Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza
Pós-Graduação em Matemática
Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT

UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DO PROGRAMA CIDADE OLÍMPICA EDUCACIONAL

Francisco Nelson Belchior Fernandes de Carvalho

Teresina
2018

Francisco Nelson Belchior Fernandes de Carvalho

Dissertação de Mestrado:

UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DO PROGRAMA CIDADE OLÍMPICA EDUCACIONAL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientadora:
Profa. Dra. Valmaria Rocha da Silva Ferraz

Teresina

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

C331a Carvalho, Francisco Nelson Belchior Fernandes de.
Uma análise estatística do Programa Cidade Olímpica Educacional / Francisco Nelson Belchior Fernandes de Carvalho. – 2018.
47 f.

Dissertação (Mestrado Profissonal em Matemática) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.
"Orientadora: Profª. Drª. Valmaria Rocha da Silva Ferraz".

1. Estatística Descritiva. 2. Cidade Olímpica. 3. Obmep. 4. Olimpíadas. 5. Canguru. I. Título.

CDD 519.5

PROFMAT

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
CENTRO DE EDUCAÇÃO ABERTA E À DISTÂNCIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL

SBM

Dissertação de Mestrado submetida à coordenação Acadêmica Institucional, na Universidade Federal do Piauí, do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional para obtenção do grau de **mestre** em **matemática** intitulada: Uma Análise Estatística do Programa Cidade Olímpica Educacional, defendida por Francisco Nelson Belchior Fernandes de Carvalho em 31 / 10 / 2018 e aprovada pela banca constituída pelos professores:

Valmária R. S. Ferraz

Presidente da Banca Examinadora

Fernando F. Nascimento

Examinador

Mayra Raquel Oliveira dos Santos

Examinador Externo

À minha mãe Osana e a meu pai Henry Nelson, pelo amor incondicional e pelos sábios ensinamentos.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por está presente em minha vida e na vida da minha família, iluminando os nossos caminhos e nós amparando nas horas difíceis.

À minha mãe, Osana Belchior, pelo amor incondicional e por sua dedicação ininterrupta na condução da educação dos seus.

À minha esposa Mayara Cristina por toda a sua paciência e compreensão durante os momentos de ausência.

Aos meus familiares pelos incentivos, exemplos e orientações sempre nos momentos certos. Ao Lucas Belchior por sua grandiosa colaboração nesse trabalho.

A Profa. Dra. Valmaria Rocha da Silva Ferraz, pela dedicação, pela paciência, pela atenção, e por todas as orientações durante o processo de construção desse trabalho.

Aos professores do PROFMAT-UFPI pelos ensinamentos, pela dedicação e competência com que conduziram o nosso curso.

Aos queridos amigos do Programa Cidade Olímpica Educacional, pelo acolhimento familiar e por toda a ajuda durante a produção desse trabalho. Em especial a Valdete Silva, Reginaldo Fernandes, Delano Moura e Orlando Nascimento pelas excepcionais orientações.

Aos queridos amigos da Escola Municipal Prof. Manoel Paulo Nunes, pelos incentivos e ajuda que muito me fortaleceram durante esse curso. Em especial a Janaina Silva e Otaciane Torres pelos momentos de compreensão e de parceria.

Aos amigos de turma do PROFMAT, por todos os momentos de grande crescimento emocional e profissional. Em muitos momentos de dúvidas, foram vocês que me mostraram que era possível chegar até aqui.

"Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível".

Charles Chaplin

Resumo

As olimpíadas de matemática foram criadas com o propósito de incentivar o estudo de matemática entre os alunos e de descobrir novos talentos para as ciências. Nesse sentido a Secretaria Municipal de Educação de Teresina criou, em 2012, o Programa Cidade Olímpica Educacional. O presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise estatística dos resultados do Programa Cidade Olímpica Educacional nas olimpíadas de matemática. Bem como, mostrar a relação entre o Cidade Olímpica e as olimpíadas de conhecimento e descrever os projetos desenvolvidos na área de matemática. Inicialmente apresentou-se as olimpíadas de matemática das quais o programa participa; em seguida descreveu-se a evolução histórica do Cidade Olímpica, com destaque para a inserção de oficinas profissionalizantes para atender aos pais. No capítulo seguinte, relatou-se os projetos matemáticos de construção do teodolito com isopor, campeonato de pipas, desenho geométrico, geogebra e cubo mágico. Na sequência, apresentou-se a estatística descritiva como metodologia utilizada, descrevendo as medidas de posição central: moda, média e mediana e as medidas de dispersão: variância e desvio padrão. Finalmente, fez-se uma análise estatística dos resultados obtidos nas olimpíadas de matemática, tecendo um comparativo entre os resultados dos alunos do município de Teresina que fazem parte do Programa e dos que não fazem parte, separando os resultados por olimpíadas. E dessa forma, constatou-se um crescimento regular do ganho de medalhas por parte dos alunos participantes do Cidade Olímpica.
Palavras-chave: Cidade Olímpica, Olimpíadas, Obmep, Canguru, Estatística Descritiva.

Abstract

The math olympics were created with the purpose of encouraging the study of math among the students and discovering new talents for sciences. For this reason, the Educational City Office of Teresina (Secretaria Municipal de Educação) created, in 2012, the Educational Olympic City Program (Programa Cidade Olímpica Educacional). This work has the objective of analysing the statistics of the results of the Educational Olympic City Program in the math olympics. Also, this work portrays the relationship between the Olympic City and the knowledge olympics, describing the projects developed in the area of math. Initially, the math olympics that are part of the program were presented; next, the historical evolution of the Olympic City was described, highlighting the insertion of professionalizing workshops for the parents. In the following chapter, the math projects of construction of the theodolite with syrofoam, kite championships, geometric drawing, geogebra and magic cube were reported. In sequence, the descriptive statistics were presented as the used methodology, describing the central position measurements: mode, average and median and the dispersion techniques: variance and standard deviation. Finally, a statistical analysis of the obtained results in the math olympics was made, comparing the results of the students of Teresina that take part in the program and the ones that don't, separating the results by Olympics. As a result, it was possible to see a regular increase in the numbers of medals by the participating students in the Olympic City Program.
Keywords: Olympic City, Olympics, Obmep, Kangoroo (Canguru), Descriptive Statistics.

Sumário

Resumo **6**

Abstract **7**

Introdução **11**

1 Olimpíadas de Matemática **13**

1.1 Histórico 13

1.2 Olimpíada Brasileira de Matemática - OBM 13

1.3 Canguru Internacional de Matemática 14

1.4 Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP 15

2 Programa Cidade Olímpica Educacional - PCOE **18**

2.1 Histórico 18

2.2 Área: Matemática 21

2.2.1 Projetos 21

2.2.1.1 Construção do Teodolito com Isopor 21

2.2.1.2 Campeonato de Pipas 24

2.2.1.3 Desenho Geométrico 26

2.2.1.4 Geogebra 28

2.2.1.5 Cubo Mágico 29

3 Metodologia **32**

3.1 Estatística 32

3.2 Estatística Descritiva 32

3.2.1 Medidas de tendência central 33

3.2.1.1 Moda (m_o) 33

3.2.1.2 Média Aritmética ($\bar{x}$) 34

3.2.1.3 Mediana (m_d) 34

3.2.2 Medidas de dispersão 35

3.2.2.1 Variância ($var(x)$) 35

3.2.2.2 Desvio Padrão ($dp(x)$) 36

3.2.3 Inferência estatística 36

4 Resultados **38**

4.1 Resultados dos alunos de Teresina nas olimpíadas de matemática 39

4.2 Resultado inferencial do ganho de medalhas 43

Considerações Finais **44**

Referências **46**

Lista de Figuras

2.1 Oficina de Panificação para os pais 20
2.2 Alunos projetando a construção do teodolito 22
2.3 Construção do teodolito 22
2.4 Gincana de utilização do teodolito 23
2.5 Utilização do teodolito de isopor na atividade extraclasse 23
2.6 Utilização do teodolito de isopor na medição da altura da Igreja São Benedito 24
2.7 Projetando as pipas 24
2.8 Construção de pipas 24
2.9 Campeonato de pipas 25
2.10 Premiação do campeonato de pipas 26
2.11 Oficina de Desenho Geométrico 27
2.12 Alunos resolvendo problemas de Desenho Geométrico 27
2.13 Atividade prática de Desenho Geométrico 27
2.14 Alunos utilizando o software Geogebra 29
2.15 Atividade dirigida usando o Geogebra 29
2.16 Duplas utilizando o Geogebra 29
2.17 Alunos conhecendo o Cubo Mágico 31
2.18 Usando o algoritmo do método básico para resolver o Cubo Mágico 31
2.19 Oficina de Cubo Mágico 31

4.1 Medalhas por olimpíada 39
4.2 Medalhas do PCOE 40
4.3 Medalhas de Teresina 40
4.4 Medalhas Canguru (COE) e OBMEP (COE) 41
4.5 Medalhas dos alunos que não fazem o PCOE 41

Introdução

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), é durante o ensino fundamental - anos finais que os alunos são apresentados a desafios de maior complexidade, com o objetivo de apropriá-los das diferentes lógicas de organização dos conhecimentos relacionados às áreas. Por isso, é necessário fortalecer a autonomia desses adolescentes, dando a eles ferramentas e condições para acessar e interagir criticamente com diferentes conhecimentos e fontes de informações. E ainda, na fase da adolescência ocorrem mudanças que tornam o aluno um ser em desenvolvimento, ser que possui singularidades e formações identitárias próprias, solicitando práticas escolares diferenciadas, que abrangem suas necessidades e os seus diferentes modos de inserção social. É nesse contexto que se faz presente o Programa Cidade Olímpica Educacional (PCOE) que, segundo o Blog Cidade Olímpica (Teresina, 2018), tem como objetivo o ensino dos conhecimentos científicos através da interdisciplinaridade e do desenvolvimento das habilidades socioemocionais. Assim, os alunos adquirem um domínio, em alto nível, dos conhecimentos científicos e um preparo para lidar com situações emocionais do cotidiano. E dessa forma, é natural a participação desses alunos em olimpíadas de conhecimento.

A participação em olimpíadas de conhecimento acarreta uma busca constante de novas informações, de novas técnicas e de novas interações que faz do participante um ser em constante evolução. Nesse contexto, o professor deve ser um mediador de todo o processo de ensino-aprendizagem. Para Silva e Viana (2011), O professor é aquele que aprende com suas experiências do dia-a-dia, não somente ensina, porém busca e descobre modos para o próprio educando descobrir, ele elabora situações-problemas. A criança, à medida que evolui vai se ajustando a realidade circundante, e superando de modo cada vez mais eficaz, as múltiplas situações com que se confronta.

O presente trabalho tem o objetivo de fazer uma análise estatística dos resultados do PCOE nas olimpíadas de matemática. E mostrar a relação entre o PCOE e as olimpíadas de conhecimento. Além de descrever os projetos desenvolvidos na área de matemática. Para tanto, o trabalho foi dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo trata do surgimento das olimpíadas de matemática e descreve as olimpíadas que o Programa participa atualmente. No segundo capítulo, é feita uma descrição do histórico do programa até os dias atuais e relacionam-se alguns destaques que o Programa já obteve. E continua com a descrição dos projetos desenvolvidos durante as aulas de matemática e de que forma eles são importantes para o sucesso do processo de ensino aprendizagem. No terceiro capítulo, é feito um estudo dos conteúdos estatísticos necessários para a análise dos resultados do Programa. E no quarto capítulo é apresentado os resultados, primeiro os resultados dos alunos da rede municipal de Teresina (divididos em dois grupos: aluno do PCOE e alunos que não fazem parte do PCOE) nas olimpíadas de matemática. Em um segundo momento, os resultado da verificação da metodologia aplicada pelo Programa, ou seja, se a metodologia mostra resultados significativos ou não. Por fim, é feita uma avaliação do Programa e dos resultados apresentados.

Capítulo 1

Olimpíadas de Matemática

1.1 Histórico

O formato atual das olimpíadas de matemática surgiu na Hungria em 1894 e se espalhou pelo Leste Europeu. Mas foi em 1959 que foi organizada a 1ª Olimpíada Internacional de Matemática (IMO), que ocorreu na Romênia.

1.2 Olimpíada Brasileira de Matemática - OBM

A Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) criou em 1979 a Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM) com o objetivo de estimular o estudo de matemática nos alunos. Para os professores a ideia era de incentivar a capacitação e o aperfeiçoamento dos mesmos. Assim, a OBM influenciaria a melhora no ensino de matemática no Brasil e ainda descobriria jovens talentos, colocando-os em contato com matemáticos profissionais e com instituições de alto nível, criando assim condições favoráveis à formação e o desenvolvimento de uma carreira de pesquisa. Um outro objetivo da OBM, segundo a SBM (2018) é selecionar e preparar alunos para representar o Brasil em competições internacionais de matemática. E não obstante disso, incentivar as competições regionais de matemática em todo o Brasil.

A 1ª Olimpíada Brasileira de Matemática ocorreu em 1979. Em 1991, a olimpíada passou a ter dois níveis, nível *júnior* para alunos completando no máximo 15 anos em 1991 e nível *sênior* para alunos cursando o ensino médio. Em 1992, a OBM passou a ser composta por duas fases, na 1ª fase os alunos tinham que responder uma prova com 25 questões de múltipla escolha, já a 2ª fase era dividida em dois dias e em cada um os alunos deveriam responder três problemas. O nível *júnior* passou a ser para alunos cursando até a 8ª série do ensino fundamental. A mudança para a edição de 1993 foi que o nível *júnior* voltou a ser realizado em um único dia, com cinco problemas. Já em 1995, o nível *júnior* voltou a ser para alunos de até 15 anos. Em 1998, a OBM passou a ter três níveis, nível I para 5ª e 6ª série, nível II para 7ª e 8ª série e nível III para ensino médio. E com três fases, 1ª fase de múltipla escolha com 20 ou 25 questões, 2ª fase prova aberta com seis questões e 3ª fase com cinco questões para níveis I e II, e seis questões para nível III, dividido em dois dias. As provas das duas primeiras fases eram aplicadas nas escolas cadastradas. Para 1999, a mudança foi que as provas para o nível II passaram a ser realizados em dois dias na última fase. Em 2001 foi criado o nível universitário, com duas fases. Em 2017, a OBM foi integrada a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas, e passou a realizar uma fase única para os níveis 1, 2 e 3. Já o nível universitário continuou com duas fases.

1.3 Canguru Internacional de Matemática

No intuito de usar competições de matemática para popularizar a matemática entre os estudantes, na França, em 1991, foi criado, por André Deledicq e Jean Pierre Boudine, o Canguru Matemático. Eles se inspiraram na Competição Australiana de Matemática. Em 1993, foi proposta a criação da Canguru Europeu que atingiria vários países europeus. Nesse sentido, em 1994, foi criada a Associação Canguru Sem Fronteiras (AKSF, em francês) que é a responsável pela olimpíada Canguru Internacional de matemática. Atualmente a AKSF tem 52 países membros que organizam o evento em seus territórios como acham melhor. A restrição é que todos os países devem usar os mesmos problemas propostos na reunião anual da associação. A Canguru de Matemática ocorre anualmente no Brasil, sempre na terceira quinta-feira do mês de março. O público alvo são alunos do 3° ano do ensino fundamental ao 3° ano do ensino médio. Eles são divididos em níveis de acordo com o ano escolar que cursam. São eles

- Nível PE - Alunos de 3° e 4° anos do ensino fundamental I;
- Nível E - Alunos de 5° e 6° anos do ensino fundamental I e ensino fundamental II;

- Nível B - Alunos de 7° e 8° anos do ensino fundamental II;
- Nível C - Alunos de 9° ano do ensino fundamental II;
- Nível J - Alunos do 1° e 2° anos do ensino médio;
- Nível S - Alunos do 3° ano do ensino médio.

Podem participar da competição escolas públicas ou privadas e, para tanto, cada escola deve fazer a sua inscrição no site AKSF no Brasil. É cobrada uma taxa de inscrição que varia dependendo da escola ser pública ou privada. A olimpíada possui apenas uma fase e a prova é aplicada na própria escola. A prova é de múltipla escolha com 24 problemas para o nível PE e 30 problemas para os demais níveis. Os alunos têm uma hora e quarenta minutos para resolver todos os problemas. Os problemas são propostos em ordem de dificuldade crescente. Eles são divididos em três grupos, o primeiro com questões básicas, o segundo com questões mais exigentes e o terceiro com questões desafiantes ou técnicas. Para o nível PE são oito questões em cada grupo e para os demais níveis são dez questões em cada grupo. Cada questão do primeiro grupo vale três pontos, cada questão do segundo grupo vale quatro pontos e cada questão do terceiro grupo vale cinco pontos. Essa Olimpíada tem um diferencial com relação às outras que é o fato de que para cada questão marcada errada o aluno não recebe a pontuação da questão e ainda sofre um desconto na pontuação final no valor de 25% da pontuação da questão errada. Para evitar esse desconto o aluno tem a opção de deixar em branco aquelas questões que ele não conseguir resolver. Os alunos são classificados em ordem de pontuação e aproximadamente 1% dos inscritos em cada nível recebem medalha de ouro, aproximadamente 2% dos inscritos em cada nível recebem medalha de prata, aproximadamente 3% dos inscritos em cada nível recebem medalha de bronze e aproximadamente 4% dos inscritos em cada nível recebe medalha de honra ao mérito.

1.4 Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP

A Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) foi criada em 2005 com o intuito de estimular o estudo da matemática e identificar talentos na área. A

OBMEP é realizada pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), com o apoio da SBM, e promovida com recursos do Ministério da Educação e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A OBMEP tem como objetivos estimular e promover o estudo da Matemática, contribuir com a qualidade da educação básica, promover aos alunos brasileiros o acesso a material didático de qualidade, identificar jovens talentos e incentivar seu ingresso em universidades, nas áreas científicas e tecnológicas, incentivar o aperfeiçoamento dos professores das escolas públicas, contribuindo para a sua valorização profissional, contribuir para a integração das escolas brasileiras com as universidades públicas, os institutos de pesquisa e com as sociedades científicas e promover a inclusão social por meio da difusão do conhecimento.

De 2005 a 2016 a OBMEP foi exclusiva para alunos de escolas públicas e a partir de 2017 ela passou a atender também alunos de escolas privadas. A olimpíada possui duas fases, na primeira os alunos são instigados a resolver 20 problemas objetivos e na segunda, os alunos devem resolver seis problemas subjetivos com três ou quatro itens cada um.

Segundo a SBM (2018), atualmente a premiação da OBMEP é dividida em dois grupos, o primeiro é composto por alunos de escola pública e o segundo por alunos de escola privada. Essa premiação é concedida de acordo com os números apresentados nas tabelas abaixo.

ALUNOS DE ESCOLA PÚBLICA					
Níveis	Ouro	Prata	Bronze	Menção Honrosa	TOTAL
Nível 1	200	500	1.990	15.400	18.090
Nível 2	200	500	1.440	15.400	17.540
Nível 3	100	500	1.070	15.400	17.070
TOTAL	500	1.500	4.500	46.200	52.700

Fonte: produzido pelo autor

ALUNOS DE ESCOLA PRIVADA					
Níveis	Ouro	Prata	Bronze	Menção Honrosa	TOTAL
Nível 1	25	75	225	1.900	2.225
Nível 2	25	75	225	1.900	2.225
Nível 3	25	75	225	1.900	2.225
TOTAL	75	225	675	5.700	6.675

Fonte: produzido pelo autor

Para as escolas públicas, as medalhas de ouro e prata são distribuídas de acordo com os resultados na classificação nacional. No caso das medalhas de bronze são concedidas por Unidade da Federação (UF), sendo 30 para nível 1, 20 para nível 2 e 10 para nível 3, para cada UF. Além de serem distribuídas também pela classificação nacional, sendo 1.180 para nível 1, 900 para nível 2 e 800 para nível 3. No caso dos certificados de Menção Honrosa, são 200 para cada nível considerando a classificação em cada UF. Para as escolas particulares as medalhas e os certificados de menção honrosa são concedidos de acordo com a classificação nacional.

Um dos incentivos oferecidos aos medalhistas de ouro, prata ou bronze é a participação no Programa de Iniciação Científica Jr. (PIC). Para os alunos de escola pública a participação no programa inclui o recebimento de uma bolsa de Iniciação Científica Jr. do Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Para ter direito a bolsa o aluno deve está regularmente matriculado no ensino público. Além disso, os alunos medalhistas de ouro, prata ou bronze de qualquer edição da OBMEP, que estejam regularmente matriculados no Ensino Superior poderão requerer vaga no Programa de Iniciação Científica e Mestrado (PICME) oferecido por diversas instituições de ensino superior.

Os professores, as escolas e as Secretarias Municipais de Educação também concorrem a prêmios de acordo com o desempenho dos seus alunos. Atualmente os prêmios distribuídos para os professores são a participação no programa OBMEP na escola, um diploma de homenagem e um livro de apoio à formação matemática. Para as escolas são distribuídos kits com material didático e troféus. E para as Secretarias Municipais de Educação são distribuídos troféus.

Capítulo 2

Programa Cidade Olímpica Educacional - PCOE

2.1 Histórico

O PCOE, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Educação de Teresina, oferece de maneira interdisciplinar estudos com práticas inovadoras nas áreas de Matemática, Língua Portuguesa, Química, Física, Astronomia e Ciências. Segundo Abed (2014), a função da instituição escolar não é somente de preparar os alunos para dominarem os conhecimentos acumulados na história da civilização, mas também de desenvolver os alunos como seres pensantes, como construtores de conhecimento, seres criativos que consigam se relacionar consigo mesmo e com os outros, buscando sempre tornar o mundo um lugar melhor para todos. É nesse sentido que o PCOE desenvolve suas atividades, buscando levar aos alunos uma educação que abrange não somente a aprendizagem cognitiva, mas também a aprendizagem socioemocional.

As atividades do PCOE iniciaram-se em 2012, com o atendimento nas áreas de Matemática, Língua Portuguesa, Química e Física, com uma turma de cada disciplina, com 30 alunos em cada turma, perfazendo um total de 120 alunos. As turmas eram compostas por alunos de 9° ano das escolas municipais de Teresina. No ano de 2013 o programa foi interrompido para reavaliação.

Em 2014 o programa foi reativado nos moldes de 2012, mas com uma novidade, a inclusão da área de Astronomia com uma turma com 30 alunos. Assim, o PCOE passou a atender um total de 150 alunos. E o programa passou a ter alunos de 7°, 8° e 9° ano.

Nos anos de 2015 e 2016 o programa ocorreu nos moldes de 2014.

Em 2017 foram criadas três novas turmas, duas na área de matemática, que passou a ter uma turma com alunos de 7° ano e duas turmas com alunos de 8° e 9° ano. E uma turma na área de Ciências com 30 alunos. O programa passou a atender 210 alunos.

No ano de 2018 foi criada uma quarta turma na área de matemática, que passou a ter uma turma para alunos de 6° ano, uma turma para alunos de 7° ano e duas turmas para alunos de 8° e 9° ano. Assim, atualmente, o programa atende 270 alunos.

A estrutura do PCOE conta com uma coordenadora geral, a professora Valdete Silva, um coordenador em cada área, o professor Reginaldo Fernandes (Matemática), o professor Carlos André (Língua Portuguesa), a professora Roseneide Ferraz (Química), a professora Regina Ibiapina (Astronomia) e o professor Edward Montenegro (Física e Ciências). E um professor para cada turma, os professores Delano Moura, Nelson Belchior, Leandro Luis e Kim Carlos (Matemática), o professor Orlando Nascimento (Língua Portuguesa), o professor Fábio Júnior (Química), o professor Jesus Vênus (Física), a professora Desterro Rodrigues (Astronomia) e o professor Airton Pires (Ciências).

O PCOE funciona no Centro de Formação Odilon Nunes. As atividades com os alunos ocorrem aos sábados de 8 às 12h. O ano letivo segue o mesmo calendário das escolas municipais de Teresina. Durante a semana os professores se encontram com os coordenadores para planejar as atividades que ocorrerão no sábado.

Os educadores do Programa são professores efetivos da Rede Municipal de Educação de Teresina com 40 horas, 20 horas delas desenvolvendo atividades no Programa e as outras 20 horas são dedicadas a turmas comuns de escolas do município. Essa divisão ocorre para que os professores levem para a sala de aula comum as práticas inovadoras usadas no Programa e contagiem os demais professores a inserirem tais praticas nas suas aulas. Os professores que compõem a equipe do Cidade Olímpica são educadores que se destacam em suas escolas e que buscam ensinar as habilidades cognitivas ao mesmo tempo em que desenvolvem as habilidades socioemocionais em seus educandos. Como bem define Abed (2014), o papel do professor deve ser de um mediador que desenvolve ações que configuram aprendizagem significativa, que mantém os alunos como sujeitos ativos, ou seja, coautores dos conhecimentos a serem adquiridos.

Em todas as áreas o programa tem mostrado resultados bastante consistentes e uma evolução considerável no número de medalhas conquistadas.

Na sua 8ª edição o Prêmio Professores do Brasil reconheceu nacionalmente o PCOE e o premiou na categoria Anos Finais do Ensino Fundamental. "O programa também melhorou o desempenho escolar dos alunos e incutiu boas referências àqueles que estavam com déficit de aprendizagem"(BRASIL, 2014, p.28).

> Além de investir no desenvolvimento das habilidades socioemocionais dos alunos, a escola pode se transformar em um local privilegiado para o desenvolvimento socioemocional dos adultos: os professores, os gestores, os familiares dos estudantes. Alguns estudos mostram que programas de apoio aos pais dos estudantes podem reduzir os índices de criminalidade, violência, gravidez precoce, subemprego, entre outros. (ABED, 2014, p.8)

Dessa forma, uma demanda que surgiu com o aumento do número de alunos participantes do projeto foi a de estender aos pais o desenvolvimento socioemocional que os seus filhos já recebiam durante as aulas. Muitos pais acompanhavam seus filhos até o Centro de Formação e ficavam a manhã toda ociosos, esperando as aulas terminarem para retornarem para casa. Diante disso, no ano de 2017, o PCOE firmou uma parceria com a Fundação Wall Ferraz e passou a oferecer cursos profissionalizantes a esses pais. Os cursos são desenvolvidos durante todo o ano e além de aprender a confeccionar bonecos em feltro, tapetes com fios de malha, panificação e doceria, os pais aprendem a trabalhar em grupo, a desenvolver a criatividade, a serem organizados e a terem autonomia. O domínio dessas competências se reflete em casa, onde naturalmente ocorre uma aproximação entre pais e filhos. Além disso, segundo Teresina (2018), as novas habilidades profissionais garantem uma renda extra para essas famílias.

Fonte: Ascom Semec Teresina

Figura 2.1: Oficina de Panificação para os pais

2.2 Área: Matemática

Para Soares e Pinto (2001), a utilização da resolução de problemas como metodologia de ensino é a forma mais atingível de fazer com que os alunos aprendam a aprender. E é desenvolvendo essa capacidade de aprender a aprender que os alunos deixarão de esperar por respostas prontas do professor ou do livro-texto e tornarão corriqueiro a busca, por si próprios, das respostas para as questões que os inquietam, independente delas serem questões escolares ou questões do seu cotidiano.

É nesse sentido que a área de matemática do PCOE tem como metodologia de ensino a de resolução de problemas com foco no desenvolvimento das habilidades socioemocionais. Assim, a prática em sala é a de, constantemente, convidar os alunos a fazerem parte da construção do conhecimento. O papel do professor nessa jornada é a de instigar os alunos e mediar a construção da solução dos problemas. Durante todo o ano são desenvolvidas atividades com o intuito de colocar o aluno no centro da produção de conhecimento. São atividades como a resolução de problemas em duplas, onde os alunos devem discutir entre si as estratégias que melhor se adequam à resolução de cada problema, e com isso desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo e de ensinar ao mesmo tempo em que aprende. A socialização dessa atividade ocorre com a apresentação, no quadro, da solução do problema para a turma. Onde os alunos discutem as dificuldades encontradas e a melhor estratégia a ser utilizada para chegar à solução do problema. Outra atividade desenvolvida é a de aplicação de simulados, no intuito de levar o aluno a se familiarizar e a se adaptar a todas as dificuldades encontradas durante a participação das olimpíadas.

Durante o ano letivo são desenvolvidos projetos como o de Construção do Teodolito com Isopor, o do Campeonato de Pipas, o do Geogebra, o de Desenho Geométrico e o de Cubo Mágico. Todos com o propósito de despertar a criatividade do aluno.

2.2.1 Projetos

2.2.1.1 Construção do Teodolito com Isopor

A oficina de construção do teodolito tem a função de apresentar aos alunos o que é um teodolito e ensiná-los a usar este objeto para as medições de ângulos além de aprender a aplicar essas informações na determinação de medidas de distâncias através da utilização das razões trigonométricas. O público alvo é de alunos das turmas de 8° e 9° ano.

O projeto é iniciado com a apresentação de uma situação-problema que busca medir a distância entre dois pontos, por exemplo, entre as margens de um rio. Nos primeiros momentos os alunos são questionados sobre quais conhecimentos adquiridos até ali podem ajudá-los a resolver a questão e que informações do problema seriam relevantes para a determinação da solução. A discussão é dirigida pelo professor até o ponto no qual os alunos percebem que será necessária a obtenção das medidas dos demais ângulos e das medidas de lados de um triângulo retângulo. Depois de uma nova roda de questionamentos sobre de que forma determinar essas medidas, o teodolito e as razões trigonométricas são apresentado a todos. E de posse dessa nova ferramenta matemática, os alunos são guiados até a resolução do problema. Para os demais momentos da aula os alunos são separados em duplas, e de forma conjunta devem construir a solução de problemas que pedem a utilização de razões trigonométricas.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.2: Alunos projetando a construção do teodolito

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.3: Construção do teodolito

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.4: Gincana de utilização do teodolito

Na aula seguinte, os alunos recebem a tarefa de pesquisar sobre a construção de um teodolito de isopor e são desafiados a formarem grupos e construírem um teodolito para cada grupo. No segundo momento da aula é feita uma minigincana, na qual cada grupo recebe a tarefa de medir a altura da parede da sala de aula usando de maneira prática o teodolito construído por eles e as razões trigonométricas. Nessa etapa os alunos irão se deparar com medidas de ângulos que não são notáveis e é nesse momento que o professor apresenta a tabela de razões trigonométricas e, também, a possibilidade da obtenção dessas medidas através do uso da calculadora. Em um terceiro momento do projeto, os alunos são convidados a visitar um ponto turístico da cidade. E de posse dos teodolitos de isopor os mesmos grupos da minigincana serão desafiados a medir a altura de uma das paredes do ponto turístico visitado.

Fonte: Arquivo pessoal

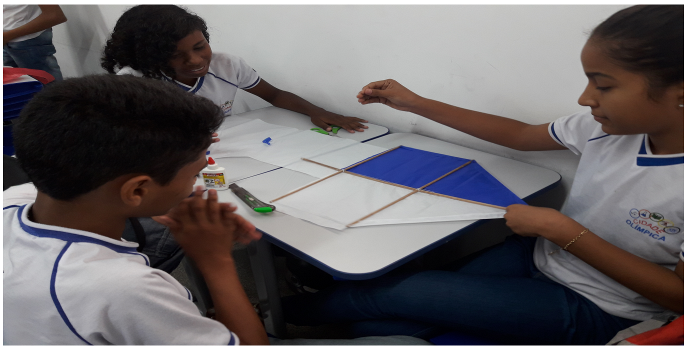
Figura 2.5: Utilização do teodolito de isopor na atividade extraclasse

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.6: Utilização do teodolito de isopor na medição da altura da Igreja São Benedito

2.2.1.2 Campeonato de Pipas

A culminância do projeto de construção de teodolito com isopor é o Campeonato de Pipas. Nele os alunos são divididos em grupos e cada grupo fica responsável pela construção das pipas que irão ser usadas nas fases das disputas.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.7: Projetando as pipas

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.8: Construção de pipas

Em um primeiro momento é feito uma discussão sobre os conceitos matemáticos envolvidos na pipa. São abordados os conteúdos de quadriláteros, simetria, área de figuras planas, ângulos, retas paralelas e retas perpendiculares. No segundo momento é aplicada a oficina de construção de pipas com talos de coco e papel de seda. Nesse momento os alunos utilizarão os conceitos matemáticos adquiridos para construir as pipas.

O campeonato de Pipas é o ápice de todo o projeto, onde os alunos usarão as pipas construídas e os conceitos adquiridos sobre razões trigonométricas, para em grupo, disputar uma competição que une conhecimento matemático com diversão. A competição ocorre em um local público como estádio ou parque, que permita o lançamento das pipas sem grandes problemas com a rede elétrica ou o trânsito. Inicialmente é feito um sorteio para determinar os confrontos e a ordem que eles ocorrerão. A disputa ocorre dentro de um tempo pré-determinado, onde o grupo se divide em dois. Uma parte fica responsável por colocar a pipa no ar e fazer com que ela atinja a maior altura possível e a outra parte responde problemas sobre os conteúdos abordados em sala durante a construção da teoria. Ganha a disputa quem fizer mais pontos no total do somatório das questões respondidas corretas dentro do tempo e da pontuação conquistada com a altura máxima atingida pela pipa durante o tempo dado. As equipes se enfrentam até que fiquem duas equipes para a grande final, que coroa a equipe vencedora com medalhas de honra ao mérito e troféu. O evento é finalizado com o lançamento, em conjunto, de todas as pipas construídas no projeto.

Foto: Orlando Nascimento

Figura 2.9: Campeonato de pipas

Foto: Orlando Nascimento

Figura 2.10: Premiação do campeonato de pipas

2.2.1.3 Desenho Geométrico

Para facilitar a aquisição de conceitos geométricos e da visão plana e espacial tão necessária a geometria faz-se uso de oficinas de desenho geométrico. Como defende Villa (2012), é de grande importância para uma melhor qualidade do ensino de geometria que seja utilizado o Desenho Geométrico para representação e visualização de conceitos geométricos. As construções feitas com instrumentos auxiliam o raciocínio e na execução do conhecimento teórico.

Para esse projeto os alunos recebem lápis, borracha, régua, par de esquadros, transferidor e compasso. As atividades são desenvolvidas no intuito de tornar essa material familiar e de fácil uso para os alunos.

A oficina inicia com as definições de ponto, reta e plano e são abordadas construções, tais como:

- determinação de ponto médio;
- retas paralelas, retas concorrentes e retas perpendiculares;
- ângulos;
- transferência de ângulos;
- triângulos;
- bissetriz, mediana e altura e
- circunferência.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.11: Oficina de Desenho Geométrico

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.12: Alunos resolvendo problemas de Desenho Geométrico

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.13: Atividade prática de Desenho Geométrico

A atividade é concluída com a exposição das construções de cada grupo, e nessa exposição cada dupla deve apresentar para os demais alunos o passo a passo da sua construção e opinar sobre o que foi mais fácil e o que foi mais difícil de construir durante o desenvolvimento da atividade.

2.2.1.4 Geogebra

No intuito de fazer com que a aprendizagem matemática seja feita de forma prazerosa, intuitiva e que utilize as novas tecnologias é utilizado o software Geogebra. Segundo Ferreira (2010), o Geogebra é um software de matemática dinâmica que permite o uso da geometria, da álgebra e do cálculo. Nele temos duas perspectivas de visualização, a expressão é apresentada na janela algébrica que tem um objeto correspondente na janela geométrica e vice-versa.

O Geogebra foi criado por Markus Hohenwarterodar na Universidade de Salzburg, como fala Ferreira (2010). Ele nos diz que nesse software podemos construir pontos, retas, segmentos, ângulos, sólidos, funções. Podemos fazer a inserção de coordenadas, utilizar o plano, fazer visualizações bidimensionais ou tridimensionais. E a partir dessas construções fazer mudanças dinâmicas e observar como se comporta a construção em observação.

As turmas de matemática do PCOE utilizam o Geogebra para adquirir domínio de conteúdos matemáticos tais como

- construção de triângulos e classificação quanto aos lados e quanto aos ângulos;
- condição de existência de um triângulo;
- construção, classificação e verificação das propriedades dos quadriláteros;
- cálculo de área e de perímetro de figuras planas;
- coordenadas no plano cartesiano, e
- construção de gráficos de funções do 1º e do 2º grau.

As atividades são desenvolvidas no decorrer do ano com a utilização de netbooks próprios do programa. São atividades direcionadas para duplas com o intuito de desenvolver a atuação de forma coletiva e colaborativa, bem como de instigar a curiosidade, desenvolver a imaginação e a criatividade, além de buscar a autonomia e a autorregulação por parte dos alunos.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.14: Alunos utilizando o software Geogebra

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.15: Atividade dirigida usando o Geogebra

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.16: Duplas utilizando o Geogebra

2.2.1.5 Cubo Mágico

Segundo Silva Junior (2018), o cubo mágico foi criado em 1974, pelo professor húngaro Erno Rubik. A intenção dele era de criar uma peça, perfeita geometricamente, que ajudasse a ilustrar o conceito de terceira dimensão para os seus alunos de arquitetura. E de lá até hoje o cubo mágico tem desafiado alunos em todas as partes do mundo.

Montar o cubo mágico é ao mesmo tempo desafiador, instigante e prazeroso. Além de trabalhar a habilidade de concentração, também desenvolve o raciocínio lógico e ajuda no aprimoramento do uso de algoritmos. Ativa também a memorização e a visão espacial. E por fim, é uma brincadeira bastante divertida.

A ideia do projeto é apresentar o cubo mágico aos alunos, mostrar que todos são capazes de montá-lo utilizando o algoritmo, e que para isso precisam de bastante dedicação e perseverança.

O projeto é desenvolvido durante os 30 minutos finais da aula e cada um dos alunos recebe um cubo mágico. A duração do projeto depende do nível de aprendizagem da turma. Na primeira aula, os alunos tem um tempo livre para que se familiarizem com o cubo e aprendam intuitivamente as possibilidades de giros e de mudanças de peças. Em seguida, os alunos são apresentados ao algoritmo do método de camadas, que é um dos métodos mais básicos de montagem do cubo mágico. Da segunda aula em diante, os alunos são separados em duplas onde devem juntos aprender os passos de montagem e praticá-los até terem o total domínio do algoritmo. Nesse momento, a dupla faz com que os alunos mantenham o foco e usem a troca de ideias para juntos aprenderem cada etapa da montagem.

O método de camadas é apenas uma porta para que os alunos entrem no mundo do cubo mágico, rapidamente eles aprendem o algoritmo e passam a buscar de maneira autônoma outros métodos que os façam melhorar o tempo de montagem. Outra habilidade que eles aprimoram é a competitividade saudável que os faz evoluírem juntos buscando sempre novos desafios a serem conquistados.

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.17: Alunos conhecendo o Cubo Mágico

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.18: Usando o algoritmo do método básico para resolver o Cubo Mágico

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2.19: Oficina de Cubo Mágico

Capítulo 3

Metodologia

3.1 Estatística

Corriqueiramente nos deparamos com informações sobre diversos temas, e na maioria das vezes são muitas informações e precisamos saber filtrá-las para só depois fazermos a análise dos dados e a tomada de decisões. Toledo (2014) define Estatística como uma atividade humana especializada, um corpo de técnicas, uma metodologia desenvolvida para a coleta, a classificação, a apresentação, a análise e a interpretação de dados quantitativos e a utilização desses dados para a tomada de decisões. Já Bussab e Morettin (1987), nos mostram a importância da Estatística para um pesquisador, que em algum momento necessitará analisar e entender uma variedade grande de dados, que são extremamente importantes para o seu objeto de estudos. E para tanto ele precisa resumir as informações para conseguir fazer uma apresentação compreensível daquele conteúdo ou mesmo para defender alguma teoria, ou ainda para compará-las com outros resultados relevantes.

3.2 Estatística Descritiva

No intuito de usar os dados coletados para transmitir informações claras e fidedignas se faz necessário à redução dessas informações. Segundo Toledo (2014), para que as informações sejam interpretadas de forma clara, é necessário resumi-las através do uso de medidas-sínteses, ou seja, fazer uso das estatísticas descritivas.

> Em um sentido mais amplo, a Estatística Descritiva pode ser interpretada como uma função cujo objeto é a observação de fenômenos de mesma natureza, a coleta de dados numéricos referentes a esses

> fenômenos, a organização e a classificação desses dados observados e a sua apresentação através de gráficos e tabelas, além do cálculo de coeficientes (estatísticas) que permitem descrever resumidamente os fenômenos (TOLEDO, 2014,p.15).

Nesse sentido, Bussab e Morettin (1987) dizem que uma das etapas da Estatística é a inferência estatística. Para eles, na metodologia da Ciência, temos uma parte que tem por objetivos a coleta, a redução, a análise e a modelagem dos dados, e a partir disso podemos fazer a inferência para uma população, da qual os dados (a amostra) foram obtidos.

3.2.1 Medidas de tendência central

Para fazer a representação dos dados em um único valor podemos usar as medidas de tendência central. Como dizem Bussab e Morettin (1987), para apresentar um resumo dos dados, podemos usar um ou alguns valores que representem a série toda. Para tanto, as medidas de posição central utilizadas são a média aritmética, a mediana e a moda.

> As medidas de posição podem-se apresentar de várias formas, dependendo daquilo que se pretende conhecer a respeito dos dados estatísticos. As mais importantes são as medidas de tendência central ou promédias, as quais são assim denominadas, em virtude da tendência de os dados observados se agruparem em torno desses valores centrais. A moda, a média aritmética e a mediana são as três medidas de tendência central ou promédias mais utilizadas para resumir o conjunto de valores representativos do fenômeno que se deseja estudar (TOLEDO,2014,p.107).

A definição de Vieira (1990) é que é necessária a apresentação de um resumo das informações disponíveis. E para tanto, determinar um ponto central em torno do qual os dados se distribuem e a forma mais simples de apresentar a informação contida em um conjunto de dados. Esses valores são chamados de medidas de tendência central.

3.2.1.1 Moda (m_o)

Para Toledo (2014), moda pode ser denominada de norma, valor dominante ou valor típico. De modo geral, para ele, moda é o valor de maior frequência, dentre as frequências apresentadas por um conjunto de dados ordenados. Sendo assim, num conjunto ordenado de valores, a moda será o valor de maior predominância.

Bussab e Morettin (1987) definem moda como a realização mais frequente de um conjunto de valores observados. Podendo ocorrer mais de um valor modal em uma distribuição de valores, se forem duas dizemos que a série é bimodal, se forem três chamamos de série trimodal e assim por diante. Além disso, o conjunto pode ser chamado de amodal, que é quando todos os valores da variável em estudo ocorrem com a mesma intensidade.

3.2.1.2 Média Aritmética ($\bar{x}$)

Bussab e Morettin (1987) dizem que média aritmética é a soma das observações dividida pelo número delas.

Segundo Vieira (1990), determinamos a média aritmética de um conjunto de dados dividindo a soma dos valores de todos os dados pelos números deles. A média aritmética é uma medida de tendência central porque dá a abscissa de um ponto em torno do qual os dados se distribuem.

Para n valores $x_1, x_2, ..., x_n$ de uma variável, a média aritmética desses valores e dada por:

$$\boxed{\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + ... + x_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i}$$

3.2.1.3 Mediana (m_d)

Segundo Bussab e Morettin (1987), o valor que ocupa a posição central de uma série de dados observados que está ordenada de forma crescente ou decrescente é chamado de mediana. Se o número de valores da série for par, faz-se a média aritmética dos dois valores centrais.

> Mediana é o valor que ocupa a posição central de um conjunto de dados ordenados. Para determinar a mediana é preciso ordenar os dados. Se o número de dados é ímpar, a mediana é o valor que ocupar a posição central dos dados ordenados. Se o número de dados é par, a mediana é a média aritmética dos dois valores que ocupam a posição central dos dados ordenados. A mediana é uma separatriz porque separa o conjunto de dados em dois: O que antecede a mediana (dados iguais ou menores que a mediana); O que sucede a mediana (dados iguais ou maiores que a mediana) (VIEIRA, 1990, p.80)

O valor que divide a série de dados ordenados de tal forma que metade dos dados são maiores ou iguais a ele é chamada de mediana, por Toledo (2014). Para ele, a mediana é considerada uma separatriz, ela é um promédio que divide a distribuição de dados em partes iguais. Ele segue definindo que essa medida de tendência central é muito importante quando os valores extremos da série não são considerados de muita importância.

Sejam $x_1 \leqslant x_2 \leqslant ... \leqslant x_n$ os n valores em ordem crescente, a mediana da variável X é dada por:

$$\boxed{m_d = \begin{cases} x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}, & \text{se n for ímpar} \\ \frac{x_{\left(\frac{n}{2}\right)}+x_{\left(\frac{n}{2}+1\right)}}{2}, & \text{se n for par.} \end{cases}}$$

3.2.2 Medidas de dispersão

Em alguns casos as medidas de tendência central não conseguem representar bem os dados em analise. Como define Toledo (2014), não será útil o cálculo de uma média de um conjunto de dados se não ocorrer variação entre os elementos. E por outro lado, se a variação for muito grande, a média não terá um bom grau de confiança. Para ele, as medidas de dispersão mostram um conhecimento mais completo do fenômeno em análise, sendo possível comparar fenômenos de mesma natureza e a partir disso verificar se os valores se encontram acima ou abaixo da tendência central.

> A identificação de conjuntos de valores diversos, que possuem a mesma média, pela sua média nada informa sobre as diferentes variabilidades dos mesmos. Então notamos a conveniência de se criar uma medida que sumarize a variabilidade de uma série de valores que nos permita, por exemplo, comparar conjuntos diferentes de valores segundo algum critério estabelecido. O critério frequentemente usado para tal fim é aquele que mede a concentração dos dados em torno de sua média, e duas medidas são as mais usadas: desvio médio e variância. (BUSSAB E MORRETIN, 1987, p.29)

3.2.2.1 Variância ($var(x)$)

Para Vieira (1990), podemos observar que os dados se distribuem em torno da média e com isso o grau de afastamento de um conjunto de dados pode ser obtido pelo cálculo do desvio dos valores observados em relação a media, esse desvio é encontrado fazendo-se a diferença entre o valor observado e a média do conjunto de dados.

Bussab e Morettin (1987), dizem que a simples soma dos desvios em relação à média não é útil, já que ela será sempre igual à zero para qualquer conjunto de dados. E ao considerar os desvios em valor absoluto torna-se dificultoso a comparação entre conjunto de dados com números diferentes de observação. Assim, para eles a melhor forma é determinar o desvio médio.

Seja n o tamanho da amostra de uma variável x, a variância de x é dada por

$$\boxed{var(X) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

3.2.2.2 Desvio Padrão ($dp(x)$)

Vieira (1990) diz que como medida de dispersão, a variância apresenta a desvantagem de ter unidade de medida igual ao quadrado da unidade de medida dos dados. E para resolver isso podemos determinar o desvio padrão. Como definem Bussab e Morettin (1987), para evitar problema de interpretação, usa-se o desvio-padrão que é definido como a raiz quadrada da variância. Dessa forma, o valor encontrado tem a mesma unidade de medida dos valores do conjunto de dados.

> O desvio-padrão não é senão uma média quadrática dos desvios em relação à média aritmética de um conjunto de números, ou seja, é a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios, estes tomados a partir da média aritmética (TOLEDO, 2014, p.191).

O valor do desvio padrão é dado por

$$\boxed{dp(X) = \sqrt{var(X)}}$$

3.2.3 Inferência estatística

Para Bussab e Morettin (1987), quando nos baseamos em resultado de uma amostra e fazemos afirmações sobre determinadas características de uma população, estamos fazendo uso da Inferência Estatística. E para tanto precisamos determinar a população e a amostra que iremos estudar.

"População é o conjunto de indivíduos (ou objetos), tendo pelo menos uma variável comum observável. Amostra é qualquer subconjunto da população"(BUSSAB E MORETTIN, 1987, p.182).

Para determinar se as afirmações supostas são válidas ou não fazemos uso dos testes de hipóteses. Segundo Camara e Silva (2001), citados por Reis e Ribeiro Júnior (2007, p. 1), "Quando formulamos uma decisão sobre H_0 podem ocorrer dois erros distintos. O primeiro, designado por erro tipo I, consiste em rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira. O segundo, designado por erro tipo II, consiste em aceitar H_0 quando ela é falsa. A estes erros estão associados uma probabilidade: P(rejeitar H_0 — H_0 verdadeira) = α; P(aceitar H_0 — H_0 falsa) = β"

Os testes de hipótese podem ser divididos em paramétricos e não paramétricos.

> Os paramétricos são aqueles que utilizam os parâmetros da distribuição, ou uma estimativa destes, para o cálculo de sua estatística. Normalmente, estes testes são mais rigorosos e possuem mais pressuposições para sua validação. Já os não paramétricos utilizam, para o cálculo de sua estatística, postos atribuídos aos dados ordenados e são livres da distribuição de probabilidades dos dados estudados (REIS E RIBEIRO JÚNIOR, 2007, p.1).

Teste Wilcoxon-Mann-Whitney

Segundo Matta (1998), citado por Rocha e Delamaro (2015, p.9), O teste Wilcoxon-Mann-Whitney é um dos testes não paramétricos mais poderosos, podendo ser utilizado para verificar se duas amostras não relacionadas (independentes), com variáveis ordinais, são significativamente diferentes em relação à determinada variável. Segundo o autor, tal teste é utilizado como alternativa ao teste paramétrico t, quando os dados estão em escala ordinal.

Para Estatcamp (2018), o Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney consiste em verificar se, dado duas populações P_1 e P_2 das quais não temos informações a respeito de suas distribuições e considerando duas amostras independentes dessas duas populações, uma população tende a ter valores maiores do que a outra, ou se elas possuem distribuições iguais em localização. O teste é realizado pondo-se os valores das amostras em ordem crescente, independente de qual amostra pertence o valor, assim cada valor é associado a um posto. Somam-se os valores dos postos referentes a cada amostra. E a partir dos valores encontrados nessas somas é feita a determinação do p-valor, que vai ser utilizado para determinar se H_0 será rejeitado ou não.

Temos as seguintes hipóteses em um teste de Wilcoxon-Mann-Whitney:

$$\begin{cases} \mathsf{H}_0 : \Delta = 0 \\ \mathsf{H}_1 : \Delta \neq 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \mathsf{H}_0 : \Delta = 0 \\ \mathsf{H}_1 : \Delta > 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} \mathsf{H}_0 : \Delta = 0 \\ \mathsf{H}_1 : \Delta < 0 \end{cases}$$

Onde H_0 é a hipótese nula, ou seja, quando a diferença entre as amostras é igual a zero. E H_1 é a hipótese alternativa, ou seja, quando o valor de uma amostra é maior (ou menor) que a outra.

Capítulo 4

Resultados

O presente capítulo será de apresentação dos resultados, primeiro os resultados dos alunos da rede municipal de Teresina nas Olimpíadas de matemática, esses foram divididos em dois grupos: aluno do PCOE e alunos que não fazem parte do PCOE. Em um segundo momento, os resultado da verificação da metodologia aplicada pelo Programa, ou seja, se a metodologia mostra resultados significativos ou não.

Chamaremos de OBMEP - COE os resultados dos alunos do Programa na OBMEP, CANGURU - COE os resultados dos alunos do Programa na Canguru de Matemática, OBMEP - THE os resultados na OBMEP dos alunos de Teresina que não fazem parte do Programa e CANGURU - THE os resultados na Canguru de Matemática dos alunos que não fazem parte do Programa.

Para comparar os resultados vamos determinar a proporção entre o número de medalhas conquistadas em cada olimpíada e o total de aluno que compõem cada um dos grupos de estudo. Os valores encontrados são os que seguem na tabela abaixo.

NÚMERO DE ALUNOS DA REDE MUNICIPAL DE TERESINA POR GRUPO							
GRUPO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Fora do COE	25.025	23.588	21.196	20.204	20.830	20.892	21.454
PCOE	30	0	30	30	30	90	120

Fonte: produzido pelo autor

NÚMERO DE MEDALHAS POR GRUPO							
GRUPO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
OBMEP - COE	02	00	06	08	11	16	19
OBMEP - THE	08	18	04	01	16	13	09
CANGURU - COE	00	00	00	03	07	17	26
CANGURU - THE	00	00	00	00	04	06	11

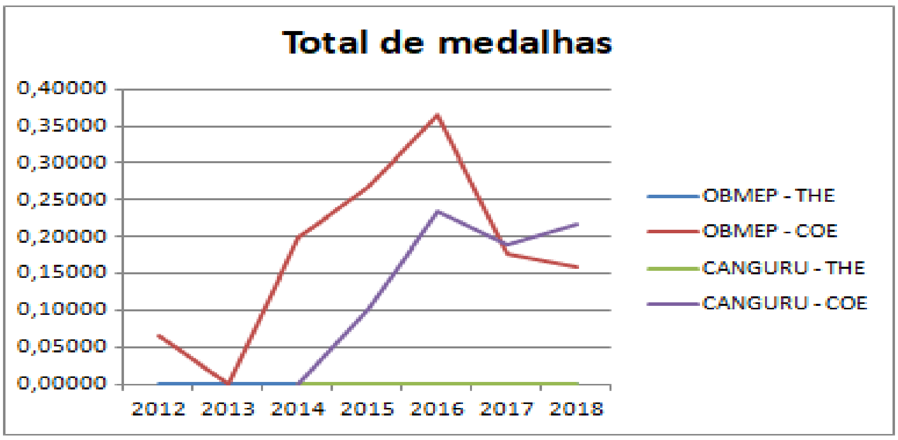
Fonte: produzido pelo autor

Fazendo a razão entre o número de medalhas e o total de alunos de cada grupo, temos os valores representados abaixo.

PROPORÇÃO ENTRE MEDALHAS E ALUNOS							
GRUPO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
OBMEP - COE	0,06667	0,00000	0,20000	0,26667	0,36667	0,17778	0,15833
OBMEP - THE	0,00032	0,00076	0,00019	0,00005	0,00077	0,00062	0,00042
CANGURU - COE	0,00000	0,00000	0,00000	0,10000	0,23333	0,18889	0,21667
CANGURU - THE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00019	0,00029	0,00052

Fonte: produzido pelo autor

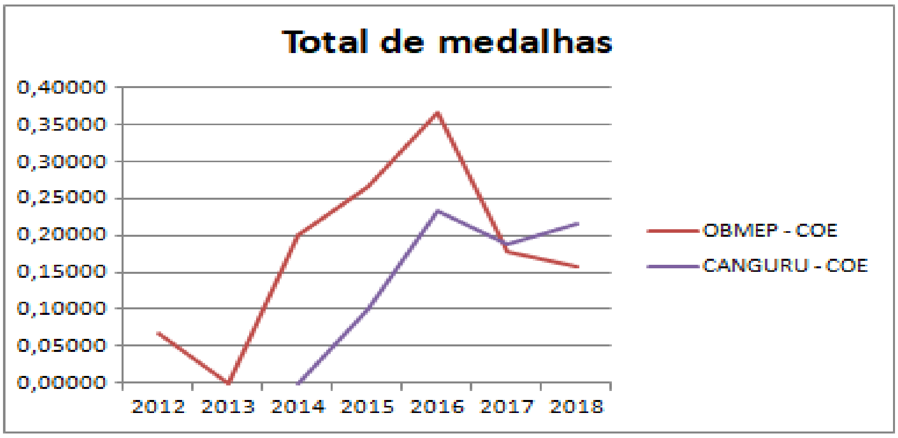
4.1 Resultados dos alunos de Teresina nas olimpíadas de matemática



Fonte: produzido pelo autor

Figura 4.1: Medalhas por olimpíada

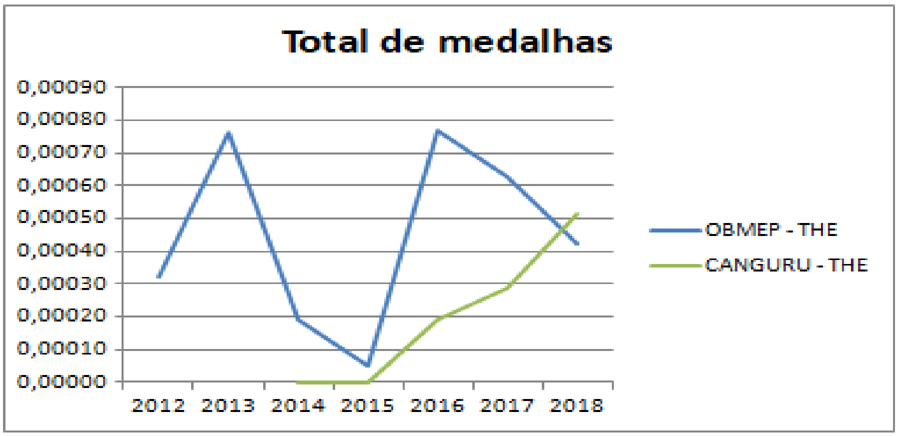
Observando o gráfico de linhas disposto acima, podemos perceber que os resultados dos alunos de Teresina que fazem parte do PCOE são bem mais expressivos que os resultados dos alunos que não fazem parte do Programa.



Fonte: produzido pelo autor

Figura 4.2: Medalhas do PCOE

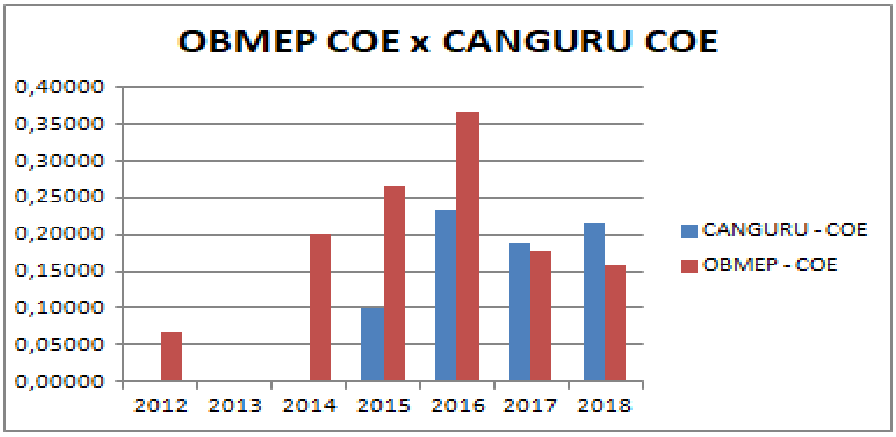
Ao compararmos os resultados somente entre alunos que são do PCOE, podemos perceber que até o ano de 2016 houve um crescimento proporcional acentuado o que pode ser explicado pelo fato de que muitos alunos já estavam no Programa há mais de um ano. E a partir de 2017 houve uma queda no valor dessa proporção e uma possível explicação é a criação de novas turmas de matemática que acarreta a retomada do trabalho com esses meninos. No ano de 2018, podemos perceber que na Canguru já houve uma retomada no crescimento proporcional do ganho de medalhas.



Fonte: produzido pelo autor

Figura 4.3: Medalhas de Teresina

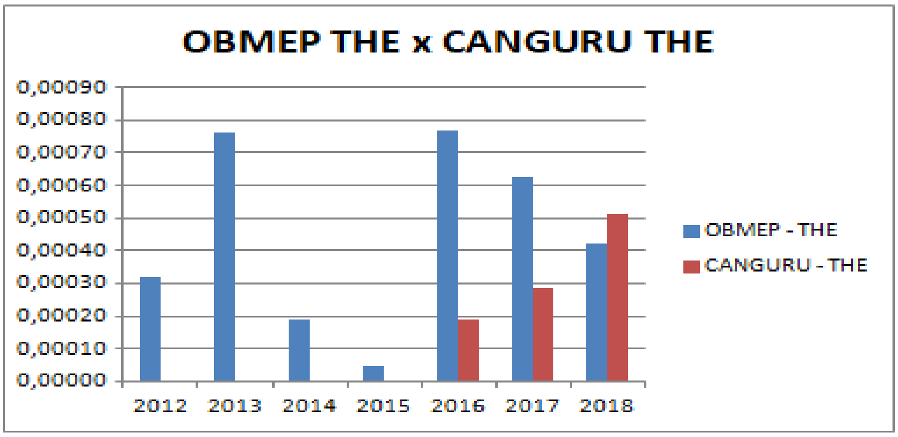
Ao compararmos os resultados somente entre alunos que não são do COE, podemos perceber que na olimpíada Canguru há uma tendência de crescimento mais estável que na OBMEP.



Fonte: produzido pelo autor

Figura 4.4: Medalhas Canguru (COE) e OBMEP (COE)

Nesse comparativo, podemos perceber que até 2016 a proporção de medalhas na OBMEP sempre foi maior que na Canguru e que a partir de 2017 ocorreu uma inversão nesse resultado.



Fonte: produzido pelo autor

Figura 4.5: Medalhas dos alunos que não fazem o PCOE

Acima percebemos que os resultados da CANGURU - THE são crescentes e que para a OBMEP esse resultado é variável. De tal forma que em 2018 a proporção de medalhas na Canguru foi maior que na OBMEP.

ESTATÍSTICA DESCRITIVA			
Grupo	Média	Mediana	Desvio Padrão
Obmep - COE	8,6	8,0	5,27
Obmep - THE	10,0	10,5	6,78
Canguru - COE	13,25	12,0	10,34
Canguru - THE	5,25	5,00	4,57
Obmep - Total	17,17	14,0	9,02
Canguru - Total	18,5	17,0	14,82

Fonte: produzido pelo autor

Para o cálculo das medidas de tendência central, foram considerados somente os anos em que os grupos efetivamente participaram das olimpíadas. No caso da OBMEP, foi observado que o COE teve uma proporção média de 0,17659 medalhas por aluno, enquanto que os demais alunos de Teresina tiveram uma proporção média de 0,00045 medalhas por aluno. A proporção mediana na OBMEP foi de 0,17778 para o PCOE e de 0,00042 para os demais alunos de Teresina. No caso da Canguru, tivemos proporção média de 0,18472 para o PCOE e 0,00025 para os demais alunos de Teresina. A proporção mediana na Canguru foi de 0,20278 para o PCOE e de 0,00024 para os demais alunos de Teresina. Considerando os resultados do PCOE e dos demais alunos de Teresina como um todo e comparando somente entre as olimpíadas, verificamos que a proporção média de medalhas por aluno na OBMEP é de 0,00087, enquanto que a proporção média de medalhas por aluno da Canguru é de 0,00088. Já no caso da mediana, ficou 0,00076 para a OBMEP e 0,00081 para a Canguru.

No cálculo das medidas de dispersão, também foi considerando somente os anos em que os grupos efetivamente participaram das olimpíadas. Na OBMEP, o PCOE teve 0,12138 de desvio padrão enquanto que os demais alunos de Teresina tiveram 0,00028. Já no caso da Canguru, os valores de desvio padrão foram de 0,05938 para o PCOE e de 0,00021 para os demais alunos de Teresina. Considerando os resultados do PCOE e dos demais alunos de Teresina como um todo e comparando somente entre as olimpíadas, constatamos que o desvio padrão foi de 0,00045 para a OBMEP e 0,00069 para a Canguru.

4.2 Resultado inferencial do ganho de medalhas

Para o cálculo do Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney foi utilizado o programa R.

Na comparação entre CANGURU-THE e CANGURU-COE o valor observado para o p-valor foi de $0,02857$. Já na comparação entre OBMEP-THE e OBMEP-COE o valor observado para o p-valor foi de $0,02622$. Dessa forma, em ambos os casos, a diferença entre as médias dos dois grupos é diferente de zero, ou seja, que há uma diferença entre os grupos. Sendo assim, a hipótese alternativa H_1 é a que se mostra correta.

Portanto, fica constatado que a participação no PCOE faz com que o ganho de medalhas seja maior. E que o programa é eficaz na sua função de tornar os alunos mais bem preparados para competir em olimpíadas de conhecimento.

Considerações Finais

As olimpíadas de matemática buscam proporcionar, aos alunos, acesso ao conhecimento científico matemático e incentivar o aperfeiçoamento dos professores. E dessa forma, fazer evoluir o nível de educação matemática da sociedade. Nesse sentido, o programa Cidade Olímpica Educacional, criado pela Secretaria Municipal de Teresina, propicia aos alunos, um ensino interdisciplinar com foco em práticas inovadoras. No Cidade Olímpica os alunos são apresentados a conhecimentos científicos mais avançados que os vistos nas suas escolas regulares, tornando-os preparados para competir nas mais diversas olimpíadas de conhecimento.

Os resultados obtidos mostram que a participação no Cidade Olímpica torna o aluno mais bem preparado para os desafios propostos nas olimpíadas de matemática. Podemos ver que o ganho de medalhas, dos participantes do PCOE, apresenta um crescimento regular e significativo e que os bons resultados refletem nas escolas regulares dos alunos. Vemos uma evolução, menos regular, no ganho de medalhas também dos alunos municipais que não são integrantes do Programa. E esse crescimento pode ser atribuído a influência que o aluno participante do PCOE exerce sobre os demais alunos da sua escola regular. Mostrando para a comunidade escolar que a participação em olimpíadas de conhecimento é algo benéfico, prazeroso e baste enriquecedor.

Os projetos desenvolvidos na área de matemática demonstram que as práticas inovadoras com foco no desenvolvimento das habilidades cognitivas em conjunto com as habilidades socioemocionais proporcionam um excelente ganho na aquisição do conhecimento. Tais práticas são bastante dinâmicas e podem tornar as aulas mais prazerosas e divertidas para os alunos. Não são projetos que esgotam a busca por novas práticas e nem donos da verdade absoluta. Cabe aos professores apropriarem-se deles e adaptá-los as suas realidades escolares ou até mesmo criar novos.

Diante do exposto, podemos concluir que o PCOE exerce um grandioso trabalho junto à sociedade de Teresina. Os alunos do Programa tornam-se autores na construção de seus conhecimentos, e estão em constante desenvolvimento, tanto das habilidades socioemocionais como das habilidades cognitivas. Podemos perceber que o alcance do Cidade Olímpica não se restringe apenas aos alunos, os pais também tem acesso a novos conhecimentos e novas práticas profissionalizantes, que os capacitam a exercer novas atividades econômicas. Além de mostrar práticas inovadoras para todos os professores em geral. Dessa forma, a expansão do PCOE torna-se extremamente necessária, uma vez que todo o contexto social em que os alunos estão inseridos sofre mudanças que buscam sempre a melhoria da sociedade como um todo.

Referências

[1] ABED, Anita Lilian Zuppo. **O desenvolvimento das habilidades socioemocionais como caminho para a aprendizagem e o sucesso escolar de alunos da educação básica.** São Paulo: UNESCO/MEC, 2014.

[2] AKSF. **História da Canguru de Matemática.** São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.cangurudematematicabrasil.com.br/index.php/historia> Acesso em 10 set. 2018.

[3] BRASIL. **Prêmio Professores do Brasil.** 8ª Ed. Brasília, 2014. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000017040.pdf> Acesso em 14 out. 2018.

[4] BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf> Acesso em 18 out. 2018.

[5] BUSSAB, Wilton de Oliveira. MORETTIN, Luiz Gonzaga. **Estatistica Básica.** São Paulo: Atual, 1987.

[6] ESTATCAMP. **Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney - amostras independentes.** São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas/teste-de-wilcoxon-mann-whitney-amostras-independentes> Acesso em 23 set. 2018.

[7] FERREIRA, Roberto Claudio. **Ensinando Matemática com o Geogebra.** Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/ensinando.pdf> Acesso em 15 out. 2018.

[8] REIS, Gustavo Mello. RIBEIRO JÚNIOR, José Ivo. **Comparação de testes paramétricos e não paramétricos aplicados em delineamentos experimentais** 2007. Disponível em: <http://www.saepro.ufv.br/wp-content/uploads/2007-3.pdf> Acesso em 30 de out. de 2018.

[9] ROCHA, Henrique Martins. DELAMARO, Maurício César. **Combinação de métodos não paramétricos na comparação de percepções sobre fatores críticos de sucesso na indústria automobilística Brasileira** 2015. Disponível em: <https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/1472-5550.pdf> Acesso em 30 de out. de 2018.

[10] SBM. **Histórico da Olimpíada Brasileira de Matemática.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.obm.org.br/quem-somos/historico/> Acesso em 12 set. 2018.

[11] SBM. **Apresentação da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/apresentacao.htm> Acesso 15 set. 2018.

[12] SILVA, Paulo Sérgio Modesto da. VIANA, Meire Nunes. **O desenvolvimento na teoria de Piaget.** 2011. Disponível em: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0250.pdf> Acesso em 18 de out. de 2018.

[13] SILVA JUNIOR, Eudes Nascimento. **Os benefícios do cubo mágico nas aulas de matemática no ensino médio.** Teresina, 2018. Disponível em: <https://monografias.brasilescola.uol.com.br/matematica/os-beneficios-cubo-magico-nas-aulas-matematica-no-ensino-medio.htm> Acesso em 15 out. 2018.

[14] SOARES, Maria Teresa Carneiro. PINTO, Neuza Bertoni. **Metodologia da resolução de problemas.** 2001. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/metodologia.pdf> Acesso em 17 out. 2018.

[15] TERESINA. **Blog do Cidade Olímpica.** Teresina, 2018. Disponível em: <http://www.semec.teresina.pi.gov.br/menu/blog-do-cidade-olimpica.html> Acesso em 14 out. 2018.

[16] TERESINA. **Fundação Wall Ferraz oferece curso de Panificação para pais de alunos do Cidade Olímpica Educacional.** Teresina, 2018. Disponível em: <http://fwf.teresina.pi.gov.br/fundacao-wall-ferraz-oferece-curso-de-panificacao-para-pais-de-alunos-do-cidade-olimpica-educacional/> Acesso em 14 out. 2018.

[17] TOLEDO, Geraldo Luciano. **Estatística básica.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2014.

[18] VIEIRA, Sônia. HOFFMAN, Rodolfo. **Elementos de estatística.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 1990.

[19] VILLA, Airton Della. **A resolução de problemas matemáticos, utilizando como ferramenta o ensino do desenho geométrico:** a importância do desenho geométrico no 8° e 9° anos da educação básica. 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_fafipar_mat_artigo_airton_della_villa.pdf> Acesso em 15 out. 2018.