observação comportamental do mesmo.

Apêndice J

Termo de Autorização - Professor

EEEFM - Sen. Argemiro de Figueiredo
Av. Dr. Elpídio de Almeida, nº 25, Bairro Catolé, Campina Grande - PB
CEP: 58410-215, Tel.: (83) 3337-2810

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA

Eu, _____,
Professor responsável pelas turmas de 8º ano da EEEFM - Sen. Argemiro de Figueiredo,
autorizo o desenvolvimento da pesquisa intitulada: “*Pensamento Computacional na
Educação Matemática: Uma Abordagem para Estimular a Capacidade de Resolução de
Problemas*”, que será realizada nas referidas turmas, no período de Junho de 2015 a
Dezembro de 2015.

Campina Grande, 01 de Junho de 2015.

Assinatura

Apêndice K

Termo de Autorização - Diretor

EEEFM - Sen. Argemiro de Figueiredo
Av. Dr. Elpídio de Almeida, nº 25, Bairro Catolé, Campina Grande - PB
CEP: 58410-215, Tel.: (83) 3337-2810

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA

Eu, _____,
Diretor responsável pela EEEFM - Sen. Argemiro de Figueiredo, autorizo o desenvolvimento da pesquisa intitulada: “*Pensamento Computacional na Educação Matemática: Uma Abordagem para Estimular a Capacidade de Resolução de Problemas*”, que será realizada na referida organização, no período de Junho de 2015 a Dezembro de 2015.

Campina Grande, 01 de Junho de 2015.

Assinatura