

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

ICLEIA SANTOS

**CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO
ENSINO DA MATEMÁTICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**CURITIBA
2017**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

ICLEIA SANTOS

**CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO
ENSINO DA MATEMÁTICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, do Centro Universitário Internacional - UNINTER , como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino Medeiros.

CURITIBA

2017

S237c Santos, Icleia

Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do ensino fundamental / Icleia Santos. – Curitiba, 2017.

161 f. : il. (algumas color.)

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional Uninter.

1. Tecnologia educacional. 2. Matemática – Estudo e ensino. 3. Robótica. 4. Educação – Efeito das inovações tecnológicas. 5. Inovações educacionais. I. Título.

CDD 372.7

Catálogo na fonte: Vanda Fattori Dias – CRB-9/547

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO-PGPE
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E NOVAS
TECNOLOGIAS**

**Secretaria do Mestrado Profissional em Educação e Novas
Tecnologias**

Defesa Nº 021/2017

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM
EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS**

No dia 20 de outubro de 2017, às 17h, auditório do Campus Garcez do Centro Universitário Internacional UNINTER, Rua Luiz Xavier, 103 - Centro, Curitiba-PR, reuniu-se a Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, composta pelos professores doutores: Luciano Frontino de Medeiros (Presidente-Orientador - PPGENT/ UNINTER), João Filipe de Matos (Integrante Externo – Universidade de Lisboa), Luana Priscila Wunsch (Integrante Interno Titular- PPGENT/ UNINTER) e Alvino Moser (Integrante Interno Suplente - PPGENT/ UNINTER), para julgamento da dissertação: “CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA NO TERCEIRO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL”, da mestranda Icleia Santos. O presidente abriu a sessão apresentando os professores membros da banca, passando a palavra em seguida à mestranda, lembrando-lhe de que teria até vinte minutos para expor oralmente o seu trabalho. Concluída a exposição, a candidata foi arguida oralmente pelos membros da banca.

Concluída a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se e comunicou o Parecer Final de que a mestranda foi:

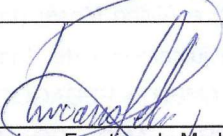
(X) APROVADA, devendo a candidata entregar a versão final no prazo máximo de 60 dias.

() AROVADA somente após satisfazer as exigências e, ou, recomendações propostas pela banca, no prazo fixado de 60 dias.

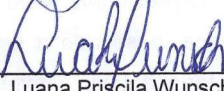
() REPROVADA.

O Presidente da Banca Examinadora declarou que a candidata foi aprovada e cumpriu todos os requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação e Novas Tecnologias, devendo encaminhar à Coordenação, em até 60 dias, a contar desta data, a versão final da dissertação devidamente aprovada pelo professor orientador, no formato impresso e PDF, conforme procedimentos que serão encaminhados pela secretaria do Programa. Encerrada a sessão, lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Banca Examinadora.

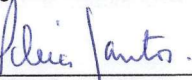
Recomendações: ATENDER ÀS RECOMENDAÇÕES DA
BANCA. TRABALHO BOM ORGANIZADO E ARTICULADO
ENTRE ESCOLA, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E UNIVERSIDADE.



Dr. Luciano Frontino de Medeiros
Presidente da Banca



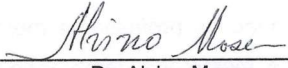
Dra. Luana Priscila Wunsch
Integrante Interno Titular



Iceia Santos
Mestranda



Dr. João Filipe de Matos
Integrante Externo



Dr. Alvino Moser
Integrante Interno Suplente

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Matemático do Universo, o GRANDE EU SOU.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Agradeço aos professores que me orientaram nessa jornada.

Agradeço ao meu marido, que dedicou parte de seu tempo para as revisões.

Agradeço às minhas filhas, que me incentivaram.

Agradeço à Professora Jocelia e Pedagoga Cris, que estiveram presentes e ajudando na realização deste trabalho.

Agradeço à Elaine, minha companheira de trabalho e de mestrado pelo seu apoio.

La matematica è l'alfabeto nel quale DIO ha scritto l'universo.

A Matemática é o alfabeto que DEUS usou para escrever o
universo.

Galileo Galilei

Resumo

A Robótica, como ferramenta pedagógica, tem se mostrado um elo fundamental para o resgate do interesse, da criatividade, da imaginação e do raciocínio lógico dos alunos. A sua aplicação se justifica por auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico, coordenação motora, aprimoramento do espírito de equipe e sentimento de pertença no aluno. Esta pesquisa, de cunho qualitativo, verificou a efetividade do uso da Robótica como ferramenta pedagógica, considerando a participação de alunos do terceiro ano do ensino fundamental no conteúdo de Geometria, sólidos geométricos. A pesquisa experimental, aqui apresentada, foi realizada em duas turmas de terceiro ano. O conteúdo foi trabalhado da mesma maneira nas duas turmas, sendo que a revisão do conteúdo em uma delas foi feita com a utilização da Robótica. Aplicaram-se avaliações nas duas turmas e, ao final, confirmou-se que a turma que recebeu revisão do conteúdo com Robótica teve significativo aumento no seu aproveitamento.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Ferramenta Pedagógica, Robô.

Abstract

Robotics as pedagogical tool has been shown as a fundamental link to the recovery of students' interest, creativity, imagination and logical reasoning. Its application is justified by helping to develop critical thinking, motor coordination, and a sense of belonging in the student. This qualitative/quantitative research verified the effectiveness of use Robotics as a pedagogical tool, in third year's students of the fundamental school in geometry content, geometric solids. The research was carried out in two groups of students, the content was work in the same way in the two classes, being that the revision of the content in one of them was with the use of Robotics. Evaluations were applied in both groups and, at the end, it was confirmed that the group who received revision of the content with Robotics had significant increasing in its grades.

Keywords: Educational Robotics, Pedagogical Tool, Robot.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Resultados da escala SAEB no Brasil para diversas avaliações do IDEB.....	23
Figura 2: Aproveitamento em Matemática, classificação geral dos Estados da Federação..	23
Figura 3: Aproveitamento em Matemática no Paraná em relação ao Brasil e à Região Sul.	24
Figura 4: Pontuação do IDEB da Escola Municipal Emílio de Menezes	24
Figura 5: Ciclo de aprendizagem contínuo.....	40
Figura 6: Mapa conceitual de aprendizagem significativa	44
Figura 7: Notas obtidas na Turma A - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo I)	66
Figura 8: Notas obtidas na Turma B - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo I)	66
Figura 9: Notas obtidas na Turma A - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo I)	67
Figura 10: Notas obtidas na Turma B - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo I)	67
Figura 11: Comparação de notas da Turma A - Primeira e Segunda avaliações (Anexo I) ..	68
Figura 12: Comparação de notas da Turma B - Primeira e Segunda avaliações (Anexo I) ..	68
Figura 13: Notas da Turma A - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo II).....	69
Figura 14: Notas da Turma B - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo II).....	69
Figura 15: Notas obtidas na Turma A - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo II)	71
Figura 16: Notas obtidas na Turma B - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo II)	71
Figura 17: Primeiras respostas dos alunos sobre como eles percebem um robô.....	72
Figura 18: Desenhos feitos pelos alunos de como eles imaginam serem os robôs.....	73
Figura 19: Novas respostas dos alunos sobre como eles percebem um robô.....	73
Figura 20: Modelos de robôs pedagógicos apresentados aos alunos	74
Figura 21: Robô tartaruga.....	75
Figura 22: Robô Esfera Pêndulo	75
Figura 23: Robô Disco de Newton	76
Figura 24: Robô Cilindro – Lata de Alumínio.....	76
Figura 25: Robô Esfera Giratório	77
Figura 26: Robô Cubo.....	77
Figura 27: Robô Cubo e Paralelepípedo Grande	78
Figura 28: Robô Cubo com Som e Led	78
Figura 29: Robô Cone.....	79
Figura 30: Robô Pirâmide Desenhista	79
Figura 31: Lista de materiais que os alunos julgaram necessários para montar robôs.....	80
Figura 32: Modelo de ficha técnica dos robôs que os alunos iriam montar	81
Figura 33: Base com rodas, motor e suporte de pilhas, onde foram fixados os robôs.....	89

Figura 34: Exposição dos robôs montados na oficina de robôs individuais	91
Figura 35: Notas obtidas na Terceira Avaliação Diagnóstica, Turma A.....	92
Figura 36: Notas obtidas na Terceira Avaliação Diagnóstica, Turma B.....	93
Figura 37: Notas obtidas pelos alunos da Turma A, nas três avaliações diagnósticas	94
Figura 38: Notas obtidas pelos alunos da Turma B, nas três avaliações diagnósticas	94
Figura 39: Médias de acertos por questões nas três avaliações diagnósticas da Turma A..	95
Figura 40: Médias de acertos por questões nas três avaliações diagnósticas da Turma B..	95
Figura 41: Comparativo das notas médias obtidas pelas duas turmas nas avaliações	96
Figura 42: Curvas Normais para diversos valores de média e desvio padrão	101
Figura 43: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turma A.....	102
Figura 44: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turma A.....	103
Figura 45: Curva de Gauss para Notas da Terceira Avaliação, Turma A	104
Figura 46: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turma B.....	105
Figura 47: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turma B.....	106
Figura 48: Curva de Gauss para Notas da Terceira Avaliação, Turma B	107
Figura 49: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turmas A e B agrupadas .	108
Figura 50: Teste T de Student, para as duas Primeiras Avaliações, Turmas A e B.....	109
Figura 51: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turmas A e B agrupadas	110
Figura 52: Teste T de Student, para as duas Segundas Avaliações, Turmas A e B.....	111
Figura 53: Teste T de Student, para as duas Terceiras Avaliações, Turmas A e B.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de preços de kits de Robótica Educacional comerciais	60
Tabela 2 – Protocolo da pesquisa para as Turmas A e B	65
Tabela 3 – Desenvolvimento dos trabalhos conforme Plano de Aula (Anexo V)	70
Tabela 4 – Conteúdo trabalhado para Matemática.	82
Tabela 5 – Conteúdo para Língua Portuguesa, Ciências, História/Geografia e Artes	83
Tabela 6 – Transcrição da ficha técnica do robô montado com pirâmides	85
Tabela 7 - Transcrição da ficha técnica do robô montado com paralelepípedos	86
Tabela 8 – Transcrição da ficha técnica do robô com cubos	86
Tabela 9 – Transcrição da ficha técnica do robô com cones	87
Tabela 10 – Transcrição da ficha técnica do robô montado com cilindros.....	88
Tabela 11 – Transcrição da ficha técnica do robô montado com esferas	88
Tabela 12 – Comandos do Microsoft Excel®, usados nesse trabalho.....	98

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Média aritmética das amostras de uma população	99
Equação 2 – Desvio padrão das amostras de uma população.....	100
Equação 3 – Curva Normal de uma população com média e desvio padrão conhecidos...	101

SUMÁRIO

1	Introdução	19
1.1	Histórico da Escola Municipal Emílio de Menezes	25
1.2	A comunidade escolar	26
1.3	Objetivo geral.....	28
1.4	Objetivos específicos	28
2	Fundamentação Teórica	29
2.1	A Aprendizagem	29
2.1.1	O Processo de Aprendizagem	32
2.1.2	Tipos de Aprendizagem.....	34
2.1.3	O processo de Aprendizagem na abordagem de Vygotsky	35
2.1.4	O processo de Aprendizagem na abordagem de Piaget.....	36
2.1.5	O Construcionismo	36
2.1.6	Motivação	41
2.2	A Matemática	44
2.3	A Geometria.....	47
2.4	A Tecnologia.....	48
2.5	Robótica	49
2.5.1	Criando robôs “inteligentes” capazes de “tomar decisões”	50
2.6	Unindo o robótico e o pedagógico.....	51
2.6.1	Robôs Educacionais.....	53
2.6.2	Robô Pedagógico e a Inteligência Artificial	56
2.6.3	O papel do professor no contexto da Robótica pedagógica.....	58
2.7	Considerações sobre o custo dos dispositivos robóticos.....	59
3	Metodologia da Pesquisa	61
4	Descrição da Pesquisa.....	63
4.1	Participantes da pesquisa	63
4.2	Conteúdo da avaliação aplicada na pesquisa	64
4.3	Procedimento da pesquisa.....	65
4.3.1	Modelos de dispositivos apresentados aos alunos.	74
4.3.1.1	Robô Tartaruga	75
4.3.1.2	Robô Esfera Pêndulo	75
4.3.1.3	Robô Disco de Newton.....	76
4.3.1.4	Robô Cilindro - Lata de Alumínio	76

4.3.1.5	Robô Esfera Giratório.....	77
4.3.1.6	Robô Cubo.....	77
4.3.1.7	Robô Cubo e Paralelepípedo Grande.....	78
4.3.1.8	Robô Cubo com Som e Led	78
4.3.1.9	Robô Cone	79
4.3.1.10	Robô Pirâmide Desenhista.....	79
4.3.2	Aplicação do Plano de Aula, conforme Anexo VI.....	81
4.4	Relatos colhidos durante a montagem dos robôs	84
4.4.1	Robô Pirâmide.....	84
4.4.2	Robô Paralelepípedo	85
4.4.3	Robô Cubo	86
4.4.4	Robô Cone	87
4.4.5	Robô Cilindro.....	87
4.4.6	Robô Esfera	88
4.4.7	Em relação a todas as montagens	88
4.5	Criação e construção de um robô individual.....	90
4.6	Envolvimento dos pais nos projetos.....	91
4.7	Aplicação da 3ª Avaliação Diagnóstica nas duas turmas	91
5	Apresentação dos resultados obtidos.....	97
5.1	Em relação à Turma A – Turma de controle (sem intervenção).	102
5.2	Em relação à Turma B – Turma de trabalho (com intervenção).	105
5.3	Turmas A e B – Primeira e segunda avaliações.....	108
6	CONCLUSÕES	113
7	REFERÊNCIAS.....	116
8	ANEXOS	121
	ANEXO I – Avaliação Diagnóstica 1	121
	ANEXO II – Avaliação Diagnóstica 2	122
	ANEXO III – Planificação de Sólidos.....	125
	ANEXO IV – Planejamento de aula – Formas Geométricas Planas	129
	ANEXO V – Planejamento de aula – Sólidos Geométricos – Turma de controle.....	138
	ANEXO VI – Planejamento de aula – Sólidos Geométricos – Turma de trabalho	146
	ANEXO VII – Fichas técnicas dos robôs construídos na turma de trabalho	152
	ANEXO VIII – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 1 – TURMA A	158

ANEXO IX – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 1 – TURMA B	159
ANEXO X – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 2 – TURMA A	160
ANEXO XI – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 2 – TURMA B	161

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia é fundamental na sociedade atual. As crianças, desde muito cedo, têm acesso a ela através de vários dispositivos, pelos quais podem jogar, acessar a internet e ter contato com vários tipos de informação. Porém, quando as crianças são meras usuárias, a sua participação se torna muito restrita, fazendo delas simples expectadoras das imagens e situações que são apresentadas. Eventualmente, perdem sua concentração, distraíndo-se de seus deveres escolares, especialmente pelo fascínio dos recursos disponíveis. Contudo, na grande maioria são atividades prontas e limitantes.

Nesse contexto, o pensar, o criar e o imaginar não estão necessariamente sendo exigidos, podendo ter, como resultado extremo, a perda do *timing*¹ do desenvolvimento do raciocínio, da imaginação, da criatividade e do fazer sonhar. Nas sociedades contemporâneas, esse conhecimento é o que permite estabelecer relações mais abrangentes entre os fenômenos. Logo, é principalmente na escola que ele tem condições de ser adquirido (BRASIL, 2013).

A escola, como agente intermediário do saber, deve se manter constantemente atualizada, a fim de promover a aproximação das tecnologias disponíveis no dia a dia do aluno, contextualizando o seu aprendizado. Isso decorre do fato de que a escola deve ser um espaço de construção do conhecimento e dos valores formadores da cidadania (PINHAIS; CORPO DOCENTE, 2011). Nesse contexto, o uso de ferramentas, tais como o computador ou o robô, por exemplo, ao estarem adaptados aos princípios do construtivismo cognitivo de Jean Piaget, servem como um meio de alavancar o desenvolvimento cognitivo dos alunos que têm contato com elas, quando utilizadas adequadamente.

A Robótica é definida como uma área do conhecimento relacionada ao controle e à construção de robôs. Possui princípios básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial (SILVA et al., 2008). A palavra 'robô' deriva da palavra tcheca *robotnik*, que significa servo. A Robótica ou o uso de robôs na educação, como um auxiliar do professor, pode promover um ambiente de aprendizagem onde o aluno aprende a pesquisar novos conhecimentos,

¹ *Timing*: Tempo, momento certo, sequenciamento.

despertando seu potencial criativo, principalmente quanto ao aprendizado para o futuro (SILVA et al., 2008).

Dos aproximadamente 150 documentos pesquisados para o embasamento teórico, entre artigos, dissertações e teses, os quais versam sobre a aplicação da Robótica Pedagógica ou Educacional (pesquisas realizadas de 2004 a 2016), verificou-se que esses trabalhos tratam da utilização da Robótica em oficinas para alunos que estão em contra turno escolar, ou de estudos isolados aplicados para aquela pesquisa. Não se encontrou nesses documentos nenhum em que a Robótica fosse usada, especificamente, como ferramenta pedagógica no contexto escolar do Ensino Fundamental I, como auxiliar do currículo escolar para o aprendizado de conteúdo.

Sobre o assunto Robótica como ferramenta pedagógica no Brasil, fez-se buscas na Internet, no ambiente de pesquisa *Google Acadêmico*, usando como base de pesquisa as palavras-chave com a seguinte conformação: “robótica pedagógica”&“ensino fundamental”&“currículo escolar”. Como resultado, não se encontrou nenhum artigo, dissertação ou tese que abordasse o tema a partir dessas palavras-chave.

Na área da educação, o precursor na área da inteligência artificial é o professor de Matemática Seymour Papert, nascido na África do Sul. Trabalhou com Piaget, proponente do Construtivismo, na Universidade de Genebra, de 1958 a 1963 (PARELLADA, 2012). Papert utilizava a Matemática como um meio de compreender como as crianças aprendem e pensam. Na educação, aplicou os princípios da Robótica com o auxílio do computador, a fim de propiciar um facilitador atrativo no processo de aprendizagem da Matemática para as crianças. A partir dessa situação, surgiu o termo “Construcionismo”, o qual será abordado com maior aprofundamento na fundamentação teórica.

A Matemática é utilizada no nosso cotidiano e tem sido objeto de estudos que buscam meios para melhorar o desempenho dos alunos nessa área do conhecimento. Apesar disso, aprender (e ensinar) matemática não é uma tarefa fácil.

É sabido que existe uma resistência quase que natural e unânime das pessoas para o aprendizado da Matemática. O estereótipo de que Matemática é uma matéria difícil não se limita a uma determinada faixa etária, manifestando-se no Brasil e mesmo nos países considerados desenvolvidos. Existem dificuldades para o

aprendizado da Matemática, como demonstram estudos feitos na França, por exemplo (FERNANDES, 2010).

Mesmo com consideráveis avanços implantados no sistema de ensino brasileiro, o Brasil ainda se posiciona na retaguarda, quando classificado, juntamente com os outros países, em relação ao desenvolvimento de políticas de fomento de técnicas de ensino e aos resultados das avaliações de desempenho obtidas pelos alunos na área da Matemática (FERNANDES, 2010).

O Plano Nacional de Educação (PNE) determina diretrizes, metas e estratégias para a política educacional nos próximos dez anos. O primeiro grupo corresponde às metas estruturantes² para a garantia do direito à educação básica com qualidade, promovendo o acesso, a universalização do ensino obrigatório e a ampliação das oportunidades educacionais. A Meta 7 do PNE 2014-2024 trata da melhoria da qualidade da educação básica, focando, particularmente, a melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem dos estudantes. O foco é atingir, até 2021, as seguintes médias nacionais para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB): 6,0 para os anos iniciais do ensino fundamental (EF); e 5,5 para os anos finais do ensino fundamental (INEP, 2015, p. 115).

Os objetivos que a Educação Básica busca alcançar são: propiciar o desenvolvimento do educando; assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania; e fornecer-lhe os meios para que ele possa progredir no trabalho e em estudos posteriores, segundo o artigo 22 da Lei nº 9.394/96 (LDB³). Do mesmo modo, os objetivos específicos dessa etapa da escolarização (artigo 32 da LDB) devem convergir para os princípios mais amplos que norteiam a Nação Brasileira. Assim sendo, eles devem estar em conformidade com o que define a Constituição Federal, no seu artigo 3º, a saber: a construção de uma sociedade livre, justa e solidária, que garanta o desenvolvimento nacional; que busque “erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais”; e que promova “o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação” (BRASIL, 2013).

² No Plano Nacional de Educação são definidas 11 metas estruturantes, denominadas Meta 1 até Meta 11, que garantem o direito à educação básica com qualidade para todas as pessoas.

³ LDB é a sigla para Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei número 9.394 (1996).

O cálculo fornecido pelo IDEB é aceito como sendo um parâmetro confiável de indicação do desempenho de Instituições de Ensino.

...

O Ideb é o principal indicador da qualidade da educação básica no Brasil. Para fazer essa medição, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) utiliza uma escala que vai de 0 a 10. A meta para o Brasil é alcançar a média 6.0 até 2021, patamar educacional correspondente ao de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra e Suécia.

Criado pelo Instituto Nacional de Pesquisa Educacional Anísio Teixeira (Inep) em 2007, o Ideb sintetiza em um único indicador dois conceitos importantes para aferir a qualidade do ensino no país:

1. **Fluxo**: representa a taxa de aprovação dos alunos;
2. **Aprendizado**: corresponde ao resultado dos estudantes no SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), aferido tanto pela Prova Brasil, avaliação censitária do ensino público, e a ANEB⁴, avaliação amostral do Saeb, que inclui também a rede privada.

...

A forma geral do Ideb é dada por:

$$IDEB_{ji} = N_{ji} \times P_{ji};$$

Em que,

j = unidade escolar considerada;

i = ano do exame (Saeb e Prova Brasil) e do Censo Escolar;

N_{ji} = média da proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, padronizada para um indicador entre 0 e 10, dos alunos da unidade j, obtida em determinada edição do exame realizado ao final da etapa de ensino;

P_{ji} = indicador de rendimento baseado na taxa de aprovação da etapa de ensino dos alunos da unidade j;

...

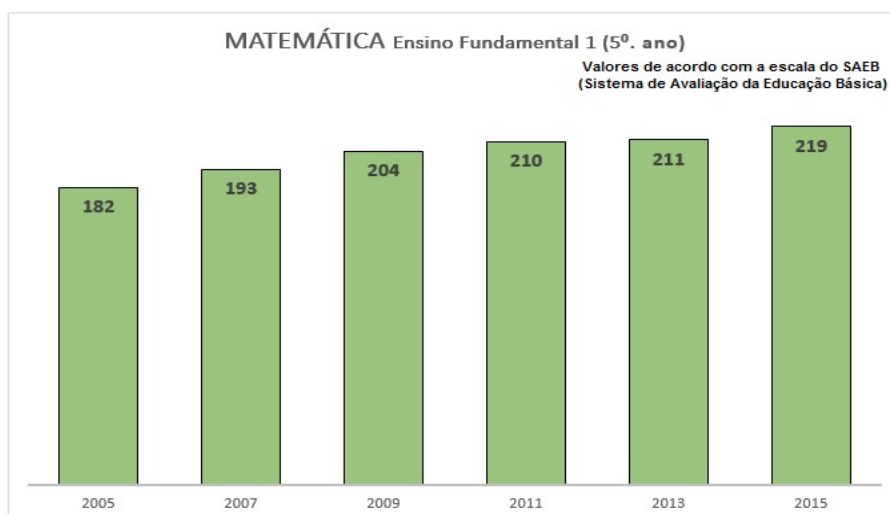
(FUNDAÇÃO LEMANN, 2017).

O IDEB permite avaliar a qualidade geral da escola, pois, quanto maior for a nota da instituição no teste bianual e quanto menos repetências e desistências ela registrar, melhor será a sua classificação, numa escala de zero a dez. O mecanismo foi muito bem avaliado por especialistas justamente por unir esses fatores. Sendo assim, se uma escola passar seus alunos de ano, sem que eles tenham realmente aprendido, isso ficará claro a partir da análise do desempenho dessa escola no IDEB (FUNDAÇÃO LEMANN, 2017).

Interessa o desempenho relacionado às avaliações de Matemática.

⁴ A Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) utiliza os mesmos instrumentos da Prova Brasil/Anresc e é aplicada com a mesma periodicidade. Diferencia-se por abranger, de forma amostral, escolas e alunos das redes públicas e privadas do país que não atendem aos critérios de participação da Anresc/Prova Brasil, e que pertencem às etapas finais dos três últimos ciclos da Educação Básica em áreas urbanas e rurais: 5º ano (4ª série) e 9º ano (8ª série) do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio regular.

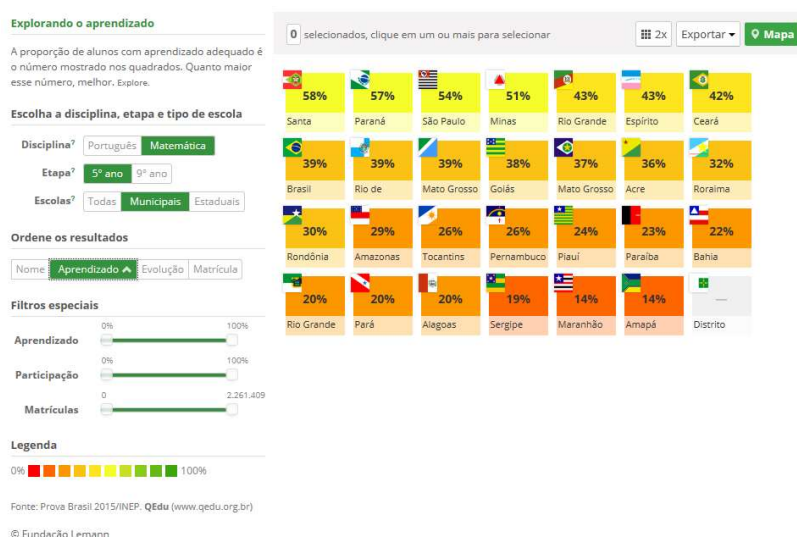
Figura 1: Resultados da escala SAEB no Brasil para diversas avaliações do IDEB.



Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2016/09/1811210-desempenho-do-ensino-medio-em-matematica-e-o-pior-desde-2005.shtml>, acesso em 22 jul. 2017. Adaptado pela autora.

A figura a seguir mostra o aproveitamento escolar em percentual no Brasil. Paraná é o estado que se encontra na segunda colocação, seguido de Santa Catarina nos resultados em Matemática para os alunos do 5º ano do Ensino Fundamental.

Figura 2: Aproveitamento em Matemática, classificação geral dos Estados da Federação.



Fonte: <http://www.qedu.org.br/escola/222521/ideb>, acesso em 22 jul. 2017

Na figura 3, vê-se a comparação da performance do Paraná em relação à média nacional e a dos estados da Região Sul, nas três últimas avaliações do IDEB.

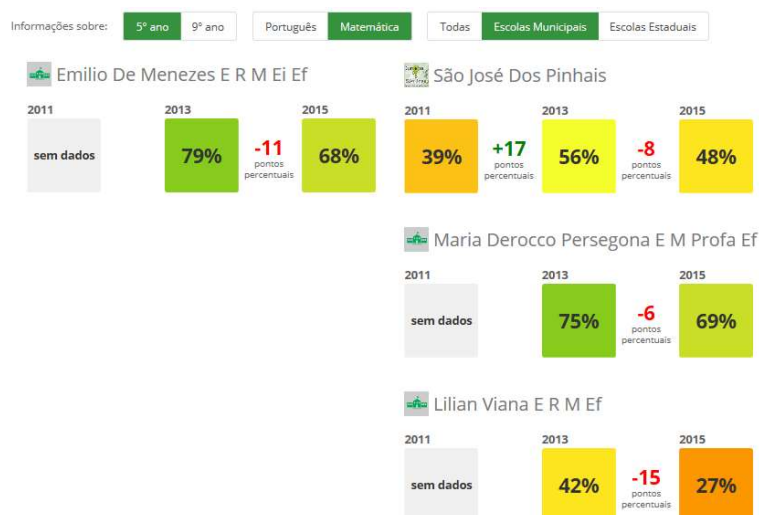
Figura 3: Aproveitamento em Matemática no Paraná em relação ao Brasil e à Região Sul.



Fonte: <http://www.qedu.org.br/escola/222521/ideb>, acesso em 22 jul. 2017.

No Município de São José dos Pinhais, estado do Paraná, encontra-se a Escola Municipal Emílio de Menezes, onde foram desenvolvidas as atividades desta pesquisa. Na figura a seguir, observa-se o detalhamento dos resultados relacionados com a Matemática dessa Escola, comparando-os com os dados de outras Instituições de Ensino que possuem perfil socioeconômico semelhante. Convém lembrar que o processo de classificação do IDEB já faz essa comparação.

Figura 4: Pontuação do IDEB da Escola Municipal Emílio de Menezes



Fonte: Prova Brasil 2015, Inep. Classificação não oficial.

Fonte: <http://www.qedu.org.br/escola/222521/ideb>, acesso em 22 jul. 2017.

1.1 Histórico da Escola Municipal Emílio de Menezes

Conseguiu-se registrar a existência da Escola Isolada da Costeira através de depoimentos de normalistas da época. Segundo relato da Sra. Joana Kaspersk Setenareski (uma dessas normalistas), ela iniciou como regente na Escola em 1939. Outro relato é o da Sra. Alice Cordeiro, que trabalhou como professora nessa escola em 1948. Em 1951, desde quando passaram a existir os registros oficiais, a escola, com apenas duas salas, ofertava do 1º ao 3º ano. De acordo com o Livro de Registro, em 1964, a Escola Isolada da Costeira começou a ofertar do 1º ao 4º ano primário. Em setembro de 1969, a Escola Isolada da Costeira recebeu a denominação de Escola Isolada Emílio de Menezes, em homenagem ao poeta paranaense.

Em 1982, pela resolução nº 3.397/82, o estabelecimento obteve a autorização de funcionamento como Escola Rural Emílio de Menezes. A partir de 1990, pela resolução nº 3.484/90, passou a ser denominada Escola Rural Municipal Emílio de Menezes, ofertando da 1ª a 4ª série do ensino de 1º grau. De 1994 até 2006, a escola ofertou, além das quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, a modalidade de educação infantil com o Jardim III, estando localizada em um prédio construído com recursos de festas e bingos promovidos pela APM, totalizando quatro salas de aula e oito turmas divididas em dois turnos.

Em 2006, mudou-se para o endereço atual, disponibilizando um espaço mais adequado para o seu funcionamento. Atualmente, a Escola Municipal Emílio de Menezes funciona em um prédio com, aproximadamente, 2000m² de área útil, contando com oito salas de aula regulares, sala de recursos especiais para crianças com limitações, sala de informática, sala de reforço, sala de professores, secretaria e três salas para diretora, diretora auxiliar e pedagoga. Conta também com biblioteca, cantina, cozinha e instalações auxiliares.

O pátio externo tem cerca de 750m², possui *playground* com balanços, gangorras, escorregadores e outros equipamentos de lazer. Há ainda uma área para brincadeiras de roda e uma cancha descoberta, com piso de cimento queimado alisado, destinado à prática de futebol de salão e basquetebol. A população de alunos na Escola Municipal Emílio de Menezes é em torno de 230 alunos e conta com uma diretora, uma diretora auxiliar, dezesseis professoras, uma pedagoga, uma secretária, três auxiliares e uma estagiária.

1.2 A comunidade escolar

A Escola Municipal Emílio de Menezes está situada em um bairro pequeno, em sua maior parte residencial. No último ano, vem aumentando a construção de pequenos prédios nesse entorno. O comércio é composto de pequenos mercados, mercearias, lojinhas e salões de beleza. Ficam próximos ao bairro o Frigorífico Juliato e a empresa Condustar, as principais indústrias dessa microrregião. São inexistentes no bairro locais específicos para o lazer e cultura. Nos finais de semana, os moradores utilizam a quadra descoberta da escola para diversão. No bairro não se encontram centros de educação infantil, bibliotecas, unidades de saúde e colégios estaduais.

Para se obter os dados sobre as condições socioculturais da comunidade, particularmente aqueles relacionados ao nível de escolaridade dos pais, condição socioeconômica, acesso aos bens culturais, entre outros, realizou-se uma pesquisa através de instrumento elaborado em conjunto com os professores da escola, contendo algumas questões abertas e outras fechadas. A análise desses dados, coletados e organizados, permite conhecer melhor a comunidade que a escola atende, considerando os aspectos destacados, bem como suas expectativas e opiniões sobre a escola. Dos entrevistados, 66% das famílias que formam a clientela da Escola Municipal Emílio de Menezes têm renda familiar entre um a três salários mínimos. A minoria, ou seja, 3% das famílias afirmaram receber mais de cinco salários mínimos. Mais da metade (63%) possui casa própria.

O grau de escolaridade predominante dos pais é o Ensino Médio completo (45%). Porém, existem pais com baixa escolaridade, ensino fundamental incompleto (22%) e pais não alfabetizados (1%). Apenas 7% dos pais apresentam nível superior completo e 5% estão cursando algum curso. A maioria dos alunos tem acesso aos meios de comunicação e informação, como rádio, televisão e computador. Entretanto, 32% relatam não ter acesso à internet em casa.

Entre as famílias dos estudantes da escola, 42% possuem plano de saúde. Os demais (58%) se utilizam dos serviços de saúde oferecidos pelo Poder Público. Isso implica no fato de que as famílias precisam entrar em filas e enfrentar a morosidade do atendimento, principalmente no que se refere ao acesso às especialidades médicas. Essa realidade interfere no rendimento escolar dos

estudantes, que precisam de atendimentos como: fonoaudiologia, neurologia, psiquiatria, psicoterapia, entre outros.

Houve treze respostas positivas à questão se em sua família existem pessoas com necessidades especiais. Desse total, somente cinco residem na casa do aluno. Desses casos, um é aluno da escola e possui implante coclear.

Praticamente metade dos alunos mora nas proximidades da escola (49%); os demais vêm de outros bairros, sendo que 43% pagam transporte escolar. Ou seja, muitas famílias escolhem essa escola por motivos que vão além da localidade. Ao serem questionados sobre o motivo que os levou a escolher a escola, 37% responderam que foi devido à qualidade, 30% pela proximidade da residência, 18% pela indicação e 13% pelos irmãos ou pais já terem estudado no local.

No questionário e nas reuniões com as famílias foi possível perceber que os pais acreditam ser muito importante acompanhar a vida escolar do filho, verificando cadernos, agenda e tarefas de casa, participando das reuniões e eventos escolares, estipulando horários para o estudo, questionando sobre o que ocorreu na escola. Entretanto, essas atitudes nem sempre estão presentes no cotidiano escolar.

Os pais associam os estudos à oportunidade de uma vida melhor e acreditam que a escola contribui de maneira significativa nas questões de formação acadêmica e também na formação de um cidadão mais ético, ciente de seus direitos e deveres, além de aumentar as oportunidades profissionais (PINHAIS; CORPO DOCENTE, 2011). Assim, ao tomar conhecimento da realidade a qual o aluno encontra-se inserido, bem como das particularidades da Unidade de Ensino em questão, vem a proposta de se verificar a efetividade de uma ferramenta pedagógica inovadora, que possa estar contribuindo para o ensino da Matemática.

1.3 Objetivo geral

Avaliar, por meio de uma análise comparativa, a inserção da Robótica como meio de aprendizagem para o desenvolvimento do raciocínio das crianças no ensino da Geometria.

1.4 Objetivos específicos

- Conhecer, por intermédio da Robótica, condições para intervenção do conteúdo de Geometria;
- Identificar possibilidades de construção de robôs para auxiliar na revisão de conteúdo de Geometria;
- Comparar grupos de controle e aplicação com a análise quali-quantitativa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo explana-se sobre os conceitos básicos que apoiam este trabalho: a Aprendizagem, a Matemática, Geometria, Tecnologia e uso da Robótica como ferramenta pedagógica. Para o referencial teórico central, utilizou-se os estudos de Ausubel, Piaget, Vygotsky e Papert. Adicionalmente, foram utilizadas teses, artigos e documentos de diversos autores brasileiros, portugueses e espanhóis (conforme citações ao longo deste trabalho) para sustentar pontos que orbitaram a base teórica.

A escola deve proporcionar meios de auxiliar o ser humano a desenvolver suas habilidades e competências, bem como suas capacidades cognitivas, emocionais e motoras, visando a convivência em sociedade. Há uma grande quantidade de informações disponíveis, as mudanças são constantes e o acesso a essa informação está cada vez mais fácil, pois os recursos tecnológicos disponíveis oferecem essa possibilidade.

Nesse contexto, a educação deve refletir seu agir e propor novos desafios, a fim de promover o desenvolvimento do cidadão em todos os sentidos: sua autonomia, sua criatividade, sua maneira de pensar e de conviver, sendo, ele próprio, agente de transformação da sociedade (ZILLI, 2004).

2.1 A Aprendizagem

A aprendizagem, em seu sentido mais amplo, deriva da palavra aprender, que significa “tomar conhecimento de algo, retê-lo na memória, em consequência de estudo, observação, experiência”. Ou ainda: “ato ou efeito de aprender” (FERREIRA, 2004). A aprendizagem acontece quando ocorrem mudanças nos conhecimentos, competências e habilidades de um sujeito após a aquisição de novos conceitos. Essa aquisição acontece por meio de estudo, experiência, raciocínio e observação.

A aprendizagem de uma pessoa consiste em adquirir, processar, compreender e, finalmente, aplicar uma informação que lhe foi “ensinada”, isto é, quando aprende, ela se adapta às exigências que as situações impõem a ela. A aprendizagem requer uma mudança relativamente estável da conduta do indivíduo. Essa mudança é produzida depois de o aprendiz conseguir concretizar as

associações entre estímulos e respostas, e, através destas, eventualmente, identificar aplicações para o conhecimento adquirido (NATEL; TARCIA; SIGULEM, 2013).

A aprendizagem não é uma capacidade exclusivamente humana. Sabe-se, com certeza, que essa faculdade (inicialmente pensada ser apenas humana) é compartilhada com outros seres vivos, porém, no ser humano, a capacidade de aprendizagem é um fator que ultrapassa todas as outras habilidades comuns entre os seres. Teoricamente, eles estariam nos mesmos ramos evolutivos do homem. Dessa maneira, através da contínua aquisição de conhecimento, a espécie humana tem conseguido ficar independente de seu contexto ecológico e, inclusive, modificá-lo segundo suas necessidades (BARROS, 2000, p. 45).

A aprendizagem e as teorias que tratam dos processos de aquisição de conhecimento experimentaram um desenvolvimento exponencial a partir da metade do século XX, devido, fundamentalmente, aos avanços da psicologia e das teorias instrucionais, as quais têm tratado de sistematizar os mecanismos associados aos processos mentais que possibilitam a aprendizagem. No decorrer desses últimos 50-70 anos, experimentou-se o surgimento e a ascensão de diversas teorias da aprendizagem, cada uma delas analisando o aprendizado desde uma perspectiva particular quanto ao seu processo (PEREIRA, 2010).

Algumas das teorias sobre aprendizagem seguem abaixo.

Para Pozo (1998), o Condutivismo é uma perspectiva proposta em meados do século XX por B. F. Skinner. Ele partiu dos estudos de Pavlov (Condicionamento Clássico - as experiências com os cães que salivavam ao ouvir uma campainha) e de Thorndike (Condicionamento sobre o Esforço - as experiências com os gatos que aprendiam a abrir a porta de uma jaula) para tentar explicar a aprendizagem a partir das leis e mecanismos comuns a todos os indivíduos. O Condutivismo estabelece que a aprendizagem é a mudança na forma de comportamento em função das mudanças do meio onde o aprendiz se encontra. Segundo essa teoria, a aprendizagem é o resultado da associação de estímulos e respostas (BARROS, 2000, p. 57).

A perspectiva da aprendizagem por descoberta, desenvolvida por Jerome Bruner, atribui uma grande importância à atividade direta dos estudantes sobre a realidade. Para ele, a aprendizagem está ligada à capacidade do aprendiz em construir modelos de representação do mundo e que lhe permitam ir além da informação dada, sendo que a construção dos modelos iniciais ocorre através de

fatores que a cultura fornece ao indivíduo. Portanto, ele constrói modelos iniciais segundo convenções socioculturais preexistentes, criando, posteriormente, seus próprios modelos (BARROS, 2000, p. 87) .

A teoria de aprendizagem cognitivista, baseada nas teorias do processamento da informação, recolhia algumas ideias condutivistas (principalmente relacionadas ao reforço e análise de tarefas) e informações da aprendizagem significativa. Ela apareceu no fim da década de 1960 e pretendia dar uma explicação mais detalhada dos processos de aprendizagem, sobretudo por meio de uma abordagem de “camadas” ou níveis de aprendizagem, com um processo de nove passos para que o professor tenha sucesso em transmitir o ensino aos seus alunos (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017).

Ausubel e Novak postularam que a aprendizagem deve ser significativa. Para isso, os novos conhecimentos devem se relacionar com os saberes prévios que o aprendiz já possui. Fazendo frente à aprendizagem por descobertas de Bruner, Ausubel defende que a aprendizagem só é efetiva se o professor estruturar os conteúdos e as atividades que o aprendiz deve realizar para que os conhecimentos sejam significativos para ele. Na teoria de Ausubel, é o professor que tem a responsabilidade de fazer com que o ensino a ser transmitido tenha significação para o aluno, com aquele buscando as ligações entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento (POZO, 1998, p. 209).

Nessa perspectiva, Jean Piaget propõe que, para a aprendizagem, é necessário que um novo conhecimento seja construído a partir de outros conhecimentos já assimilados. Ele destaca que as interações entre o sujeito e o meio sociocultural são fundamentais para o desenvolvimento da inteligência e para a construção do conhecimento (MUNARI; SAHEB, 2010, p. 37). Vale ressaltar ainda que o socioconstrutivismo de Vygotsky também considera que a aprendizagem é um processo pessoal de construção de novos conhecimentos a partir dos saberes prévios (atividade instrumental), mas inseparável da sua dimensão social. A aprendizagem, para ele, é um processo que está intimamente relacionado com a sociedade (NOGUEIRA; LEAL, 2015, p. 158).

O Construcionismo é uma teoria proposta por Seymour Papert, matemático e um dos pioneiros no campo da Inteligência Artificial. É reconhecido internacionalmente como o pioneiro na pesquisa de como computadores poderiam contribuir para o

processo de aprendizado das crianças. Papert nasceu na África do Sul, trabalhou com Piaget na Universidade de Genebra de 1958 a 1963, colaboração que o levou a considerar a Matemática como um meio de compreender como as crianças aprendem e pensam. Trabalhar juntamente com Piaget, proponente do *Construtivismo*, foi de valor inestimável para Papert. Isso lhe possibilitou que fizesse a conexão de seus conhecimentos como matemático e pesquisador, com o estudo acerca da gênese da inteligência humana, tema da pesquisa de Piaget. Para Piaget (apud NOGUEIRA; LEAL, 2015, p. 129), a análise do desenvolvimento da inteligência das crianças era considerado o melhor modo de compreender a origem da inteligência humana. Depois de trabalhar em Genebra, Papert tornou-se professor de Matemática no Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Portanto, pelo Construcionismo, o aprendizado acontece por meio do fazer, do “colocar a mão na massa”. O aprendiz deve construir algo do seu interesse e para o qual ele está motivado (ZILLI, 2004). A meta do Construcionismo é ensinar de forma a produzir o máximo de aprendizagem, tendo em vista o mínimo de ensino (PAPERT, 2008, p. 134).

O Conectivismo é uma ideia que já pertence à era digital, tem sido desenvolvida e divulgada pelo canadense George Siemens, baseada na análise feita por ele em torno das limitações do Condutivismo, do Cognitivismo e do Construtivismo. Segundo Siemens, essas teorias são incapazes de explicar e sustentar o efeito que a tecnologia de acesso à informação tem sobre o aprendiz do século XXI. Há uma profusão imensa de informações disponibilizadas pela Internet e, quem pretende adquirir conhecimentos a partir dela, precisa, portanto, de novas formas de se comunicar e aprender (SIEMENS, 2004).

2.1.1 O Processo de Aprendizagem

O processo de aprendizagem é uma atividade individual que se desenvolve em um contexto social e cultural. É o resultado de processos cognitivos individuais, mediante os quais se assimilam e interiorizam novas informações (fatos, conceitos, procedimentos e valores), se constroem novas representações mentais significativas e funcionais (os conhecimentos). Essas representações, por sua vez, podem ser aplicadas, inclusive, em situações diferentes dos contextos onde se apresentaram.

Aprender não somente consiste em memorizar informação. É necessário também outras operações cognitivas que implicam conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e valorizar. Em qualquer caso, a aprendizagem sempre resulta em alguma mudança na estrutura física do cérebro e, com isso, da sua organização funcional (PEREIRA, 2010).

Para aprender são necessários quatro fatores fundamentais: inteligência, conhecimentos prévios, experiência e motivação. Ainda que todos os fatores sejam importantes, deve-se assinalar que, sem motivação, qualquer ação realizada no sentido de “aprender alguma coisa” não será completamente satisfatória. Quando se fala de aprendizagem, a motivação é o “querer aprender”, é fundamental que o estudante tenha o desejo de aprender. Mesmo que a motivação se encontre limitada pela personalidade e pela força de vontade de cada pessoa, há técnicas, métodos e procedimentos que podem despertá-la. Muitas vezes, o professor deve ser o agente motivador que orienta o aluno nesse sentido (LOURENÇO; PAIVA, 2010).

Aprende-se melhor e mais depressa se houver interesse pelo assunto que se está estudando. Motivado, um indivíduo possui uma atitude ativa e empenhada no processo de aprendizagem e, por isso, aprende melhor. A relação entre a aprendizagem e a motivação é dinâmica: é frequente o ser humano interessar-se por um assunto, empenhar-se nele, em particular quando começa a aprender algo sobre ele (*ibidem*).

De uma forma geral, Luckesi (2013, p. 18) afirma que, para identificarmos se um assunto foi “aprendido”, deve haver uma *metanoia*⁸, ou seja, o aprendiz deve internalizar o assunto na sua vida e passar a se comportar de maneira diferente por causa desse novo aprendizado. Luckesi (2013, p. 20–38) também prega que o processo de aprendizagem engloba basicamente as seguintes etapas:

1. A recepção de dados, que supõe o reconhecimento semântico-sintático dos elementos da mensagem (palavras, frases, símbolos, ícones, som, etc.), onde cada sistema simbólico exige que entre em ação diferentes atividades mentais: os textos ativam as concorrências linguísticas, as imagens as concorrências perceptivas e espaciais, e assim por diante;

⁸ *Metanoia*: palavra grega que tem o sentido de “mudança de comportamento”.

2. A compreensão da informação recebida por parte dos estudantes, os quais, de uma forma ativa, a partir de seus conhecimentos anteriores (com os que estabelecem conexões substanciais), de seus interesses (que dão sentido para eles sobre esse processo) e de suas habilidades cognitivas, analisam, organizam e transformam a informação recebida para elaborar conhecimentos;
3. A retenção em longo prazo dessa informação e dos conhecimentos associados que tenham sido elaborados. Nessa fase entram em funcionamento as modificações sinápticas e os processos de retenção da memória no cérebro;
4. A transferência do conhecimento para novas situações, a fim de que, por meio de seu uso, venha a solucionar as perguntas e os problemas que se proponham.

2.1.2 Tipos de Aprendizagem

O que segue é uma lista dos tipos de aprendizagem mais comuns citados pela literatura de pedagogia, baseado em Katz (2006):

- Aprendizagem receptiva: neste tipo de aprendizagem o sujeito só precisa compreender o conteúdo para poder reproduzi-lo, mas não descobre nada;
- Aprendizagem por descoberta: o sujeito não recebe os conteúdos de forma passiva. Descobre os conceitos e suas relações, reordenando-os para que eles se adaptem ao seu próprio esquema cognitivo;
- Aprendizagem repetitiva: produz-se quando o aluno memoriza os conteúdos sem compreendê-los ou sem relacioná-los com seus conhecimentos prévios, não encontrando um significado compreensível para os conteúdos;
- Aprendizagem significativa: é o tipo de aprendizagem pelo qual o sujeito relaciona seus conhecimentos prévios com os novos, dotando-os, assim, de coerência com respeito às suas estruturas cognitivas.

O processo de aprendizagem pode ser definido resumidamente como sendo o modo pelo qual se adquire novos conhecimentos, se desenvolve competências e se

muda o comportamento. Contudo, a complexidade desse assunto dificilmente poderia ser explicada apenas pinçando recortes do todo. Há uma intrincada rede, com as múltiplas facetas do mesmo tema, integradas e interligadas entre si. Por outro lado, qualquer definição que se encontre estará, invariavelmente, impregnada de pressupostos e bases político-ideológicas, relacionados com as visões de homem, sociedade e saber (PEREIRA, 2010).

2.1.3 O processo de Aprendizagem na abordagem de Vygotsky

Para Vygostky, o pensamento propriamente dito é decorrente da motivação, isto é, tem sua gênese nos nossos desejos e necessidades, nossos interesses e emoções. Por trás de cada pensamento há uma tendência afetivo-volitiva. Uma compreensão plena e verdadeira do pensamento de outrem só é possível quando se entende sua base afetivo-volitiva (COLE et al., 1991, p. 21). Dessa forma, somente seria válido estudar as dificuldades de aprendizagem se forem considerados os aspectos afetivos que estão envolvidos. Avaliar o estágio de desenvolvimento ou realizar testes psicométricos não supre as respostas suficientes para as questões levantadas. É necessário também fazer uma análise do contexto emocional, das relações afetivas, do modo como a criança está situada historicamente no seu mundo.

Na abordagem de Vygotsky, a linguagem tem um papel de construtor e de propulsor do pensamento. Ele afirma que aprendizado não é desenvolvimento por si próprio. O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento, os quais, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer (*ibidem*, p. 40).

Consequentemente, a linguagem seria o motor do pensamento. Vygotsky defende ainda que os processos de desenvolvimento não coincidem com os processos de aprendizagem, uma vez que o desenvolvimento progride de forma mais lenta, indo atrás do processo de aprendizagem. Para ele, essas causas e efeitos ocorrem de forma sequencial (BORGES, 2002, p. 132).

2.1.4 O processo de Aprendizagem na abordagem de Piaget

De uma parte dos estudos de Piaget resultou a Teoria do Equilíbrio ou Teoria da Equilibração e Acomodação. De uma maneira geral, essa teoria trata de um ponto de equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, e é considerada como um mecanismo autorregulador, necessário para assegurar à criança uma interação eficiente dela com o meio ambiente que a cerca (NOGUEIRA; LEAL, 2015, p. 127).

Piaget postula que há um esquema de assimilação que tende a se alimentar, isto é, a incorporar elementos que lhe são exteriores e compatíveis com a sua natureza. Ele postula também que todo esquema de assimilação se acomoda com os elementos que assimila, modificando-se em função de suas particularidades, mas, sem com isso perder sua continuidade, nem suas características anteriores de assimilação (*ibidem*, p. 128).

Piaget também postula que o pleno desenvolvimento da personalidade, sob seus aspectos mais intelectuais, é indissociável do conjunto das relações afetivas, sociais e morais, e que constituem a vida da instituição educacional. Na realidade, a educação forma um todo indissociável e não é possível formar personalidades autônomas no domínio moral, em especial se o indivíduo estiver submetido a uma coerção intelectual; se ele é passivo intelectualmente não será livre moralmente.

Reciprocamente, se sua moral consiste exclusivamente numa submissão à vontade adulta e se as únicas relações sociais que constituem as relações de aprendizagem são as que ligam cada estudante, individualmente, a um professor que detém todos os poderes, ele não pode, tampouco, ser ativo intelectualmente (MUNARI; SAHEB, 2010, p. 44). Para Papert (2008, p. 10), “aprender de modo significativo e duradouro exige esforço, persistência e tolerância à frustração”.

2.1.5 O Construcionismo

O Construcionismo de Papert (1997) foi baseado nos princípios do Construtivismo de Piaget. Papert foi o precursor do uso da tecnologia na educação, por meio do desenvolvimento da Linguagem LOGO, considerada uma das primeiras aplicações da Informática como meio de aprendizagem da Matemática.

O Construcionismo visa o fazer, o “colocar a mão na massa”. O aluno, quando constrói algo do seu interesse e está motivado, desenvolve um envolvimento afetivo, tornando a aprendizagem significativa (VALENTE, 1993 apud ZILLI, 2004, p. 7).

Assim, o Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo, apresenta como principal característica o fato que examina mais de perto do que os outros -ismos educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção (algumas delas tão afastadas de construções simples como cultivar um jardim) e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (PAPERT, 2008, p. 138).

Ainda segundo Papert (2008), o Construcionismo tem o intuito de obter a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. As crianças aprendem melhor quando, por si mesmas, são incentivadas a adquirir o conhecimento. Mas, quanto ao uso da tecnologia para a aprendizagem, Papert (1986, p. 23) afirma que: “embora a tecnologia desempenhe papel essencial na relação de minha visão sobre o futuro da educação, meu foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que movimentos intelectuais e culturais se auto definem e crescem”.

O Construcionismo, então, permite que se crie ambientes educacionais que tenham algum significado para o aluno, usando, por exemplo, os recursos tecnológicos disponíveis como ferramenta. Ao mesmo tempo que o processo de aprendizado deve ser ativo, ou seja, que permita aos estudantes “colocarem a mão na massa” (ou, em inglês, executar atividades do tipo *hands-on*⁹), ele deve facilitar a ampliação contínua do conhecimento dos alunos. O aluno, por meio do desenvolvimento de seus projetos pessoais, vai escalando degraus no seu aprendizado, explorando novos conceitos e progredindo no seu próprio ritmo (MALTEMPI, 2004).

O princípio do Construcionismo acrescenta uma característica muito importante no processo de aprendizagem: ele afirma que alguém aprende melhor quando se gosta daquilo que se faz, quando se pensa e se conversa sobre o conteúdo que está sendo explorado (*ibidem*).

⁹ *Hands-on*: termo em inglês que significa ‘colocar as mãos no assunto’, ‘pôr a mão na massa’, ou ainda ‘arregaçar as mangas e fazer’.

Os recursos tecnológicos são ferramentas facilitadoras para a criação de situações propícias para a construção do conhecimento. Essas situações, geralmente, são relacionadas com o desenvolvimento de projetos (que é um conjunto de ações e atividades que têm um fim específico). O aprendiz tem mais oportunidade de aprender quando está ativamente engajado na construção de um artefato ou objeto, sobre o qual ele possa pensar, desenvolver, melhorar e mostrar o funcionamento para outras pessoas (*ibidem*).

Diversas ferramentas computacionais, além de determinadas linguagens (como o LOGO), podem ser consideradas construcionistas, desde que elas sejam empregadas de maneira adequada:

Isso pode ocorrer, por exemplo, no uso de processadores de texto, planilhas eletrônicas, ou qualquer outro ambiente que favoreça a aprendizagem ativa, isto é, que propicie para o aprendiz a possibilidade de fazer algo e, com isso, poder construir seus conhecimentos a partir de suas próprias ações (*ibidem*, p. 289).

Para o Construcionismo, um ambiente educacional efetivo exige muito mais que apenas o aprendiz e um recurso tecnológico. É preciso um ambiente acolhedor, que propicie a motivação, um ambiente que seja rico em materiais de referência. Nesse ambiente, o professor deixa de ser o tutor e passa a ser o condutor, o facilitador: é o professor quem deve desempenhar a dura e difícil tarefa de fazer com que tudo funcione a contento (*ibidem*).

Segundo Maltempo (2004), há cinco dimensões para formar a base do Construcionismo:

- 1) Dimensão pragmática: O aluno deve ter a sensação de estar aprendendo algo que tem aplicação imediata, que desempenhará seu papel imediatamente. Somente o que pode ter aplicação compensa ter esforço aplicado;
- 2) Dimensão sintônica: É a possibilidade de o aluno construir projetos que sejam contextualizados e em sintonia com que ele considera importante. Nesse sentido, é importante dar ao aprendiz a oportunidade de participar da escolha do tema do projeto que será desenvolvido.
- 3) Dimensão sintática: O aluno pode facilmente acessar os elementos básicos que compõem o ambiente de aprendizagem e progredir na manipulação desses elementos. Ele dispõe de acesso a todos os elementos necessários para compor uma combinação de acordo com o seu projeto;

- 4) Dimensão semântica: O aluno irá manipular apenas elementos que carregam significados que fazem sentido para ele. Isso será fundamental para que o conhecimento seja construído a partir de conhecimento prévio.
- 5) Dimensão social: O aluno pode promover a integração da atividade que ele desenvolve no seu projeto com as relações pessoais e com a cultura do ambiente, no qual ela será aplicada.

Na prática elas indicam que o Construcionismo vai além dos aspectos prático e cognitivo, incluindo também as facetas social e afetiva da Educação.

Há uma forte relação entre planejar e aprender nas ideias construcionistas. Uma vez que a elaboração de um projeto envolve a construção de artefatos ou objetos, que podem ser concretos ou abstratos, geralmente o objetivo a ser atingido é mal definido. Assim, o “definir o problema” faz parte do trabalho de quem fará o projeto. Nesse sentido, Schön (1990 apud MALTEMPI, 2004) afirma que projetar não inclui somente a criação de objetos físicos, mas também organização, planejamentos, políticas, estratégias de ação, comportamento e construções teóricas.

Resnick (1996 apud MALTEMPI, 2004) traz uma série de características que torna o fazer projetos uma atividade educacionalmente interessante:

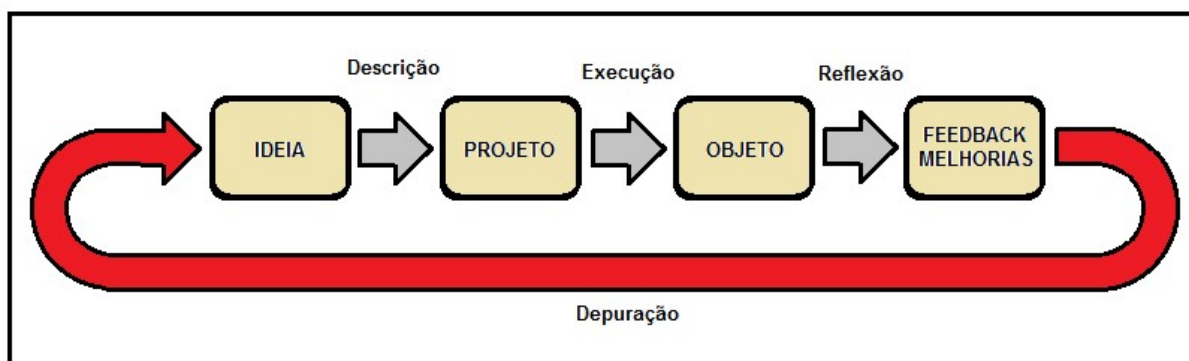
- O aprendiz torna-se um participante ativo no processo de aprendizagem, tendo controle e reponsabilidade sobre o mesmo;
- A reflexão e a discussão entre os participantes de uma mesma turma são estimuladas;
- A tarefa de projetar é abordada de diferentes formas. A ideia de que só existe o certo e o errado, o sim e o não é evitada, admite-se que múltiplas estratégias e soluções são possíveis;
- As atividades de projetos são interdisciplinares;
- A relação entre o aprendiz e o artefato que ele desenvolve é facilitada e fortalecida pelo fato do aprendiz ser o agente criador do artefato; e,
- O aprendiz é estimulado a considerar a reação das outras pessoas frente ao artefato que ele criou.

O motivo do Construcionismo propor a elaboração de projetos pelos aprendizes e poder mostrá-los para outras pessoas, baseia-se na concepção de que, dessa forma, o aprendiz pode explicar suas ideias e gerar um registro de seus

pensamentos. Ao apresentar o resultado do seu projeto para um público, o aprendiz recebe sugestões de melhoria que alimentam a criação de novas ideias.

A figura 5, adaptada de Valente (1993), mostra o ciclo de aprendizagem contínuo resultante desse processo:

Figura 5: Ciclo de aprendizagem contínuo



Fonte: a autora (2017).

Nesse ciclo contínuo de descrição-execução-reflexão-depuração, a depuração é uma atividade fundamental no processo de construir o conhecimento, a qual pode ser fonte de melhorias e evolução dos projetos em ambientes construcionistas.

A ideia de o aprendiz mostrar o projeto a outras pessoas visa o recebimento de um *feedback*¹⁰, que favorece o aluno a progredir no processo de construção do conhecimento e compreensão das novas ideias que surjam desse relacionamento. Nesse sentido, deve-se buscar meios de obter um *feedback* fiel, desprovido de qualquer interferência intelectual ou emocional, o que é obtido, por exemplo, na aplicação de programação em alguma linguagem de computação (MALTEMPI, 2004). Também, segundo o autor, na fase de execução, sugere-se que sejam feitas apresentações de projeto, ainda em desenvolvimento, para outros aprendizes da turma, para a comunidade escolar e para pessoas que tenham noção das ideias que norteiam o ambiente de aprendizagem. Esse conjunto de interlocutores contribuirá para um *feedback* pertinente.

¹⁰ *Feedback*: termo em inglês que significa opinião, realimentação, regeneração, resposta, informação sobre o comportamento de uma ação.

2.1.6 Motivação

A motivação é um dos principais fatores que determinam o comportamento do ser humano. Logo, o primeiro passo para a aprendizagem é a motivação (PERRENOUD, 2000 apud MORAES, 2010). As aulas que incluem uma atividade lúdica são prazerosas, cativam e possibilitam uma aprendizagem significativa, sobretudo por permitirem a expressão dos desejos e vontades dos estudantes.

No contexto escolar para a aprendizagem do aluno, deve-se considerar a motivação pela qual esse aluno se envolve com o processo de aprendizagem. O aluno motivado procura ficar atento, participar das atividades com entusiasmo e demonstrar disposição para novos desafios. A motivação representaria “um fator interno que dá início, dirige e integra o comportamento de uma pessoa” (LOURENÇO; PAIVA, 2010).

De acordo com Fagundes, Sato e Maçada (1999, p. 17–18) :

Inventando e decidindo é que os estudantes/autores vão ativar e sustentar sua motivação.

Para tanto, precisamos respeitar e orientar a sua autonomia para:

- Decidir critérios de julgamento sobre relevância em relação a determinado contexto;
- Buscar/organizar/selecionar/recolher informações;
- Definir/escolher/inventar/procedimentos para testar a relevância das informações escolhidas em relação aos problemas e às questões formuladas;
- Organizar e comunicar o conhecimento construído.

Pode-se considerar que:

O estudante deve ser desafiado a partir de suas interações com o meio, para que possa atingir o equilíbrio e, neste momento a motivação também é assimilada por ele. A assimilação é definida por Piaget como uma forma de adaptação do sujeito ao meio. Ela ocorre quando o sujeito incorpora os dados externos aos esquemas que possui. (MORAES, 2010, p.90).

O foco dessa pesquisa é a criança que se encontra no Ensino Fundamental I, conforme é ofertado nas redes educacionais públicas e privadas do Brasil (com a idade entre 6 e 10 anos). De acordo com a classificação de Piaget¹¹, os alunos do Ensino Fundamental I estão em uma fase de transição do seu desenvolvimento:

¹¹ Piaget dividiu o desenvolvimento humano em quatro fases: Sensório-motor (0-2 anos), Pré-operatório (2-7 anos), Operações Concretas (7-12 anos) e Operações Formais (a partir de 12 anos) (NOGUEIRA; LEAL, 2015, p. 141).

encontram-se inicialmente na fase chamada de pré-operatório e depois passam para a fase de operações concretas.

Essas fases nos ajudam a compreender o desenvolvimento dos alunos e, assim, promover atividades ou tarefas condizentes com as características deles (NOGUEIRA; LEAL, 2015, p. 140). A seguir, são descritas as características de cada uma dessas duas fases:

- Pré-operatório, dos 2 aos 7 anos:

A criança é provida de inteligência simbólica, tem pensamento egocêntrico, intuitivo e mágico. Sua concentração é superficial (apenas um aspecto de uma situação é considerado) e há confusão entre aparência e realidade, bem como ausência da noção da reversibilidade. O raciocínio é transdutivo (aplica a mesma explicação às situações parecidas) e apresenta a característica do animismo (dá vida a seres inanimados) (PIAGET, 1975, p. 322). Nessa fase, há o pré-raciocínio lógico: inicia a imagem mental, a memória de reconhecimento dá lugar à memória de evocação (nome das coisas e pessoas que ela conhece). No final do período pré-operatório, a criança começa a querer saber a razão causal e finalista de tudo. Essa é a fase dos porquês (*ibidem*, p. 175).

- Operatório Concreto, dos 7 aos 11 anos:

A criança começa a utilizar conceitos como números e relações. É caracterizado por uma lógica interna consistente e pela habilidade de solucionar problemas concretos. O declínio do egocentrismo passa ser visível e o diálogo pode ser estabelecido. A criança é capaz de levar em conta o ponto de vista do outro e, assim, objetos e pessoas passam a ser mais bem explorados nas interações dela. Por volta dos 7-8 anos, o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação torna-se mais estável, surge a capacidade de fazer análises lógicas, começa sucessivamente a compreender a conservação das quantidades, do peso, do volume, etc. Nesse estágio, algumas características das crianças começam a ser aprimoradas, como, por exemplo, mais concentração nas atividades, colaboração com os colegas, apresentação de responsabilidades, respeito mútuo e mais participação em grupo (*ibidem*, p. 180). Para o desenvolvimento da criança, respeitando suas fases, como descrito, a criança necessita de uma mediação entre ela e o conteúdo a ser aprendido.

Para Vygotsky, a mediação (como um ato de interação entre um mediador e um mediado) era vista sob os aspectos de signo, palavra e símbolo, os quais são

essenciais para compreender o verdadeiro significado de algo ou o processo de aprendizagem. Se falarmos de meios, significa que o acesso do homem ou de sua mente ao mundo não se dá de modo direto, mas por meio de uma mediação, a qual lhe permite um acesso indireto. Contudo, os meios ou ferramentas que constituem a mediação não produzem o significado, nem a aprendizagem (que é algo próprio da ação de cada indivíduo), porque alguma ferramenta ou um meio apenas possui uma ação na medida em que os indivíduos as usam (MARTINS; MOSER, 2012).

Nas considerações de Vygotsky e Leontiev, os conceitos de meios mediacionais e de ação mediada são essenciais para compreender o verdadeiro significado ou o processo de aprendizagem (MARTINS; MOSER, 2012).

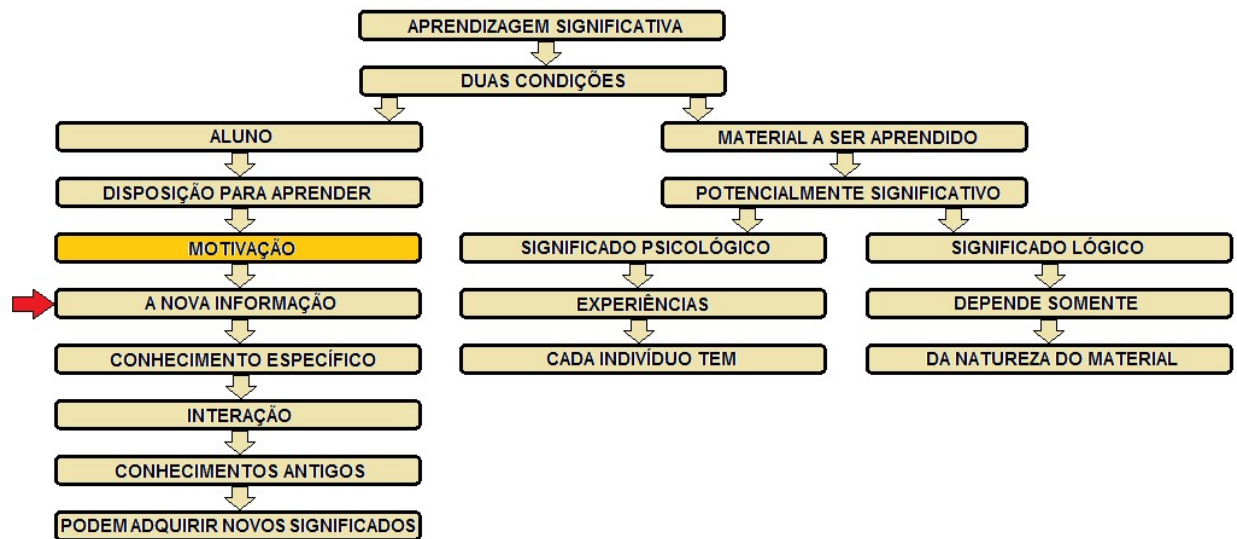
Vygotsky identificou dois níveis de desenvolvimento: um real, já adquirido ou formado, que determina o que uma pessoa é capaz de fazer por si própria, e um potencial, ou seja, a capacidade de aprender com outra pessoa. A aprendizagem interage com o desenvolvimento, produzindo abertura nas Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o potencial, nas quais as interações sociais são centrais, estando ambos os processos, aprendizagem e desenvolvimento, inter-relacionados.

De acordo com Vygotsky, a ZDP corresponde às funções que estão em maturação no indivíduo. Essa zona proximal revelaria o processo de desenvolvimento, prevendo o resultado a ser obtido quando o conhecimento for assimilado. Ela revela o desenvolvimento real futuro, aquilo que uma pessoa será capaz de fazer sozinha, depois de internalizar o aprendizado (BORGES, 2002, p. 143).

Conforme Ausubel (apud MOREIRA, 2006, p. 73), na aprendizagem significativa:

- Utiliza-se conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva, que também podem ser modificados;
- O material de apoio usado deve ser potencialmente significativo, ou seja, com significado lógico;
- O aprendiz deve manifestar disposição para aprender e ter subsunçores (âncoras, pontos de fixação) específicos com o material;
- O resultado do relacionamento do material com a estrutura cognitiva é o significado psicológico, cujos componentes são tipicamente idiossincráticos (modo de ser da pessoa).

Figura 6: Mapa conceitual de aprendizagem significativa



Fonte: adaptação da autora (2017), baseado no mapa conceitual apresentado em http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1145498063678_1731027280_241/APRENDIZAGEM%20SIGNIFICATIVA%20TAIANA.cmap

Com essa base, defende-se que a aprendizagem pode ser favorecida utilizando a Robótica como ferramenta pedagógica, pois o conteúdo, contextualizado com a Robótica, torna-se mais interessante, trazendo a atenção do aluno, fazendo com que o assunto abordado seja potencialmente mais significativo. Ainda nessa perspectiva, segundo Vygotsky, o professor, ao utilizar a Robótica como ferramenta pedagógica, assume o papel de mediador entre o conhecimento real e o proximal, sendo essa a facilitadora do aprendizado.

2.2 A Matemática

O termo “Matemática” vem do grego *mathema*¹². Conforme o dicionário Aurélio, a Matemática é “a ciência que investiga relações entre entidades definidas abstrata e logicamente”, e a Enciclopédia Britânica cita que é “a ciência que lida com relações e simbolismos de números e grandezas, e que inclui operações quantitativas e soluções de problemas quantitativos”.

¹² Mathema: palavra grega que quer dizer “aprendizagem”, “o que se pode aprender”.

Por que ensinar Matemática? Para quê? Porque a Matemática, como ferramenta, é um dos conhecimentos mais importantes. Ela contribui para a formação do cidadão que estará atuando no mercado de trabalho, estará forte e constantemente presente nas relações sociais, culturais e políticas. Para que o indivíduo exerça plenamente a sua cidadania, será preciso saber contar, comparar, medir, calcular, resolver problemas simples ou complexos, construir estratégias, comprovar e justificar resultados, argumentar, conhecer formas geométricas, organizar, analisar e interpretar as informações que lhe forem apresentadas, bem como conhecer formas distintas de analisar os problemas, até que possa resolvê-los (NUNES, 2012).

A Matemática deveria ser vista como uma maneira de pensar, como um processo em constante evolução, o qual permite, por parte do aluno, a construção e a apropriação do conhecimento. Ensinar Matemática é importante, porque ela faz parte integrante do nosso mundo. Seja com maior ou menor complexidade, está sempre presente. Perceber isso é compreender o mundo à nossa volta e atuar nele como cidadão, em casa ou fora dela, nas várias profissões, na cidade, no campo, etc. (ABREU, 2016).

Na elaboração do saber matemático, o aluno deverá se desenvolver para pensar cientificamente, ou seja, interferir sobre o que observa; formular hipóteses; dominar os conceitos. Matemática é, em síntese, a gramática das dimensões e é preciso aprender suas regras. Logo, o produto do aprendizado escolar em Matemática, na sociedade, será como diz Hogben: *“um homem calculante”* (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PREFEITURA MUNICIPAL - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2008).

A Matemática pode ser considerada como uma rede de conhecimentos interligados. Os conteúdos adquiridos durante um determinado ano letivo possibilitam aprendizagens futuras (GOMES; OLIVEIRA; BOTELHO, 2010). Sendo assim, na escola, o aluno deveria envolver-se com atividades matemáticas que o educam, nas quais, ao manipulá-las, ele possa construir uma aprendizagem de forma significativa. Sobre isso, Moreira (2006) nos diz que o conhecimento matemático se manifesta como uma estratégia para a realização das mediações criadas pelo homem, entre sociedade e natureza.

Em complemento, Ferreira e Santos (2008, p.02) destacam:

É importante que os alunos do Ensino Fundamental construam e desenvolvam um pensamento lógico-matemático de forma organizada. Isso desperta neles o espírito da investigação, o qual será aprofundado posteriormente no Ensino Médio, fazendo relação do que eles conhecem do seu convívio sociocultural com o que a escola ensina. Sendo assim, o professor ao possibilitar ao aluno a reflexão de situações que estão no seu cotidiano, ele conseqüentemente estará transmitindo e construindo o conhecimento ao aluno de uma forma contextualizada. Este conhecimento, quando estabelecido fará com que esse aluno vislumbre a aprendizagem, relacionando-a com o seu contexto sociocultural (BRASIL, 1997).

O trabalho pedagógico é ir além do cotidiano de sala de aula. Consiste em compreender, em sua totalidade, a sociedade em que se vive, a Ciência que se produz, o pensamento humano que é construído, a educação que é promovida. A aprendizagem escolar é, por excelência, o momento em que o aluno deverá superar os conceitos espontâneos - senso comum - e incorporar os conceitos científicos, ou seja, “aqueles sistematizados e transmitidos intencionalmente, em geral, segundo uma metodologia específica” (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PREFEITURA MUNICIPAL - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2008).

Sob esse aspecto, a inserção de recursos tecnológicos que agreguem valor ao ensino da matemática merece destaque, conforme evidencia Matos (2008, p. 73): “o mundo social tem uma dimensão tecnológica que a educação matemática precisa de acomodar, contribuindo para a compreensão dos modelos matemáticos que sustentam a interação que as pessoas mantem em processos numa variedade imensa de atividades sociais”.

O autor propõe ainda a experimentação de diferentes artefatos tecnológicos que venha a contribuir com o tradicional papel, lápis e quadro de giz, sem desmerecer a importância dos mesmos. Pode-se dizer, então, que o grande desafio é fazer o aluno compreender o papel que desempenha na sociedade, especialmente enquanto agente ativo e transformador da sua realidade. Nesse contexto e trajetória está inserida a importância da Matemática, que leva o aluno a refletir sobre suas ações também como cidadão.

Pode-se salientar ainda que “a atividade Matemática escolar não é um olhar para as coisas prontas e definidas, mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade” (BRASIL, 1997, p. 19). Neste trabalho de pesquisa foi escolhido, dentro da Matemática, o conteúdo de Geometria.

2.3 A Geometria

No âmbito do ensino da Matemática, buscou-se uma área que pudesse ter aplicação imediata para o aluno do Ensino Fundamental I. A Geometria foi considerada essa área, pois, em maior ou menor grau de pertinência, tudo o que se observa possui formas geométricas básicas. É vasta a literatura que apoia essa decisão. Pavanello (2004, p. 04) completa que:

A geometria apresenta-se como um campo profícuo para o desenvolvimento da “capacidade de abstrair, generalizar, projetar, transcender o que é imediatamente sensível” – este é um dos objetivos do ensino da Matemática¹³ – dando condições para o aluno galgar níveis de abstração cada vez mais elaborados. Partindo de um nível inferior (ou inicial), no qual o aluno reconhece as figuras geométricas, na continuidade da construção do seu conhecimento, embora percebendo as figuras como “todos indivisíveis”, o aluno passa a distinguir as propriedades dessas figuras; estabelece, num terceiro momento, relações entre as figuras e suas propriedades, para organizar, no nível seguinte, sequências parciais de afirmações, deduzindo cada afirmação de uma outra, até que, finalmente, atinge um nível de abstração tal que lhe permite desconsiderar a natureza concreta dos objetos e do significado concreto das relações existentes entre eles. Delineia-se, desta forma, um caminho que, partindo de um pensamento sobre objetos, leva a um pensamento sobre relações, as quais se tornam, progressivamente, mais e mais abstratas.

Os argumentos, em favor do ensino da Geometria, apresentados por educadores matemáticos destacam o seu valor educacional. Oferecem indicações valiosas para futuras investigações e levam questões relativas à escolha dos conteúdos e do tipo de trabalho mais conveniente ao desenvolvimento do aluno e de suas capacidades, necessárias à sua formação integral (PAVANELLO, 2004). De acordo com Wheeler (apud PAVANELLO, 2004, p.04), “melhor que o estudo do espaço, a geometria é a investigação do ‘espaço intelectual’, já que, embora comece com a visão, ela caminha em direção ao pensamento, indo do que pode ser percebido para o que pode ser concebido”.

Em Geometria foi trabalhado o conteúdo sólidos geométricos. Nele, figuras planas presentes nos objetos são identificadas através dos contornos de suas faces. O aluno deve relacionar os sólidos geométricos com o seu cotidiano, concluir que as figuras planas estão presentes nos sólidos geométricos, classificando e nomeando os diferentes sólidos: cubo, pirâmide, cilindro, cone, paralelepípedo e esfera.

¹³ Proposta Curricular para o Ensino de Matemática – 1º grau (1987; 6).

2.4 A Tecnologia

A tecnologia está presente em nosso cotidiano, onde se faz necessária para atingirmos com maior precisão nossos objetivos, em particular na realização de tarefas simples e complexas.

A tecnologia é todo artefato ou técnica que as pessoas criam em suas relações sociais, para se libertarem do trabalho braçal, repetitivo, perigoso ou enfadonho, facilitando a produção de suas vidas. Em decorrência desse conceito, o que se necessita “é repensar a educação, na qual a tecnologia tenha uma importância fundamental. A tecnologia, em si, não é a solução, pois é apenas um instrumento. Mas embora a tecnologia, por si, não implique uma boa educação, a falta de tecnologia automaticamente implica em uma má educação” (D'AMBRÓSIO, 1986, p. 5). Assim, a tecnologia vem para participar dos processos que irão constituir uma das principais formas de transformação da sociedade. (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PREFEITURA MUNICIPAL - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2008).

O uso da tecnologia é fundamental para o desenvolvimento dos indivíduos e da sociedade, sobretudo por contextualizá-los num sistema de acesso à informação e democratização do conhecimento. O aluno, ao ser educado ou instruído a trabalhar com conteúdo matemático através da utilização de recursos tecnológicos, poderá construir e desenvolver conhecimentos matemáticos, com atividades voltadas para o seu cotidiano, buscando tarefas que tenham informações necessárias para uma aprendizagem significativa.

[...] aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade (MOREIRA, 2006, p. 68).

Este trabalho não propõe o uso indiscriminado de tecnologias. Todavia, seu uso integrado às necessidades de aprendizagem dos alunos, aos interesses de realizar as atividades e aos objetivos educacionais, explora as interações, gera novas informações, novos conceitos e compartilha os resultados obtidos. De modo geral, mostra-se que a utilização de recursos tecnológicos pode fazer parte do processo de ensino e aprendizagem dos alunos, tendo em vista a importância para o desenvolvimento da educação e por ser uma metodologia bastante diversificada de ensino e aprendizado da Matemática, buscando sempre auxiliar o aluno na construção e transmissão do conhecimento (FERREIRA; SANTOS, 2008).

Sendo assim, para utilizar novos recursos tecnológicos em sala de aula, serão exigidas novas competências e formas de trabalhar do professor, tornando-se necessário formar continuamente o novo professor para atuar nesse ambiente. Diante disso, a tecnologia serve como mediadora do processo de ensino-aprendizagem.

No caso do ensino da Matemática, os objetivos da disciplina para o Ensino Fundamental, de acordo com os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), visam desenvolver no aluno esse conhecimento. O aluno poderá compreender e transformar o mundo à sua volta, desenvolver um raciocínio e estabelecer situações qualitativas e quantitativas, resolver situações-problema, comunicar-se matematicamente, estabelecer as conexões relacionadas à Matemática e as interconexões com as demais áreas do conhecimento. Dessa maneira, a Matemática colabora para o desenvolvimento de novas habilidades, tecnologias e linguagens que o mundo globalizado exige das pessoas (FERREIRA; SANTOS, 2008).

[...] é importante que a Matemática desempenhe, equilibrada e indissociavelmente, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio dedutivo do aluno, na sua aplicação a problemas, situações da vida cotidiana e atividades do mundo do trabalho [...] (BRASIL, 1997, p. 25).

2.5 Robótica

A Robótica corresponde ao “estudo dos robôs; a arte ou ciência de projetá-los ou operá-los.” (“THE READER’S DIGEST ASSOCIATION INC”, 1996). É definida como uma área do conhecimento relacionada ao controle e à construção de robôs. Possui princípios básicos da mecânica, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial (SILVA et al., 2008). A Robótica pode ser considerada como um conjunto de sistemas elétrico-eletrônico-mecânico-pneumático-hidráulicos, que interage com o mundo real, com ou sem intervenção dos humanos. Pertence ao grupo das ciências informáticas e é considerada multidisciplinar, agrupa e aplica conhecimentos de microeletrônica (peças eletrônicas do robô), engenharia mecânica (peças mecânicas do robô), física cinemática e outras (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010).

A História mostra que o homem sempre procurou criar algo que minimizasse ou o potencializasse seu trabalho, inventando ou imaginando dispositivos para esse fim. Desde os maiores povos da antiguidade, há registros de máquinas concebidas

para isso, passando pela idade média, tendo um salto importante na Revolução Industrial e chegando até os séculos XX e XXI (MILL; CÉSAR, 2010).

A palavra robô deriva da palavra tcheca *robotnik*, que significa servo. O precursor do uso dessa palavra foi Karel Capek (1890-1938), quem escreveu a peça de teatro R.U.R (Rossum's Universal Robots), a qual conta a história de um cientista (Rossum) que inventa uma substância química, utilizada para a fabricação de humanoides, com o objetivo de serem obedientes e realizarem todo o trabalho físico – eram os servos, ou os *robotniks*. Com a evolução tecnológica, dispositivos automatizados têm dado a possibilidade de substituir o homem nas atividades repetitivas, fatigantes ou perigosas, principalmente nos diferentes cenários da área industrial (MILL; CÉSAR, 2010).

George Devol (1912-2011), inventor americano, foi quem patenteou o Unimate, um braço robótico operado digitalmente. Representa o início da Robótica utilizada industrialmente. Os manipuladores industriais (ou braços robóticos) possuem capacidade de movimentos similares ao braço humano e são os mais comumente utilizados na indústria. As aplicações incluem soldagem, pintura e carregamento de máquinas. A indústria automotiva é talvez a que mais utiliza dessa tecnologia, pela qual esses robôs são programados para substituir a mão de obra humana com precisão (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010).

2.5.1 Criando robôs “inteligentes” capazes de “tomar decisões”

Para a maior parte das pessoas, quando se fala em robô, imagina-se uma máquina com forma humanoide, executando tarefas, aplicando forças, fazendo cálculos e tomando decisões de forma rápida, prodigiosa e sem a intervenção de sentimentos. É uma visão romântica e utópica no sentido de que não há uma inteligência propriamente dita, mas sim uma simulação de inteligência dada pela programação inserida nessa máquina.

O processo padrão de criação de robôs “inteligentes” é o mesmo de desenvolver qualquer programa de computador. Começa pela exploração das informações de sensores, receptores e entrada de dados, passando pelo processamento e finalizando nas saídas de dados desse dispositivo. A “inteligência” ou “consciência” de um computador [ou de um robô], que o leva aparentemente a

“tomar decisões”, é dada pela **programação**, que se encarrega da sua memória de execução de programas. A programação implica no uso de uma linguagem de programação, que nada mais é do que um conjunto de palavras, as quais, unidas e combinadas, definem comandos e verificações para o computador [ou o robô] executar (TYSON; CRAWFORD, 2001).

A seguir, o exemplo da parte de um programa que simularia uma decisão. Ao executar esse programa, um dispositivo avalia o estado de um sensor de obstáculos. Enquanto esse sensor estivesse desativado (ou seja, enquanto não existisse um obstáculo detectado por esse sensor), o dispositivo andaria para frente; se o sensor de obstáculo fosse ativado (ou seja, quando um obstáculo fosse detectado), o programa daria a ordem para o dispositivo parar e encerra o processamento:

```
while (sensor_de_obstáculo = desativado)
{ andar_para_frente }
else
{ parar }
fim.
```

Assim, decisões mais complexas poderão dar a ilusão de que há inteligência, mas, na verdade, o que se faz é definir um padrão de comportamento frente ao resultado “sim” ou “não” dos testes.

2.6 Unindo o robótico e o pedagógico

Na área da educação, o precursor do uso da inteligência artificial é o professor de Matemática Seymour Papert (PARELLADA, 2012). Papert utilizava a Matemática como um meio de compreender como as crianças aprendem e pensam. Aplicou os princípios da Robótica, com o auxílio do computador, na educação, a fim de propiciar um facilitador atrativo no processo de aprendizagem da Matemática para as crianças, surgindo assim o termo construcionismo.

A ideia atrelada ao termo construcionismo é permitir ao aluno a construção do seu próprio conhecimento por intermédio de alguma ferramenta. Para exemplificar uma experiência nesse sentido, pode-se citar a criação da tartaruga montada com as peças do brinquedo LEGO, e que foi controlada por um programa em linguagem de programação LOGO, uma linguagem de fácil assimilação. Essa linguagem servia,

nesse experimento, como um meio fácil de comunicação do homem com o computador, o qual controlava os movimentos da tartaruga (SILVA et al., 2008).

O sistema LEGO-LOGO, desenvolvido nessa experiência, possibilitava às crianças construir os seus próprios protótipos de robôs, os quais as auxiliavam a entender conceitos de Matemática e de orientação espacial. Assim, a criança era a construtora de seus conhecimentos, por meio de observações e da própria prática (SILVA et al., 2008).

Quanto ao envolvimento e a criatividade, Almeida (2015, p. 82) afirma que:

[...] foi possível verificar ao longo da implementação do projeto o grau de envolvimento e de entrega dos alunos. A sua criatividade foi posta em prática na montagem e aprimoramento dos robôs. Além disso, várias foram as competências adquiridas, de forma lúdica, nas várias áreas que compõem o seu currículo.

Quanto à motivação, Ribeiro (2006) destaca que a robótica motiva os alunos e que, por ter fundamentos pedagógicos, contribui para a aquisição de competências em áreas curriculares do Ensino Básico. O autor acrescenta que “os alunos manifestaram diferentes formas de encarar as atividades de exploração/investigação. Todos tiveram algumas dificuldades na resolução de algumas tarefas, revelando gradualmente mais destreza e um desempenho cada vez mais satisfatório” (Ribeiro, 2006, p. 138).

Quanto à superação ao enfrentar desafios, Abrantes (2009, p. 119) mostra em seus estudos que:

[...] observou-se a forma como enfrentaram o projecto. Se numa primeira abordagem, os alunos estavam desiludidos e olhavam para o robot como —“robots de criança”, quando sentiram o desafio e os problemas, foram obrigados a analisar a situação, a perceber e a decidir. O desânimo inicial foi substituído pelo prazer de reunir esforços para controlar o robot.

Nessa perspectiva, pode-se ainda destacar os estudos de Gomes (2012), que reforçam as evidências de que a robótica se mostra eficaz e estimuladora na superação de desafios. Sobre isso, Gomes (2012, p. 93) afirma que “a robótica como uma ferramenta educativa pode ajudar os alunos a ultrapassar o erro”.

Desse modo, a Robótica ou o uso de robôs na educação, enquanto ferramenta auxiliar do professor, pode promover um ambiente favorável para a aprendizagem, no qual o aluno aprende a pesquisar novos conhecimentos, despertando seu potencial criativo e, principalmente, o “aprender para o futuro” (SILVA et al., 2008).

2.6.1 Robôs Educacionais

A Robótica na educação nasce juntamente com o aparecimento dos computadores no ambiente escolar. Esse uso começou inicialmente nos Estados Unidos, nos anos 70, e só em meados de 1980 começou a ser inserido no Brasil. As primeiras experiências com o computador nas instituições educacionais objetivavam a realização de atividades de programação, por isso, abria-se um novo leque de oportunidades pedagógicas. Isso porque Papert defendia a tese de que o computador é importante para a autonomia intelectual dos alunos (PAPERT, 2008, p. 9).

Diversos recursos pedagógicos baseados na Robótica já foram desenvolvidos. Um desses recursos foi o Turtle (1969), um dispositivo triciclo, de aproximadamente 0,6 metro de altura e 0,6 metro de diâmetro, que recebia comando por meio de fios elétricos ligados a um computador, o qual foi desenvolvido por Papert. Com o formato de uma tartaruga, esse dispositivo recebia comandos de andar para frente, para trás, virar para a direita e esquerda, abaixar e levantar uma caneta, a fim de traçar o caminho por onde andava. Não usava um programa propriamente dito para executar seus movimentos, mas um conjunto de botões que definiam qual seria a tarefa a executar. É um marco importante no desenvolvimento da Robótica Educacional, sobretudo por ser o primeiro dispositivo criado para esse fim específico (HOGGETT, 2010).

Outro exemplo também desenvolvido por Papert foi o LOGO (1980). O autor continuou o desenvolvimento de seu conceito sobre o Turtle, passando a integrar à ideia da sua “tartaruga” uma linguagem que permitisse comandar, de forma mais eficiente, o seu dispositivo. Já é possível dizer que suas ideias passaram a existir no “mundo virtual”, pois parte do funcionamento de seus dispositivos era simulada na tela de um computador.

Portanto, já podia se pensar em um ambiente de aprendizagem baseado exclusivamente em computação: ele chamou isso de “mini cultura” ou “micromundo”. Os alunos poderiam criar seu próprio micromundo através da invenção de engenhocas robóticas, condizentes com a realidade e os problemas a elas apresentados. Suas ideias de replicar os movimentos desenhados na tela para o ambiente real inspiraram a criação de um produto mundialmente conhecido: o LEGO Mindstorms (HOGGETT, 2010).

O Projeto Arduino, apesar de não ser propriamente uma plataforma robótica, deve ser avaliado por ser facilmente conformado em soluções que são bases para robôs. O Arduino é uma plataforma de desenvolvimento aberta, que surgiu em 2005, no Ivrea Interaction Design Institute, como uma ferramenta para desenvolvimento rápido de protótipos para estudantes. Difundiu-se e cresceu celeremente devido à simplicidade e facilidade de extensão de capacidades de *hardware*, fácil assimilação da linguagem de programação e custo relativamente baixo de seus componentes.

Aliado a essas características, o fato de todo o *hardware* e o *software* serem de domínio público e profusamente documentados, facilitou ainda mais sua disseminação. O desenvolvimento do *software* de controle (geralmente na Linguagem C) é baseado em programação IDE, com um ambiente de fácil desenvolvimento, tanto para estudantes, iniciantes e hobbistas, quanto para desenvolvedores experientes. Atualmente, milhares de aplicações comerciais, dispositivos de uso diário e até instrumentos científicos complexos usam a CPU Arduino como controladora (ARDUINO_COMMUNITY, 2017) .

No contexto do uso de dispositivos robóticos no ensino, precisa-se definir onde se trabalha. Assim, a Robótica Educacional ou Pedagógica é um

[...] termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos montados. Em ambientes de robótica educacional, os sujeitos constroem sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma.

Essa definição, segundo Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) da Universidade do Rio Grande do Sul, também vale para o termo “Robótica Pedagógica” (MENEZES; SANTOS, 2015, p. 01).

Considera-se que a “Robótica pedagógica” é uma denominação para o conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino-aprendizagem, que se valem dos dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Quando alguém se refere à Robótica pedagógica, não se fala da tecnologia ou dos artefatos robóticos em si, nem do ambiente físico onde as atividades são desenvolvidas. A referência é quanto à proposta de possibilidades metodológicas para o uso de tecnologias informáticas e robóticas no processo de ensino-aprendizagem (MILL; CÉSAR, 2010).

A intenção de eventualmente trazer dispositivos autômatos ao contexto da aprendizagem é para eles serem artefatos cognitivos, possibilitando a sua utilização pelos alunos para a explorar e expressar suas próprias ideias. Seriam “um-objeto-para-pensar-com” ou “um-objeto-para-pensar-por-meio-de” (PAPERT, 1986, p. 26).

O indivíduo constrói e produz o conhecimento através da interação com o ambiente em que ele vive. Esse sujeito que aprende, pensa, mesmo sem ser “ensinado”, está em constante atividade na interação com o ambiente que lhe é propiciado. Esse conhecimento fabricado pelo sujeito, ao qual Piaget se refere, segue o mesmo princípio do construcionismo de Papert (PAPERT, 1986, p. 20).

Nesse ponto, Papert concorda com Piaget, quando afirma que a criança é um “ser pensante” e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, mesmo sem ser ensinada (PAPERT, 1986, p. 20). Então, “não significa que elas sejam construídas do nada. Como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia” (PAPERT, 1986 apud GOMES; OLIVEIRA; BOTELHO, 2010, p. 213).

O construcionismo de Papert defende a ideia de que a criança, ao construir seus próprios conhecimentos, é semelhante ao provérbio africano: “*Se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar*”(PAPERT, 2008, p. 134). A escola, que simplesmente transmite os conteúdos que o aluno precisa saber, alimenta as crianças com o “peixe”, enquanto que, aplicando as ideias do construcionismo, parte-se do princípio de que as crianças teriam resultados melhores descobrindo como usar a “vara, linha, anzol e isca – pescando”.

A escola participa suportando o aluno e dando subsídios, tais como um bom material de apoio para suas descobertas. O conhecimento resultante sobre “como pescar” culminará com a capacidade de identificar onde existem “águas férteis e bons instrumentos de pesca”. Logo, “o mais importante é a investigação, o processo exploratório ao qual é induzido o aluno, levando este a desenvolver um verdadeiro processo de descoberta” (MAISONNETTE, 2002, p. 01).

Para Piaget, uma das chaves principais do desenvolvimento é a ação do sujeito sobre o mundo e o modo pelo qual isso se converte num processo de construção interna (GOMES; OLIVEIRA; BOTELHO, 2010). O teórico complementa que as funções essenciais da inteligência consistem em compreender e inventar, ou

seja, construir estruturas baseadas no real. A experiência física definida por Piaget, como essencial na formação da inteligência, consiste em, partindo dos próprios objetos, agir sobre eles e, por abstração, descobrir suas propriedades (MAISONNETTE, 2002).

O aluno passa, então, a construir seu conhecimento através de suas próprias observações, e como nos ensina Papert, aquilo que é aprendido pelo esforço próprio da criança tem muito mais significado para ela e se adapta melhor às suas estruturas mentais, uma vez que o processo de aprendizagem requer, para as informações novas, uma estrutura anterior que permita que estas possam ser melhor assimiladas (MAISONNETTE, 2002, p. 01).

A Robótica Pedagógica, embora induza a essa ideia, não se propõe a uma alfabetização em tecnologia, nem a um aprendizado das técnicas, nem a um conhecimento e orientação para uma educação profissional. Ela pretende discutir a educação numa estreita relação com a tecnologia, numa visão contextualizada, tendo por objetivo formar o cidadão para viver o seu tempo - em que a tecnologia está presente não como um apêndice, mas como uma realidade central, que não pode ser ignorada ou desconhecida - da forma mais humana possível.

Além de propiciar o conhecimento da tecnologia, a Robótica Pedagógica pode desenvolver ou ajudar a desenvolver as seguintes competências: raciocínio lógico, relações interpessoais através de trabalho em equipe, resolução de problemas por meio de erros e acertos, criatividade, concentração, observação, coordenação motora, motivação, autoestima e autoconfiança (ZILLI, 2004).

2.6.2 Robô Pedagógico e a Inteligência Artificial

Com relação à robótica ser feita com materiais recicláveis e, de fato, se destinar à construção de robôs, cabe algumas reflexões: a palavra “Robótica” induz ao pensamento de que os robôs construídos pelos alunos devem ter inteligência e executar tarefas complexas e outras atividades afins, de acordo com o que foi programado em suas memórias; o comportamento desses dispositivos deve ser complexo e repleto de decisões e escolhas entre diversas alternativas. É comum também associar o termo “Robótica” com “Inteligência Artificial”.

De qualquer maneira, existe a classificação de Inteligência Artificial Forte e Inteligência Artificial Fraca. A Inteligência Artificial Forte refere-se à criação de uma

inteligência programada em computador e que consiga raciocinar a partir de informações colhidas das mais diferentes formas, além de resolver problemas dentro de um conjunto de premissas e conceitos. Um dispositivo que consiga executar esse tipo de tarefa é classificado como autoconsciente.

A Inteligência Artificial Fraca refere-se à inteligência que não é capaz de raciocinar e nem resolver problemas. Esse dispositivo dotado de Inteligência Artificial Fraca seria um artefato que agiria como se fosse inteligente, mas que não tem a capacidade de decisão e/ou avaliação de conceitos e padrões. Isso está de acordo com o que diz Russel e Norvig (2013, p. 1.173):

[...] a asserção de que as máquinas talvez possam agir de maneira inteligente (ou, quem sabe, agir como se fossem inteligentes) é chamada hipótese de IA fraca pelos filósofos, e a asserção de que as máquinas que o fazem estão realmente pensando (em vez de simularem o pensamento) é chamada hipótese de IA forte.

A inteligência de um dispositivo pode ser definida pela intencionalidade do dispositivo, tendo em vista o alcance de determinado fim. É uma ideia de “foi para isso que esse dispositivo foi feito”. Vejamos o que Dennett (1997) diz nesse contexto:

[...] Os sistemas intencionais são, por definição, todos e apenas aquelas entidades cujo comportamento é previsível ou explicável a partir da postura intencional. Macromoléculas auto replicantes, termostatos, amebas, plantas, ratos, morcegos, pessoas, computadores que jogam xadrez são todos sistemas intencionais – alguns mais interessantes que os outros. Como o objetivo da postura intencional é tratar uma entidade como um agente para prever suas ações, temos de supor que a entidade seja um agente inteligente, já que um agente estúpido pode fazer qualquer tipo de coisa estúpida. Esse salto audacioso de supor que o agente fará apenas os movimentos inteligentes (dada a sua perspectiva limitada) é o que nos dá a vantagem de fazer previsões. Descrevemos essa perspectiva limitada atribuindo crenças e desejos particulares ao agente com base na sua percepção da situação e em seus objetivos ou necessidades (DENNETT, 1997, p. 38).

Dessa maneira, é possível considerar que um dispositivo (o agente), desde que cumpra o fim para o qual uma pessoa (o aluno) o concebeu, receba o “status” de inteligente (ou seja, será executor da tarefa para a qual foi criado).

A intencionalidade é apenas a relacionalidade [ou seja, a relação entre as coisas e o fim ao qual elas se destinam] (DENNETT, 1997, p. 39).

[...] nossas mentes são apenas uma interpretação do que ocorre nos nossos cérebros e se manifesta na forma de comportamentos. “Mentes são sistemas intencionais, construções teóricas úteis que permitem a interpretação de organismos ou máquinas”. Como sistemas intencionais, as mentes estão, ao mesmo tempo, na natureza e nos olhos do observador (TEIXEIRA, 2008, p. 29).

Outrossim, pode-se considerar que a construção de dispositivos, com a forma adequada (montados com diferentes tipos de materiais e com motores que lhe dão algum movimento) ao aluno, parecerá um dispositivo robótico que executará o que foi planejado por ele. A intenção, ao criá-lo, será executada conforme o planejamento inicial do aluno.

Uma vasta gama de conhecimentos se abre para os alunos que interagem com dispositivos robóticos, mais notadamente na área das ciências exatas, como a Física (ao apresentarmos detalhes dos movimentos do robô, por exemplo), a Matemática (operações quantitativas) e, até mesmo, a Inteligência Artificial, dentre outras ciências. Além desses conhecimentos que compõem o desenvolvimento de atividades com a Robótica, outras áreas das ciências humanas podem ser tangenciadas.

Também são abordados temas intangíveis, como questões éticas, morais, culturais, socioeconômicas e humanas. Esses temas são retomados sempre que a Robótica é colocada no centro das discussões, especialmente quando relacionadas às questões de dominação, poder e subordinação. Em contrapartida, parece sensato o receio de alguns grupos sociais em relação aos avanços da Inteligência Artificial e da Robótica, o que acaba sendo um campo fértil para o desenvolvimento de atividades com alunos de menor idade, a fim de iniciá-los nessa discussão (MILL; CÉSAR, 2010).

2.6.3 O papel do professor no contexto da Robótica pedagógica

Para a aplicação da Robótica na educação, muito embora os professores necessitem do expediente da avaliação dos resultados, o importante não é exatamente o resultado em si, mas o processo, o desenrolar dos trabalhos. Explorar todas as possibilidades de comunicação é essencial, evoluindo o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo (envolvendo as combinações possíveis entre os agentes aluno/professor/robô/colegas de classe). Em seguida, é oportuno buscar alternativas para a solução de situações-problema, por meio do aprimoramento de montagens, ideias e abordagens.

A Robótica Educacional se apresenta como uma ferramenta tecnológica que atrai o interesse e abre um amplo leque de possibilidades no processo de ensino-aprendizagem. Ela fomenta o desenvolvimento completo do aluno, com atividades

dinâmicas, promovendo a construção cultural e contribuindo para que o aluno seja independente e responsável por suas decisões.

Cabe ao professor administrar esse novo mundo que é apresentado aos alunos. Exige dele, o professor, um empenho maior, fazendo surgir um educador mais dinâmico, crítico e preparado para este novo paradigma da educação. Assim, o professor passa a assumir também o papel de um aluno que renova seu conhecimento diariamente. Nessa perspectiva, Suanno (2007, p.32) afirma que “a relação professor e aluno existe como espaço Inter psicológico e interpessoal, que favorece e facilita a aprendizagem. Daí a importância dessa relação como constituidora de um espaço propício à aprendizagem” (MIRANDA; SUANNO, 2009, p. 03).

...o professor será mais importante do que nunca, pois ele precisa se apropriar dessa tecnologia e introduzi-la na sala de aula, no seu dia-a-dia, da mesma forma que um professor, um dia, introduziu o primeiro livro numa escola e teve de começar a lidar de modo diferente com o conhecimento – sem deixar as outras tecnologias de comunicação de lado. Continuaremos a ensinar e a aprender pela palavra, pelo gesto, pela emoção, pela afetividade, pelos textos lidos e escritos, pela televisão, mas agora também pelo computador, pela informação em tempo real, pela tela em camadas, em janelas que vão se aprofundando às nossas vistas, pela simulação – esse novo raciocínio, sobre cujo alcance, como produtor de conhecimento, pode-se usar a favor da aprendizagem (GOUVEA, 2004, apud ZILLI, 2004, p. 20).

...o professor é o que melhor conhece o estilo de aprendizagem de cada aluno, ajudando-o a achar o seu caminho; a máquina não pode fazer isso. A função do professor muda: deixa de ser o principal transmissor de conhecimentos e passa a ser um orientador, facilitando que a aprendizagem aconteça. Dessa forma, pode levar o aluno ao nível de compreensão, propondo problemas para serem resolvidos e verificar se foram resolvidos corretamente (ZILLI, 2004, p. 20).

2.7 Considerações sobre o custo dos dispositivos robóticos

A Robótica Pedagógica utiliza *kits* desenvolvidos especialmente para isso (os *kits* LEGO, por exemplo), o que exige um alto investimento financeiro para a aquisição desse material de apoio. Geralmente, o investimento por parte das Secretarias de Educação se efetiva através de projetos ou de programas das Prefeituras Municipais. As Unidades de Escola Pública, na grande maioria dos casos, não dispõem desse tipo de recurso. É comum que os recursos disponíveis sejam administrados pelas Associações de Pais e Mestres (APMs), dificilmente atingindo cifras que possibilitem esse tipo de investimento.

A título de exemplificação, coletou-se os valores de diversos *kits* prontos, existentes no mercado, e que se assemelham às atividades propostas na nossa pesquisa. Esses valores estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Comparação de preços de *kits* de Robótica Educacional comerciais.

Marca	Modelo	Custo	Fonte da Pesquisa em 13/02/17
<u>Modelix</u>	ILOG	Médio/alto	http://www.wskits.com.br/ilog-kit-robotica-6x1
		Médio/alto	www.americanas.com.br/produto/121847419/kit-de-robotica-modelix-ilog
		Médio	http://www.pontodaeletronica.com.br/Produto-PRODUTOS-Arduino-KIT-DE-ROBOTICA-ILOG-488-MODELIX-versao-14174-14172.aspx
LEGO Education	9632	Alto	http://produto.mercadolivre.com.br
		Muito alto	http://www.wskits.com.br

Fonte: diversos acessos à internet feitos pela autora (2017).

Fica evidente que, independente do fabricante dos *kits*, o preço é proibitivo tanto para a administração da escola pública quanto para os próprios alunos, os quais não dispõem de recursos financeiros para investir nessa área. Partiu-se, então, para a Robótica pedagógica, onde materiais de sucata e materiais reciclados ocupam o espaço dos blocos de montagem no protótipo robótico. Assim, os *kits* de Robótica bastante caros são substituídos por materiais alternativos, dentre esses materiais obtidos de equipamentos eletrônicos descartados, para a construção de robôs em variados níveis de complexidade. Além disso, quando é necessário, utiliza-se *software* de uso irrestrito (*software* de domínio público e/ou *softwares* livres) (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010).

Outro argumento para a decisão de usar a Robótica Pedagógica com material reaproveitável é o fato de que é necessário otimizar recursos em todas as áreas. É função da escola também ensinar os alunos que eles devem conviver com essa realidade, reaproveitando e reciclando materiais. Baseando-se nessa argumentação, a proposta da reutilização nas aulas de Robótica contribuirá para a descoberta de novos destinos dos materiais de descarte.

Ao instigar o aluno a observar, abstrair e inventar, desenvolve-se neles capacidades adicionais. Os materiais que podem ser usados nas atividades são os mais variados: peças de brinquedos, eletrodomésticos danificados, circuitos eletrônicos, etc. (MAISONNETTE, 2002). Em consequência, a Robótica Pedagógica trata, também, da inclusão sociodigital dos alunos e da democratização do conhecimento.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo trata de uma pesquisa experimental, quantitativa e qualitativa (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 73). Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e observação dos efeitos que a variável produz no objeto (GIL, 2002).

A partir disso, este estudo consistiu no seguinte: dois grupos de alunos foram selecionados de uma população. Os Grupos A e B receberam diferentes intervenções. O Grupo A (grupo de controle) foi o grupo de alunos onde foram ministradas as aulas de uma determinada disciplina pelo método convencional. Já no Grupo B, que foi o grupo de trabalho, foi aplicado o mesmo conteúdo de aulas, porém, a partir do uso de recursos relacionados à Robótica na revisão do conteúdo.

A fim de minimizar a influência de variáveis para a medição, a mesma professora foi a responsável por ministrar os conteúdos em ambas as turmas. Por ter sido a mesma professora, podemos considerar o mesmo desenvolvimento para a aplicação do planejamento das aulas, tanto para a abordagem do conhecimento quanto para as estratégias de ensino do conteúdo. Outro fator importante a considerar foi o tempo de experiência como docente, o qual, em se tratando do mesmo profissional, torna-se neutralizado.

Para justificar a abordagem quantitativa, que explora as características e situações pelas quais os dados numéricos podem ser obtidos, além de fazer uso da mensuração e estatística (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 73), uma avaliação diagnóstica foi aplicada nos dois grupos por meio do formulário apresentado no Anexo I. A aplicação desse formulário ocorreu na primeira quinzena de aulas, quando foi verificado o conhecimento dos alunos sobre o domínio do conteúdo apresentado no Anexo I. A constatação desse domínio foi pré-requisito para a sequência das atividades.

O experimento que foi avaliado neste trabalho foi o diferencial obtido no aproveitamento dos alunos, com o uso de robôs nas revisões das aulas de Geometria. O objetivo era atrair a atenção dos alunos para o conteúdo da matéria apresentada e promover no aluno habilidades, como criatividade, pensamento crítico e trabalho em equipe. Tais fatores também justificam a análise qualitativa dos dados, a qual

demonstra as “características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 73).

Segundo Godoy (1995), buscou-se ainda captar o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes, como, por exemplo, a importância que se dá ao processo e não apenas aos resultados, à busca interpretativa de significados, a partir da percepção dos sujeitos com o contexto observado, e à busca de significado a partir de uma visão mais complexa, para levantar as informações.

Na semana pedagógica, foi realizado sorteio para definir qual o grupo de alunos receberia a intervenção com o uso dos robôs no primeiro bimestre.

Os Grupos A e B serão tratados, a partir de agora, como sendo Turmas A e B, respectivamente. Destaca-se que a turma de controle (Turma A) teve acesso posterior aos robôs no segundo bimestre. Esse fato não trouxe prejuízo para a turma, uma vez que foi aplicado o mesmo conteúdo, com o mesmo planejamento, para as duas turmas. A intervenção da Robótica se deu através das oficinas de construção dos robôs. Todos os professores envolvidos no trabalho receberam uma capacitação sobre o uso da Robótica.

4 DESCRIÇÃO DA PESQUISA

4.1 Participantes da pesquisa

O experimento avaliado neste trabalho corresponde à observação do diferencial obtido no aproveitamento dos alunos, com o uso de robôs nas revisões das aulas, a fim de atrair a atenção desses alunos para o conteúdo da matéria apresentada. A intervenção da Robótica se efetivou por meio de oficinas para a construção dos robôs, contextualizadas com o conteúdo de aulas apresentado. Todos os professores envolvidos no trabalho receberam uma capacitação prévia sobre o uso da Robótica como ferramenta pedagógica.

O experimento realizado enquadra-se em uma pesquisa quali-quantitativa sobre a população dos alunos pertencentes ao 3º ano do Ensino Fundamental, matriculados nas 60 escolas públicas do município de São José dos Pinhais, no estado do Paraná, Brasil. No período desta pesquisa, essa população era de 4.528 alunos (informação da Secretaria Municipal de Educação).

A amostra da população, coletada pelos métodos não probabilístico¹⁴ e intencional¹⁵, foi formada pelas Turmas 3A (Manhã) e 3B (Tarde), totalizando 50 alunos (1,105% da população), os quais cursam o Ensino Fundamental em 2017, na Escola Municipal Emílio de Menezes. A faixa etária em ambas as turmas estava entre 7 e 8 anos, completados durante o ano de 2017. As turmas eram formadas por meninos e meninas, na proporção de 51% e 49%, respectivamente.

Houve uma única professora regente para as duas turmas. Como preparação para a pesquisa, uma avaliação diagnóstica (formulário apresentado no Anexo I) foi aplicada durante a primeira quinzena de aulas nas duas turmas, de forma a verificar o conhecimento dos alunos. Em seguida, a professora trabalhou para que os alunos dominassem o conteúdo avaliado no Anexo I. Esse foi o pré-requisito nivelador para a sequência das atividades.

¹⁴ Amostragem não probabilística: técnica de amostragem em que as amostras são recolhidas em um processo que não dá a todos os indivíduos da população as mesmas chances de serem selecionados (<http://www.contornospesquisa.org/2014/09/exemplos-de-modelos-de-amostragem.html>, acesso em 09 set. 2017).

¹⁵ Amostragem intencional: é a técnica de amostragem baseada no conhecimento sobre a população e o propósito do estudo (<http://www.contornospesquisa.org/2014/09/exemplos-de-modelos-de-amostragem.html>, acesso em 09 jul. 2017).

Foi realizado um sorteio para decidir em qual das turmas seriam aplicados os conteúdos com a intervenção da Robótica. A turma sorteada foi denominada turma de trabalho, a outra turma, turma de controle. Para mensurar os resultados, foram tabuladas as notas obtidas nas avaliações e processadas por meio dos recursos do *software* Excel da Microsoft®. Na ocasião, foram analisadas as curvas normais e aplicado o teste T de Student para as diversas situações, a fim de validar as análises.

Foi priorizado o cuidado em preservar a identidade dos alunos¹⁶, não citando seus nomes verdadeiros nos resultados das diversas etapas da pesquisa. Os nomes foram substituídos pela identificação “Aluno 1”, Aluno 2”, etc. Para que a uniformidade dos dados fosse mantida, todos os pseudônimos se referiam sempre aos mesmos nomes verdadeiros, em todos os dados coletados e usados durante a pesquisa.

O conteúdo das intervenções está de acordo com o Currículo de São José dos Pinhais, abrangendo o eixo em “Geometria: Espaço e Forma”. Os seguintes tópicos foram abordados: obtenção de figuras planas presentes nos objetos e sólidos geométricos de propriedades referentes à forma; circulares, quadradas, retangulares e triangulares; representação geométrica de figuras espaciais e planas; identificação e nomeação e classificação dos sólidos geométricos (SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PREFEITURA MUNICIPAL - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, 2008):

- Geometria; Tridimensionalidade;
- Sólidos Geométricos: poliedros e corpos redondos;
- Paralelepípedo, cubo, cilindro, cone, pirâmide e esfera.

4.2 Conteúdo da avaliação aplicada na pesquisa

- Identifica o cone, cilindro e a esfera como corpos que rolam;
- Reconhece as principais características dos sólidos geométricos (corpos redondos e poliedros);
- Realiza a planificação dos sólidos geométricos através dos contornos de suas faces;
- Identifica as faces dos sólidos geométricos: paralelepípedo, cubo, pirâmide, cilindro e cone.

¹⁶ Preservou-se o anonimato dos alunos para evitar questões legais ou éticas.

4.3 Procedimento da pesquisa

A primeira atividade executada na pesquisa realizada com os alunos, descrita a seguir, foi o planejamento de aula desenvolvido pela professora (ver Anexos II, III e IV). O planejamento visa atender o currículo escolar nos conteúdos de matemática, no eixo Geometria, previstos para o 1º bimestre do ano letivo nas turmas A e B.

A turma A (24 alunos) tem aulas no turno da manhã e a turma B (26 alunos) tem aulas no turno da tarde. Ambas as turmas A e B têm aulas com a mesma professora. Por se tratar de turmas trabalhadas pela mesma professora, houve uma simplificação no procedimento de aplicação da pesquisa, permitindo que o mesmo planejamento fosse aplicado nas duas turmas.

Na tabela 2 está discriminado o protocolo que foi aplicado na pesquisa, ou seja, o procedimento adotado pela professora, em sala de aula, para passar o conteúdo definido para os alunos das duas turmas.

Tabela 2: Protocolo da pesquisa para as Turmas A e B

Turma de Controle	Turma de Trabalho (com Intervenção Robótica)
Avaliação diagnóstica das formas (Anexo I) Obs.: Os alunos precisam dominar esse conteúdo para a sequência das atividades.	Avaliação diagnóstica das formas (Anexo I) Obs.: Os alunos precisam dominar esse conteúdo para a sequência das atividades.
1º Avaliação diagnóstica dos sólidos (Anexo II).	1º Avaliação diagnóstica dos sólidos (Anexo II).
Apresentação dos Sólidos Geométricos.	Apresentação dos Sólidos Geométricos.
Classificação e nomeação; Utilizar diferentes materiais para identificar as formas e os sólidos (caixas de leite, caixas de remédios, latas de refrigerantes, bola, etc.).	Classificação e nomeação; Utilizar diferentes materiais para identificar as formas e os sólidos (caixas de leite, caixas de remédios, latas de refrigerantes, bola, etc.).
Construção dos Planos (conforme Anexo III)	Construção dos Planos (conforme Anexo III)
2º Avaliação (Anexo II)	2º Avaliação (Anexo II)
Revisão do conteúdo pelo método tradicional.	Revisão do conteúdo com a construção de robôs Oficina 1 - Montagem de robôs com cubos Oficina 2 - Montagem de robôs com esfera Oficina 3 - Montagem de robôs com pirâmide Oficina 4 - Montagem de robôs com várias formas.
3º Avaliação (Anexo II)	3º Avaliação (Anexo II)

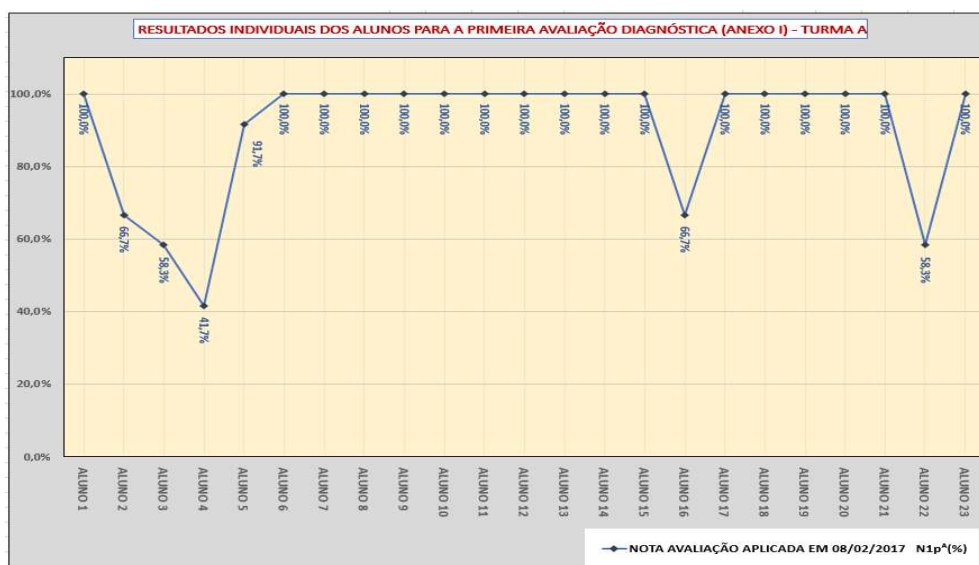
Fonte: a autora (2017).

O conteúdo de identificação das formas geométricas (quadrado, triângulo, retângulo e círculo) é trabalhado desde a Educação Infantil, no 1º e 2º ano, e é

considerado como pré-requisito para os alunos do 3º ano. Assim, para que o conteúdo de sólidos geométricos fosse trabalhado, aplicou-se a Avaliação Diagnóstica do Anexo I nas duas turmas de 3º anos, antes e depois do conteúdo ser trabalhado. A aplicação desse formulário facilitou a verificação do conteúdo, se ele estava ou não consolidado.

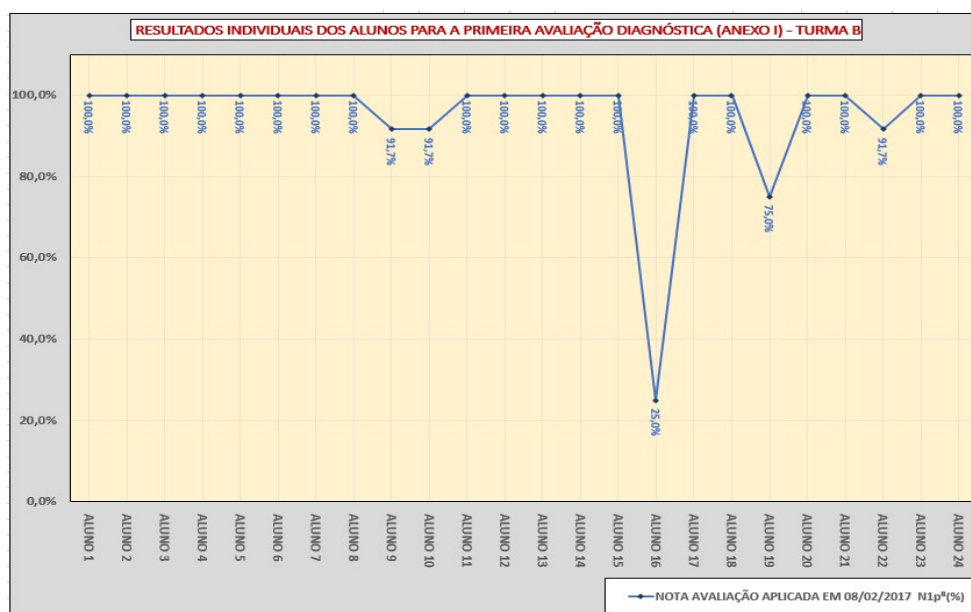
O gráfico das figuras 7 e 8 apresentam o rendimento das turmas A e B na Avaliação Diagnóstica do Anexo I. Percebe-se nas figuras resultados equivalentes.

Figura 7: Notas obtidas na Turma A - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo I)



Fonte: a autora (2017).

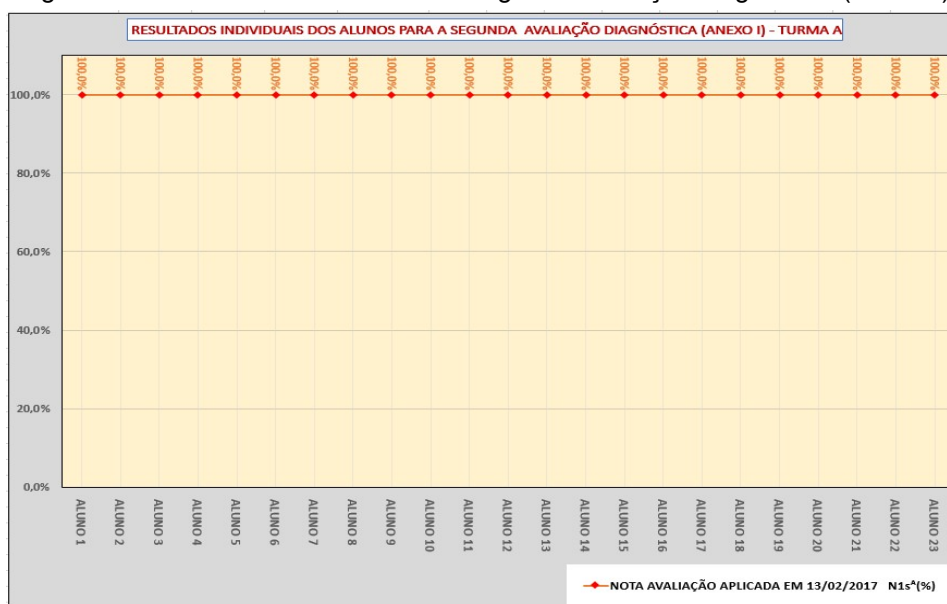
Figura 8: Notas obtidas na Turma B - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo I)



Fonte: a autora (2017).

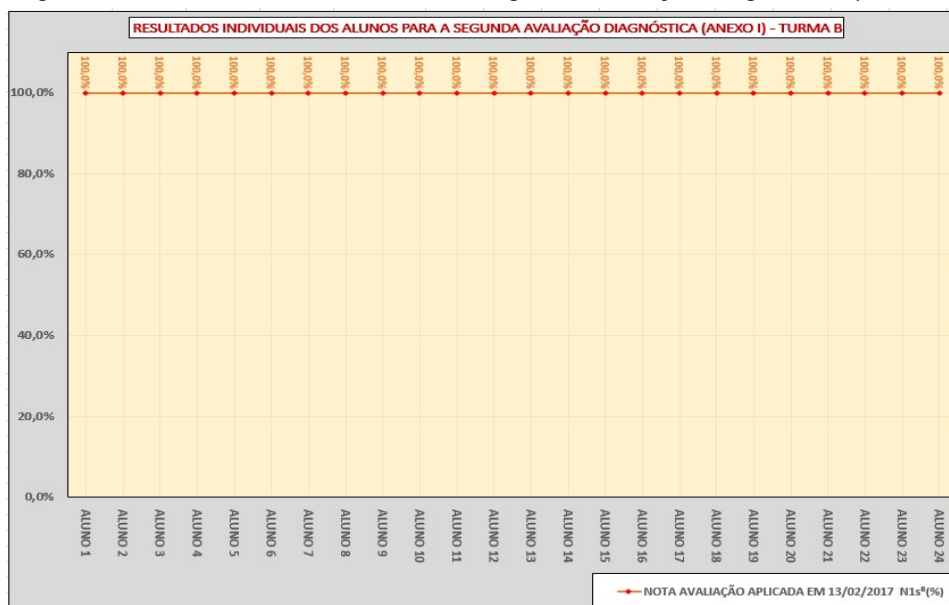
Resultados da avaliação diagnóstica do Anexo I Turmas A e B, após aplicação do Plano de Aula do Anexo IV nas Turmas A e B. Essa avaliação se deu após a professora trabalhar os conteúdos das figuras geométricas. Pode-se verificar nas figuras 9 e 10 que as turmas tiveram o mesmo aproveitamento.

Figura 9: Notas obtidas na Turma A - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo I)



Fonte: a autora (2017).

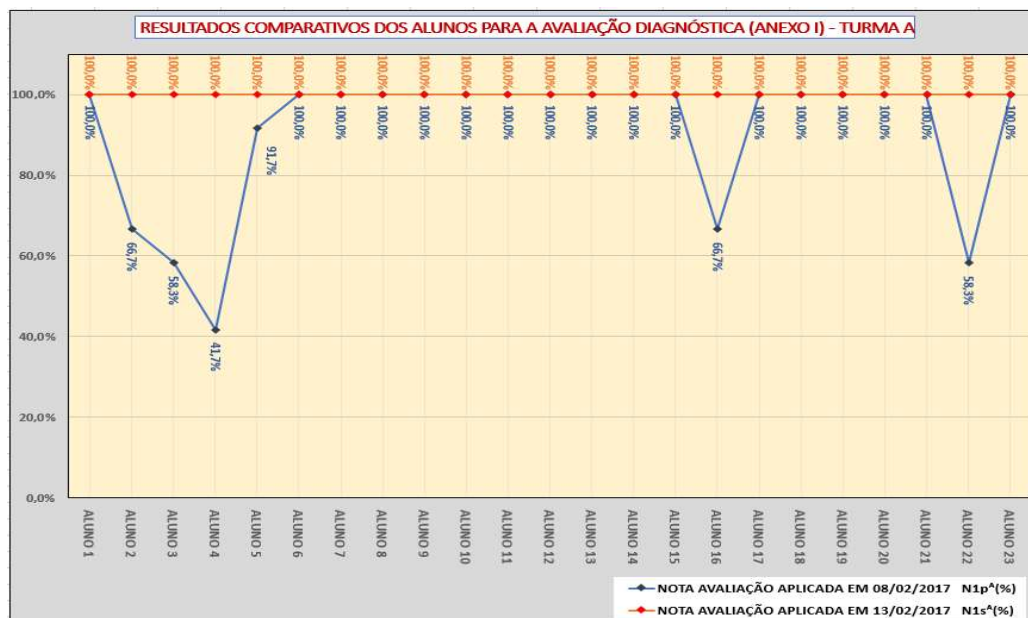
Figura 10: Notas obtidas na Turma B - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo I)



Fonte: a autora (2017).

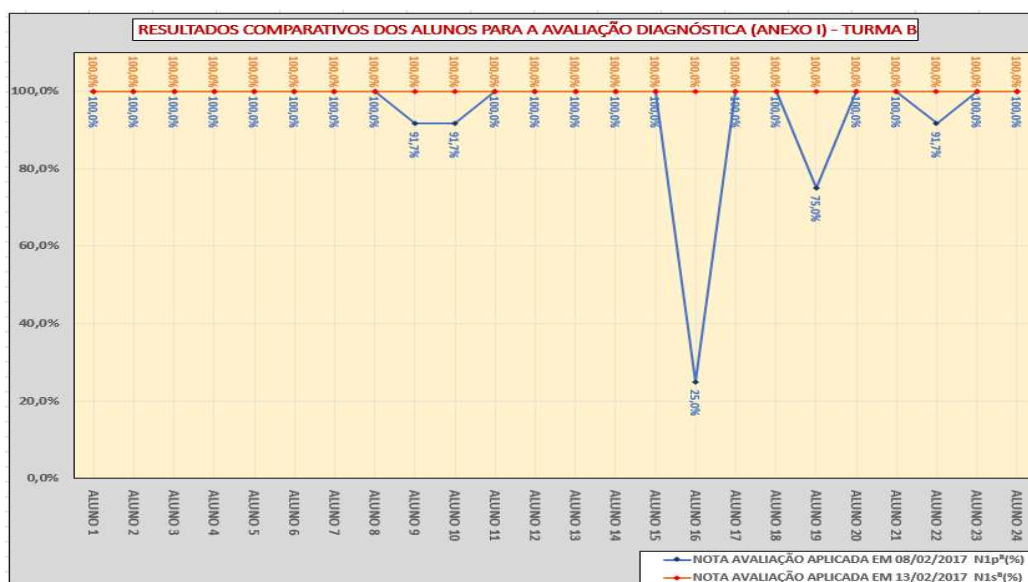
Nas figuras 11 e 12 são demonstrados o aproveitamento das duas turmas na primeira e na segunda avaliação do conteúdo de figuras geométricas.

Figura 11: Comparação de notas da Turma A - Primeira e Segunda avaliações (Anexo I)



Fonte: a autora (2017).

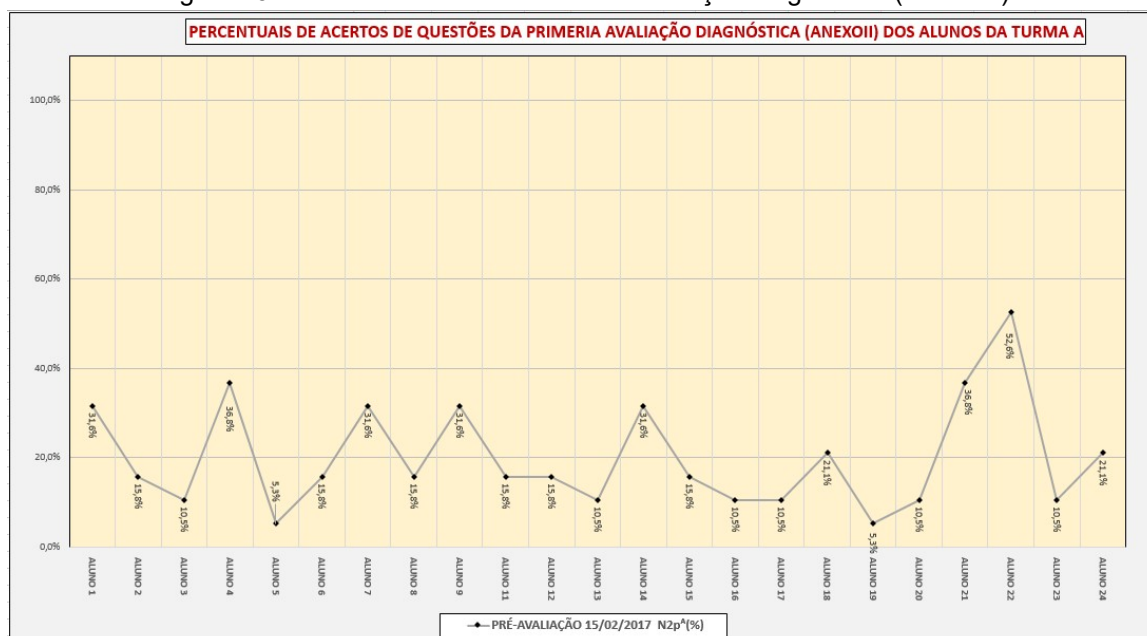
Figura 12: Comparação de notas da Turma B - Primeira e Segunda avaliações (Anexo I)



Fonte: a autora (2017).

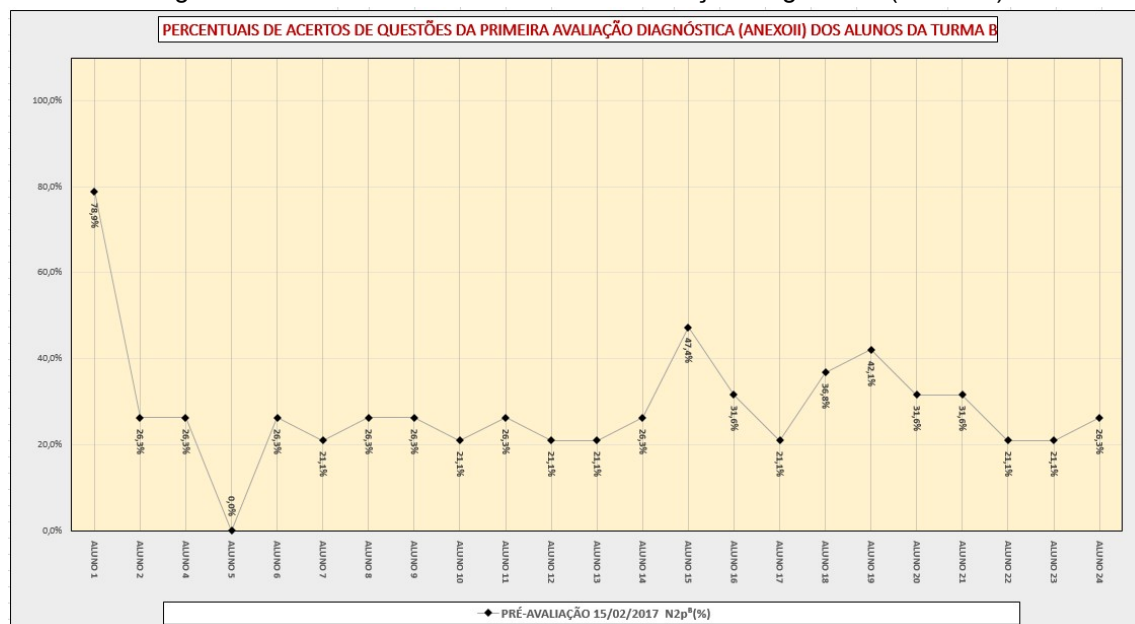
Antes de iniciar o conteúdo de sólidos geométricos, foi aplicada a primeira avaliação diagnóstica para verificação de conhecimento prévio das Turmas A e B, conforme Anexo II.

Figura 13: Notas da Turma A - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo II)



Fonte: a autora (2017).

Figura 14: Notas da Turma B - Primeira avaliação diagnóstica (Anexo II)



Fonte: a autora (2017).

Foi adotada a seguinte sequência didática nas duas Turmas A e B para o conteúdo Geometria Sólidos Geométricos.

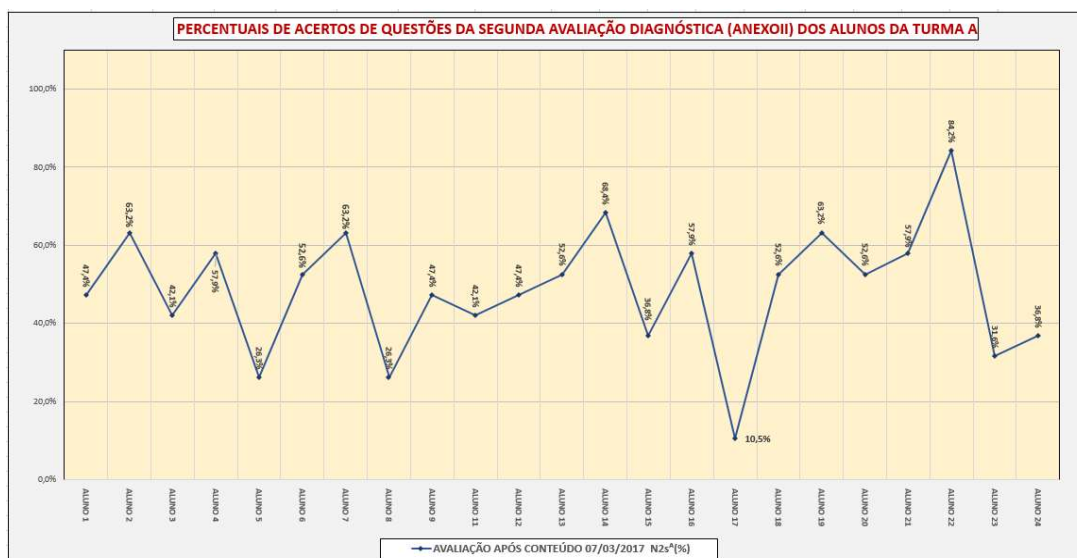
Tabela 3: Desenvolvimento dos trabalhos conforme Plano de Aula (Anexo V)

1º Momento	Levar para a sala de aula embalagens e objetos de diferentes formas, pedir que as crianças façam comparação e identificação dos sólidos com as embalagens. Os poliedros são sólidos cujas faces são polígonos planos (poliedro significa “várias faces”). Eles possuem faces. Ex.: Cubo, pirâmide... Corpos redondos são sólidos de revolução: são gerados pelo giro de uma curva ou de uma reta (ou segmento de reta), chamada geratriz, em torno do eixo. Ex.: Esfera, cone, cilindro.
2º Momento	Mostrar para as crianças embalagens ou objetos de várias formas (cubo, paralelepípedo, pirâmide etc.), explanando e comparando os mesmos. Levar os alunos a observarem as diferenças de tamanho, formato, espessura e faces.
3º Momento	Desafiar as crianças a desenharem a embalagem, de modo que todas as faces fiquem visíveis. Socializar as produções, discutir as diferenças e as semelhanças.
4º Momento	Propor o desafio às crianças, pedindo que planifiquem suas embalagens e as desenhem em uma cartolina, deixando todas as faces visíveis.
5º Momento	Construir os sólidos geométricos, usando planificações em papel, conforme Anexo III.

Fonte: a autora (2017).

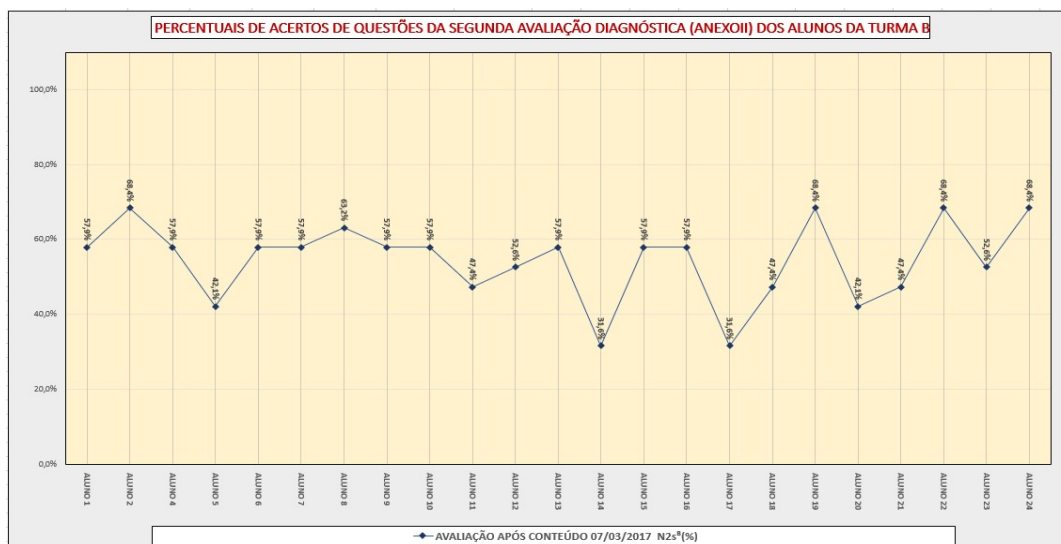
Nas figuras 15 e 16 são apresentados os resultados da segunda Avaliação Diagnóstica de Sólidos Geométricos do Anexo II Turmas A e B. Após aplicação do Plano de Aula do Anexo V, percebe-se aproveitamento semelhante nas duas turmas.

Figura 15: Notas obtidas na Turma A - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo II)



Fonte: a autora (2017).

Figura 16: Notas obtidas na Turma B - Segunda avaliação diagnóstica (Anexo II)



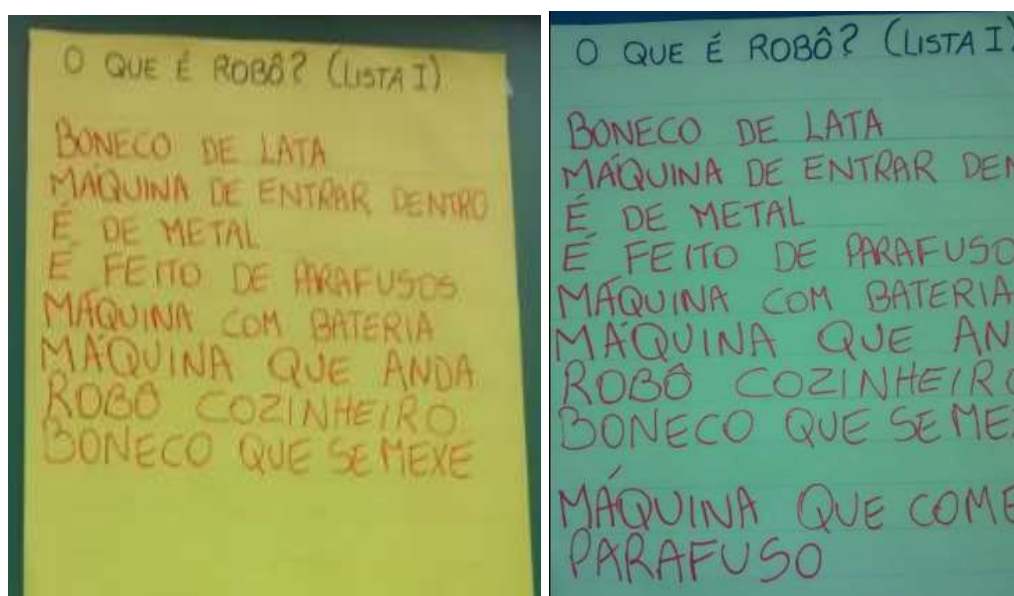
Fonte: a autora (2017).

Até esse momento, as duas turmas compartilhavam o mesmo planejamento. Por meio de um sorteio, a Turma B foi selecionada para ter a intervenção da Robótica, como ferramenta pedagógica, destinada à fixação dos conteúdos de Sólidos Geométricos, construindo robôs. A Turma A, definida como Turma de Controle,

porém, para manter a uniformidade de conteúdos e atividades, participou das oficinas de Robótica posteriormente, somente após a avaliação da Turma B.

Antes da utilização da Robótica como ferramenta pedagógica na Turma B, a professora participou de uma Formação para Professores para Iniciação à Robótica, no Centro Universitário Internacional, em Curitiba (Paraná/Brasil). A aula teve início com uma sondagem entre os alunos sobre robôs: o que eles entendiam sobre robôs e Robótica, qual a percepção em relação a esses termos, conforme Planejamento de Aula apresentado no Anexo VI.

Figura 17: Primeiras respostas dos alunos sobre como eles percebem um robô

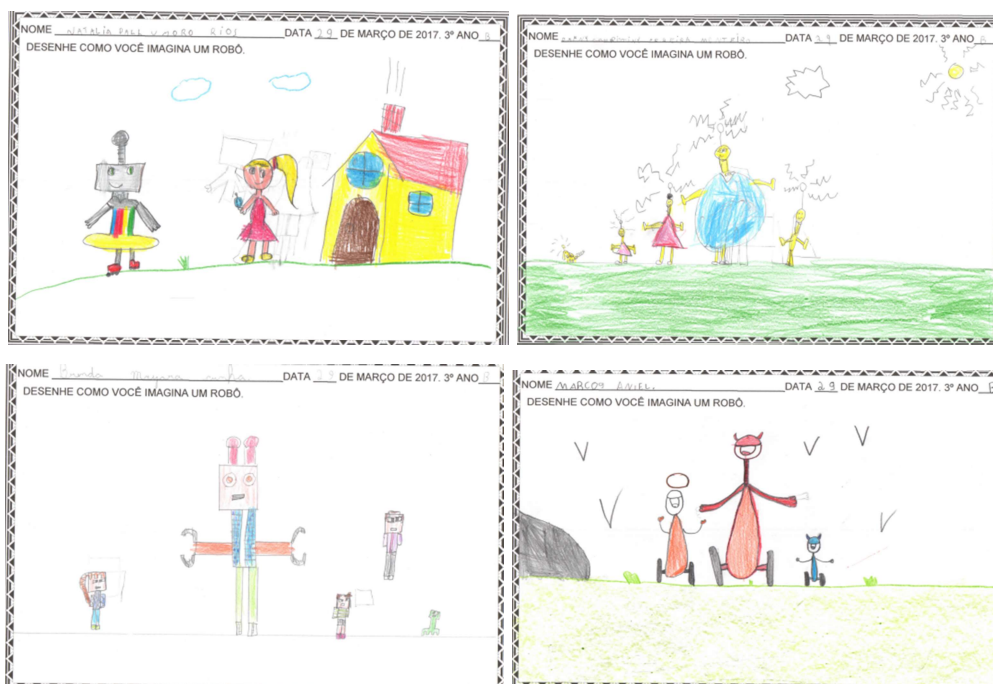


Fonte: a autora (2017).

Na lista acima observa-se que os conceitos citados são de robôs apresentados em filmes. A partir disso, foi solicitado que os alunos fizessem uma representação, através de desenhos, sobre seus conhecimentos a respeito de robôs. Conforme Ausubel (apud MOREIRA, 2006), os alunos trazem um conhecimento prévio, que forma a parte de estrutura cognitiva em torno do assunto a ser abordado.

Esse conhecimento foi investigado através de desenhos, na tentativa de superar a barreira citada por Goodnow (2001), que identificou que crianças de pequena idade se sentem inibidas ou intimidadas ao responder perguntas de um entrevistador ou professor, mas se expressam livremente quando desenham. Alguns exemplos são apresentados na figura 18:

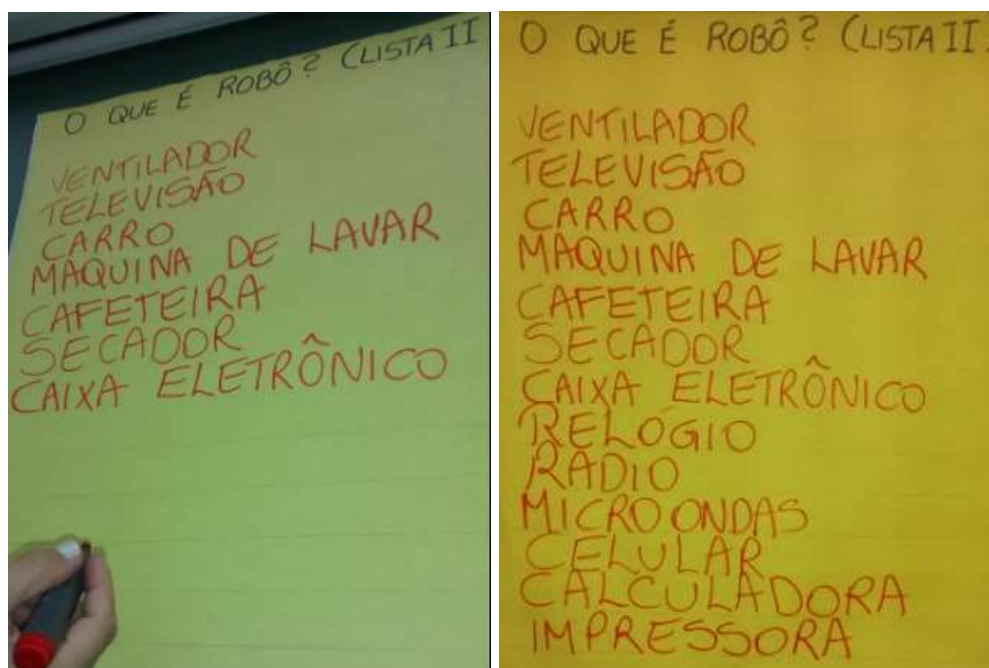
Figura 18: Desenhos feitos pelos alunos de como eles imaginam serem os robôs



Fonte: a autora (2017).

Conforme Planejamento de Aula disposto no Anexo VI, realizou-se uma explicação teórica da origem dos robôs e suas aplicações. Indagou-se novamente: o que os alunos entenderam sobre robôs?

Figura 19: Novas respostas dos alunos sobre como eles percebem um robô



Fonte: a autora (2017).

Pode-se notar que os conceitos sobre robôs já são mais elaborados, em particular porque os alunos já conseguem perceber o uso de robôs no seu cotidiano.

É possível enxergar a robótica em alguns eletrodomésticos, nos aparelhos eletrônicos, nos elevadores, nos caixas eletrônicos, enfim, em uma infinidade de sistemas. Pois são responsáveis pela execução de tarefas por meio do controle humano, facilitando assim, o trabalho árduo para a maioria das pessoas (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010, p. 02).

Para uma contextualização, os alunos tiveram contato com robôs previamente confeccionados a partir de materiais descartáveis e sucatas, planejados para essa finalidade (conteúdo: sólidos geométricos). O termo utilizado nas oficinas foi “Robótica”. Segundo Ausubel, para a aprendizagem significativa, implica referir que o material deve ser potencialmente significativo (MOREIRA, 2006).

4.3.1 Modelos de dispositivos apresentados aos alunos.

A figura 23 mostra o conjunto de robôs que a autora preparou para ser usado em sala de aula. Decidiu-se agir dessa forma para que fossem demonstrados para os alunos alguns modelos de robôs construídos previamente. O propósito era permitir que o aluno percebesse as diversas possibilidades de criação, com diferentes materiais. A grande maioria é de fácil acesso e permite que as crianças se sintam capazes e encorajadas a criar. Cada um desses modelos será descrito em suas particularidades na sequência.

Figura 20: Modelos de robôs pedagógicos apresentados aos alunos



Fonte: a autora (2017).

4.3.1.1 Robô Tartaruga

Figura 21: Robô tartaruga



Fonte: a autora (2017).

Robô criado com o uso de garrafas pet. Produz movimentos através da trepidação, criada por um contrapeso fixado no eixo do motor de corrente contínua. A ligação é feita por um interruptor e a alimentação por uma pilha AA. Os materiais utilizados foram garrafa pet, interruptor, suporte pilha, uma pilha AA, E.V.A e motor de corrente contínua de 1,5V.

4.3.1.2 Robô Esfera Pêndulo

Figura 22: Robô Esfera Pêndulo



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de esferas de isopor com um peso na base. Como o peso do corpo do modelo é pequeno e o peso na base arredondada muito maior, o robô volta sempre a permanecer em pé. Os materiais utilizados foram esferas de isopor, arruela e parafuso de metal, miçangas e arame.

4.3.1.3 Robô Disco de Newton

Figura 23: Robô Disco de Newton



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de um disco de cartolina colorido, que gira acoplado ao eixo de um motor de corrente contínua. O motor está fixado em uma base feita com garrafa pet. Ao girar o círculo, percebe-se que uma nova cor é composta pelas cores pintadas no círculo. A ligação é feita pela junção de fios e a alimentação por uma pilha AA. Os materiais utilizados foram cartolina, lápis de cor, garrafa pet, E.V.A, uma pilha AA, suporte para pilha e motor de corrente contínua.

4.3.1.4 Robô Cilindro - Lata de Alumínio

Figura 24: Robô Cilindro – Lata de Alumínio

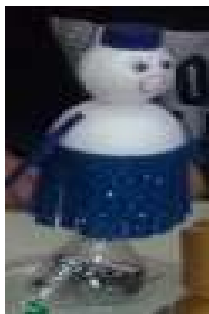


Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de lata de refrigerante, que produz movimentos através da trepidação, gerada por um contrapeso acoplado ao eixo do motor de corrente contínua. Nos olhos foram adaptados LEDs. A ligação é feita através de um interruptor e a alimentação depende do uso de duas pilhas AA. Os materiais utilizados foram lata de refrigerante, interruptor, fios elétricos, suporte para duas pilhas, duas pilhas AA, dois LEDs, fita isolante e motor de corrente contínua.

4.3.1.5 Robô Esfera Giratório

Figura 25: Robô Esfera Giratório



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de esferas de isopor, que giram quando é acionado o motor. Há um peso na base, o que faz o conjunto oscilar em torno de um ponto fixo. A ligação é feita pela junção de fios e a alimentação por uma pilha AA. Os materiais utilizados foram esferas de isopor, garrafa pet, tampa de garrafa, EVA, olhos autocolantes, uma pilha AA, suporte para pilha e motor de corrente contínua.

4.3.1.6 Robô Cubo

Figura 26: Robô Cubo



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de um cubo de papelão, com peças reaproveitadas de brinquedo (carrinho de brinquedo). O robô se movimenta para frente e para o lado, em círculos, através de um motor de corrente contínua acoplado às rodas por uma engrenagem. A ligação é feita pela junção de fios e a alimentação por uma pilha AA.

Na boca do robô, foi adaptado um lápis sextavado, com uma frase em cada face. À medida que é girado, traz informações sobre a figura geométrica “cubo”, além de uma saudação. Os materiais utilizados foram papelão, chassi de carrinho, motor de corrente contínua de 1,5V, suporte de pilhas, pilha AA, arame, lápis e olhos autocolantes.

4.3.1.7 Robô Cubo e Paralelepípedo Grande

Figura 27: Robô Cubo e Paralelepípedo Grande



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de um cubo e um paralelepípedo de papelão, além de peças de brinquedo. O motor e os sólidos geométricos são acomodados em uma grade feita com palitos de picolé. O robô se movimenta para frente devido à ação de uma hélice acoplada ao eixo do motor de corrente contínua. A ligação é feita por um interruptor e a alimentação por duas pilhas AA. Os materiais utilizados foram papelão, chassi de carrinho, motor de corrente contínua de 3V, suporte de pilhas, duas pilhas AA, arame, palitos de picolé e molas.

4.3.1.8 Robô Cubo com Som e Led

Figura 28: Robô Cubo com Som e Led



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de cubos de papelão, com peças reaproveitadas de uma boneca (dispositivo de reprodução sonora) e dois LEDs instalados na posição dos olhos. Ao acionar o interruptor, o robô reproduz uma oração e acende os olhos, conforme a intensidade do som. A ligação é feita por um interruptor e a alimentação pelo uso de duas pilhas. Os materiais utilizados foram papelão, dispositivo de reprodução sonora, LEDs, interruptor, suporte pilha, chave elétrica, duas pilhas AA e motor de corrente contínua.

4.3.1.9 Robô Cone

Figura 29: Robô Cone



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de um cone de papelão, com peças reaproveitadas de brinquedo e base triangular de papelão. O robô se movimenta para frente e para o lado, em círculos, através de um motor de corrente contínua, o qual está acoplado às rodas por uma engrenagem. A ligação é feita pela junção dos fios e a alimentação por uma pilha AA. Os materiais utilizados foram papelão, chassi de carrinho, motor de corrente contínua, suporte de pilhas, uma pilha AA, arame e olhinhos autocolantes.

4.3.1.10 Robô Pirâmide Desenhista

Figura 30: Robô Pirâmide Desenhista



Fonte: a autora (2017).

Robô criado a partir de pirâmides e triângulo de papelão, com adaptação de lápis em sua base. No eixo do Motor de Corrente Contínua é fixado um contrapeso que causa uma trepidação, especificamente quando o motor gira. Devido à trepidação, o robô se movimenta e produz um desenho. A ligação do motor é feita por um interruptor e a alimentação por uma pilha AA. Os materiais utilizados foram papelão, interruptor, suporte de pilha, pilha AA, velcro®, três lápis, papel Contact® e motor de corrente contínua de 1,5V.

A professora apresentou os robôs, chamando atenção para as formas geométricas com as quais eles foram construídos e ensinando os alunos sobre como ligar e desligar os protótipos. Após a explicação, os alunos manusearam os robôs, colocando-os em movimento ligando-os e desligando-os.

Todos os alunos tiveram a experiência de ligar e desligar os protótipos, vendo o funcionamento de cada modelo. Esse momento durou em torno de uma hora e meia. O interesse foi muito grande e os alunos se mostraram motivados a construir seus robôs. Abaixo, são destacados os comentários dos alunos ao manusearem os robôs:

“ Nossa, professora, ele está andando de verdade! ”

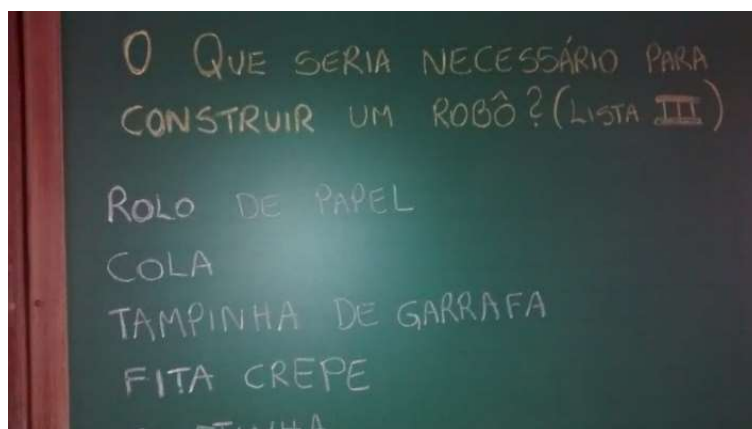
“ Eu adorei, amei! Vamos fazer também professora? ”

“ O que tem nele que faz ele andar? ”

“ Espetacular! ”

Quando se tem interesse pelo assunto que se estuda, o resultado da aprendizagem é melhor. O aluno motivado tem uma atitude mais ativa e empenhada no processo de aprendizagem e, por isso, aprende. A relação entre aprendizagem e motivação é dinâmica, pois é comum o ser humano se interessar por um assunto, se empenhar e começar a aprender. A motivação pode ocorrer durante o processo de aprendizagem (PEREIRA, 2010). Na ocasião, indagou-se se seria possível construir um robô com o que dispúnhamos em sala de aula.

Figura 31: Lista de materiais que os alunos julgaram necessários para montar robôs



Fonte: a autora (2017).

Percebe-se, pelas respostas, que os alunos, após manusearem os robôs, entenderam que seria possível construí-los por meio do uso de materiais básicos, disponíveis e de fácil acesso.

4.3.2 Aplicação do Plano de Aula, conforme Anexo VI.

A turma foi dividida em grupos e cada um recebeu a orientação sobre como deveria construir um robô a partir de sólidos geométricos que tivessem uma forma por grupo, conforme Anexo III. A professora forneceu as planificações desses sólidos, os quais poderiam ser decorados à maneira do grupo. Apesar do grupo ter que trabalhar apenas com um tipo de sólido específico, ele foi oferecido aos alunos em diferentes tamanhos. A professora explicou que, após o término da confecção do robô, ele iria ganhar movimento ao ser fixado em uma base com rodas, motor e pilhas. Nesse momento, o professor, ao utilizar a Robótica como ferramenta pedagógica, posiciona-se como um facilitador da aprendizagem e o aluno como construtor ativo da aprendizagem (RIBEIRO; COUTINHO; COSTA, 2011).

A montagem seguiu etapas, onde se avançou para a próxima após o cumprimento da anterior:

1. Planejamento através de desenho de como seria o robô;
2. Deveria ter uma função;
3. O robô deveria ficar em pé;
4. Preencher ficha técnica.

A ficha técnica, elaborada pelos alunos, definia as características de cada robô: nome do robô e dos construtores, o que ele faz, onde mora, funções, custos, impostos, tempo de garantia.

Figura 32: Modelo de ficha técnica dos robôs que os alunos iriam montar

FICHA TÉCNICA
NOME:
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:
MATERIAIS UTILIZADOS:
O QUE ELE GOSTA DE FAZER:
ONDE MORA:
FUNÇÕES :
CUSTO :
IMPOSTOS :
TEMPO DE GARANTIA:

Fonte: a autora (2017).

O próximo passo foi o planejamento no papel, por cada equipe, de como seria o seu robô. No momento do planejamento, a equipe permaneceu reunida para discutir

sobre os detalhes da construção do robô. O desafio era utilizar os sólidos geométricos específicos, desenhando-os na estrutura do robô no papel, e depois partir para a montagem. Durante o planejamento e a confecção dos robôs, os alunos trabalharam outros conteúdos previstos no currículo escolar, de forma direta e indireta, como mostrado nas tabelas a seguir.

Tabela 4: Conteúdo trabalhado para Matemática

MATEMÁTICA		
SISTEMAS DE NUMERAÇÃO DECIMAL, CONTAGEM E QUANTIDADE	Agrupamentos, Relações entre quantidades.	
	Comparação entre quantidades, grandezas e formas.	
	Classificação, seriação e ordenação.	
	Cálculo mental envolvendo conceitos de metade, terça parte, quarta parte.	
	Resolução de problemas.	
	Sistema monetário	Resolução de problemas que envolvam preços, pagamentos e trocos.
GEOMETRIA	Tridimensionalidade	Noções de posição.
	Noções de direção e sentido	Para frente, para trás, para cima, para baixo.
		Para o lado, para a direita, para a esquerda.
		Meia volta, uma volta, mesmo sentido e sentidos contrários.
	Como os objetos são...	Como são vistos.
		Como são representados (diferentes formatos).
	Representação geométrica de figuras espaciais e planas.	
	Sólidos geométricos (corpos que rolam e corpos que não rolam).	
	Corpos redondos (cone, esfera e cilindro).	
	Poliedros (paralelepípedo, cubo e pirâmides).	
	Observação, exploração e localização do espaço.	
	Elementos dos sólidos geométricos: Vértices; Faces; Arestas.	
	Bidimensionalidade.	Figuras geométricas planas: Quadrado, retângulo, triângulo e círculo.
		Composição e decomposição de figuras planas. Simetria.
		Ampliação e redução de figuras planas.
		Classificação dos triângulos e quadriláteros segundo lados e ângulos.
	Uni dimensionalidade.	Linha reta e curva.
		Interior, exterior e fronteira de uma curva fechada.
		Linhas simples ou não-simples.
		Linhas simples: fechadas e abertas.
		Medidas não padronizadas: (passos, palmos, pés, polegadas, etc.)
GRANDEZAS E MEDIDAS:	Medidas de comprimento	Centímetro.
		Comparação de grandezas.
		Leve, pesado.
	Medidas de Massa	Mais leve e mais pesado.
		Centímetro quadrado - cm ² .
	Medidas de Superfície	Conceito de área (comparação).
		Ângulos.
	Medida Angular.	Ângulo agudo.
		Ângulo reto.

Fonte: a autora (2017).

Tabela 5: Conteúdo para Língua Portuguesa, Ciências, História/Geografia e Artes

LÍNGUA PORTUGUESA		
LINGUAGEM DA INFORMAÇÃO	Comunicação visual / coleta de dados: Coleta e organização de informações simples.	
	Leitura, escrita e interpretação das informações em	Imagens.
		Tabelas simples.
		Gráficos e legendas.
	Elaboração de listas e tabelas.	
PRÁTICA DE ORALIDADE	Descrição de personagens.	
	Troca de informações.	
	Explicação e orientação sobre confecção de objetos.	
	Relato de experiência. Apresentação oral	
PRÁTICA DE LEITURA	Leitura, associação de imagens.	
	Percepção das diferentes funções que a escrita desempenha.	
	Leitura no auxílio da...	Memória e documentação.
		Informação.
Instrução.		
PRÁTICA DE ESCRITA	Produção de textos	Produção de textos coletivos.
		Produção de textos coletivos e individuais.
	Produção de textos dos mais diversos gêneros: listas, instrucionais, etc.	
	Registro de descobertas.	
CIÊNCIAS		
TIPOS DE ENERGIA	Existência do ar, composição, características	Volume (espaço ocupado).
		Pressão (peso do ar).
		Movimento.
	Energia eólica dos ventos	
	Tecnologia e a sociedade de consumo	Desenvolvimento sustentável.
Equilíbrio ecológico.		
HISTÓRIA / GEOGRAFIA		
TEMPO E ESPAÇO	Os brinquedos de ontem e de hoje.	
	Relação de separação: junto, separado.	
	Relação de sucessão: fora, dentro.	
	Ponto de referência: direita, esquerda.	
	Esquema Corporal: Lateralidade (esquerda e direita).	
	Relações espaciais (dentro, fora, em cima, embaixo, entre, perto, longe, ao lado de).	
ARTES		
ELEMENTOS FORMAIS	Linha, forma e cor	Linha reta e curva.
		Cores primárias e secundárias, composição e decomposição de cores.
		Volume e textura.
	Composição Visual	Bidimensional, tridimensional.
	Técnicas de Composição Visual	Desenho, pintura.
Maquetes, protótipos.		
ELEMENTOS ESTRUTURAIS	Corpo	Simetria, assimetria, ponto de apoio. Eixo do corpo/equilíbrio.
	Espaço	Utilização do espaço, direção, movimentos paralelos e opostos.
		Estabilidade, Instabilidade.
		Proporcionalidade, deslocamento e lateralidade.
	Tempo.	Andamentos, sequência. Simultaneidade.
Movimento contínuo, retardado e acelerado.		

Fonte: a autora (2017).

Por isso, pode-se afirmar que a Robótica é interdisciplinar, pois interage com várias disciplinas. Por meio dela, pode-se estudar Matemática, Física, Eletrônica e outras.

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemáticos dos resultados (GOMES; OLIVEIRA; BOTELHO, 2010, p.212).

4.4 Relatos colhidos durante a montagem dos robôs

4.4.1 Robô Pirâmide

Um relato importante foi feito a respeito da montagem desse robô nessa equipe. A equipe de alunos que montou o robô com a pirâmide encontrou dificuldade para deixá-lo em pé. Como uma das premissas propostas pela professora era de que o robô se mantivesse em pé (para poder fixá-lo na base com rodinhas), os alunos, por si mesmos, deveriam encontrar uma forma de atingir esse objetivo.

Após um tempo um aluno da equipe pediu para a professora mais figuras de pirâmides para recortar e montar. A professora perguntou o motivo da equipe querer mais figuras. A resposta foi: “Vamos colocar as pirâmides invertidas para fazer o pé do robô”. Houve clara demonstração de que os alunos saíram da formatação do modelo apresentado e encontraram uma solução para o problema que eles identificaram no próprio projeto.

Ao conseguirem manter o robô pirâmide em pé, observaram que, ao colocá-lo na base com rodas, o robô andava com dificuldade. Em um primeiro momento, a professora e os alunos avaliaram se o robô estava muito pesado e colocaram-no sobre um piso mais liso, de forma a reduzir o atrito. Contudo, apesar do robô ter se movimentado um pouco mais rápido, ele ainda apresentava dificuldades. Os alunos insistiram, ligando e desligando o robô diversas vezes, até que um dos integrantes da equipe veio até a professora e disse: “Professora, acho que o robô não está andando bem porque os parafusos estão soltos na rodinha”. A professora verificou e constatou que o aluno estava certo. Ela substituiu a base e o robô andou sem problemas.

É importante relatar que o aluno que fez essas observações apresenta sérias dificuldades de aprendizagem. Geralmente, ele se mostra alheio nas aulas tradicionais, porém, durante a construção dos robôs, ele se posicionou como líder do grupo e surpreendeu ao montar e descobrir as falhas que impediam o robô de funcionar corretamente. Esse fato confirma a observação de que “outro benefício muito visível com o uso da robótica educacional é o aumento da autoestima do aluno, que sente orgulho ao ver que é capaz de construir um robô e resolver problemas” (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010, p. 30).

Tabela 6: Transcrição da ficha técnica do robô montado com pirâmides

FICHA TÉCNICA
NOME: ESTRELA ROBÓTICA
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: Marcos, Dafny, Julia.
MATERIAIS UTILIZADOS: Papel e motor.
O QUE ELE GOSTA DE FAZER: Ir ao espaço.
ONDE MORA: Na escola.
FUNÇÕES: Brincar.
CUSTO: 1 real
IMPOSTOS: 20 reais.
TEMPO DE GARANTIA: 2 meses.

Fonte: a autora (2017).

4.4.2 Robô Paralelepípedo

A equipe que montou um robô com o paralelepípedo desenvolveu seu projeto com uma altura excessiva, o que fez a professora imaginar que ele não iria se sustentar em pé, sobre a base com rodas. Ao receber esse pré-diagnóstico, a equipe começou a construção de um outro modelo, um tipo de ônibus, agora sem o problema da altura. Mesmo com o andamento da construção do segundo protótipo, resolveu-se fixar o primeiro na base e observou-se que ele se equilibrou de modo satisfatório. Apesar da altura, ganhou movimento.

Nessa situação, a equipe já havia encontrado uma solução para o possível problema e começou a construção de um segundo robô, na tentativa de alcançar o objetivo proposto. Esse fato demonstra que, mesmo expondo o aluno a uma possível frustração (nesse caso, o risco de o protótipo não ganhar sustentação), ele permanece motivado a concluir sua atividade. Sobre isso, para Azevedo, Aglaé e Pitta (2010),

No ambiente de robótica educativa, o aluno é constantemente desafiado a pensar e sistematizar suas ideias, testando suas hipóteses em busca da efetivação da atividade que está sendo desenvolvida, com isso, há um estímulo ao pensamento investigativo e ao raciocínio-lógico do aluno, o que denota a não passividade do mesmo diante da construção de um dado conhecimento (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010, p. 21).

Tabela 7: Transcrição da ficha técnica do robô montado com paralelepípedos

FICHA TÉCNICA
NOME: ALEX GEMES
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: Maria Vitória, Sofia, Rihanna, Brenda, Rafaela, Larissa, Vitória
MATERIAIS UTILIZADOS: 4 paralelepípedos grandes, 2 paralelepípedos pequenos, 1 motor, 1 pilha, Lápis de cor, 1 pedaço de fita.
O QUE ELE GOSTA DE FAZER: Gosta de minerar.
ONDE MORA: Na escola Emilio de Menezes.
FUNÇÕES : Ele anda
CUSTO : 80
IMPOSTOS : 20
TEMPO DE GARANTIA: 2 anos e meio

Fonte: a autora (2017).

4.4.3 Robô Cubo

Após a conclusão da construção do robô usando cubos, a professora questionou à equipe o motivo pelo qual o corpo do projeto ter sido formado por um paralelepípedo e não por um cubo (apesar de ela já ter percebido a verdadeira razão). O aluno respondeu: “Professora, são dois cubos que juntamos e formamos o paralelepípedo...”. Percebe-se, nesse relato, que os alunos fizeram a apropriação do conteúdo da matéria como um todo e encontraram alternativas para o seu ambiente.

Tabela 8: Transcrição da ficha técnica do robô com cubos

FICHA TÉCNICA
NOME: ANIMINONICK
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: Erick, Anderson, Miguel, Tiago Rogério, Kauan, Victor, Tiago Henrique
MATERIAIS UTILIZADOS: Motor, pilha, papel, cópia da planificação dos cubos.
O QUE ELE GOSTA DE FAZER: Gosta de correr e fazer tarefa de casa.
ONDE MORA: Minicrafti
FUNÇÕES : Desenha e corre.
CUSTO : 150,00 reais
IMPOSTOS : 5,00
TEMPO DE GARANTIA: 6 meses

Fonte: a autora (2017).

4.4.4 Robô Cone

Na construção do robô cone, os alunos da equipe planejaram construir um robô farol, associando a forma do robô com o farol de sinalização de navios. Após a conclusão da montagem, o corpo foi fixado à base com rodas. Ao ligar o conjunto, para ganhar movimento, o mesmo ficou girando em um só lugar, provavelmente devido a alguma sujeira em uma das rodas e ao peso bastante pequeno do corpo do robô.

Ao ver o movimento característico, os alunos comentaram: “É mesmo um farol!!”

Tabela 9: Transcrição da ficha técnica do robô com cones

FICHA TÉCNICA
NOME: ROQUETY MARINS
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: João Mateus, Nicolas, Gustavo, Pablo, João.
MATERIAIS UTILIZADOS: Cone, cola, tesoura, lápis de cor.
O QUE ELE GOSTA DE FAZER: Gosta de brincar de pique esconde.
ONDE MORA: Na escola Emílio de Menezes.
FUNÇÕES : Vigiar Ladrões.
CUSTO : 30,00
IMPOSTOS : 5,70
TEMPO DE GARANTIA: 1 ano

Fonte: a autora (2017).

4.4.5 Robô Cilindro

Para a construção do robô com o cilindro, os alunos da equipe fizeram a associação com um cachorro. Segundo seus idealizadores, esse seria “o cachorro do futuro”, “que gosta de comer parafusos e levar alegria para as pessoas”. Ressalta-se, nesse relato, a liberdade de criar e sonhar, despertada nos alunos.

Tabela 10: Transcrição da ficha técnica do robô montado com cilindros

FICHA TÉCNICA
NOME: CACHORRO DO FUTURO
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: Rickson, Mateus, Mariane, Natália, André.
MATERIAIS UTILIZADOS: Folha, cola, lápis de cor e motor.
O QUE ELE GOSTA DE FAZER: Comer parafuso.
ONDE MORA: Na escola.
FUNÇÕES : Levar alegria as pessoas.
CUSTO : 20,00 reais.
IMPOSTOS : 4,00
TEMPO DE GARANTIA: 6 meses.

Fonte: a autora (2017).

4.4.6 Robô Esfera

Robô esfera montado com bolinhas de isopor, o qual ganhou o nome de Boneco de Neve. O nome, segundo as crianças, é por ele gostar de esqui.

Tabela 11: Transcrição da ficha técnica do robô montado com esferas

FICHA TÉCNICA
NOME: BONECO DE NEVE
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS: Tiago, Ana, Antônio, Gustavo
MATERIAIS UTILIZADOS: Esfera, palitos, lã e cola.
O QUE ELE GOSTA DE FAZER: Brincar na neve.
ONDE MORA: No polo norte.
FUNÇÕES : Esqui na neve.
CUSTO : 1.900 reais
IMPOSTOS : 200 reais
TEMPO DE GARANTIA: 1 ano

Fonte: a autora (2017).

4.4.7 Em relação a todas as montagens

A discussão dentro de cada equipe quanto à decisão pelo nome do robô foi acirrada em todos os grupos. Cada componente da equipe queria apresentar diversos nomes, porém, o poder de argumentação foi o que prevaleceu. Com a orientação da professora, cada um que tivesse alguma sugestão deveria dizer e convencer os colegas sobre o porquê da sua sugestão ser melhor do que as outras. Os alunos,

indistintamente, se sentiram prestigiados ao se colocarem como os “Engenheiros responsáveis pela construção do seu robô”.

Outra discussão que movimentou bastante os grupos foi quanto à definição do que o robô gostava de fazer, onde ele iria morar e quais seriam suas funções. A parte de custos e impostos foi orientada pela professora, que aproveitou o momento para trabalhar sobre cálculos, sistema monetário e medidas de tempo.

Terminada a montagem de todos os projetos, cada grupo fez a apresentação de seu robô e da ficha técnica, preenchida com o nome do robô e outros itens. Após a conclusão dessa etapa, os robôs foram fixados em uma base com rodinhas e motor para ganhar movimento. A base contendo rodinhas e motor de corrente contínua, alimentado por uma pilha de 1,5V, foi adquirida pela internet. A base foi fornecida aos alunos já previamente montada, pois a montagem de uma base semelhante a essa, com outros tipos de materiais, foi considerada inviável, já que poderia expor os alunos a alguns riscos por conta do manuseio, como o uso de cola quente, estilete, cola instantânea e outros.

As crianças manipularam as bases antes de fixá-las nos projetos, sendo que a professora explicou a eles como as rodas de tração se movimentavam. Mostrou ainda qual era o dispositivo responsável por entregar energia (a pilha) e qual geraria movimento (motor). Adicionalmente, ela explicou a função dos fios elétricos e a forma como se faz o acionamento do conjunto (a ligação das duas extremidades decapadas dos fios).

Figura 33: Base com rodas, motor e suporte de pilhas, onde foram fixados os robôs



Fonte: a autora (2017).

4.5 Criação e construção de um robô individual

A professora decidiu ainda promover uma oficina adicional para que cada aluno montasse um modelo de robô (não atrelado a algum dispositivo de movimentação), aproveitando o entusiasmo deles pelo assunto. Durante essa atividade, os alunos individualmente podiam criar modelos de robôs com diferentes materiais, misturando e identificando as diversas formas geométricas. Os materiais foram trazidos de casa pelos alunos e pela professora. Eram das mais variadas origens, incluindo rolos de papel, garrafas pet de diferentes formatos, latas, caixas de leite, tampinhas de garrafa, lãs, espirais de encadernação, materiais e equipamentos descartados, entre outros.

Como o tema era livre e o modelo dependia apenas da criatividade e imaginação dos alunos, a troca de ideias foi muito estimulada, com cada um perguntando ao outro sobre como seria o seu projeto. Cada aluno pôde experimentar ser dono do seu projeto, aceitando ou não as sugestões dos colegas e da professora. Claramente, esse sentimento de poder realizar algo próprio proporcionou aos alunos um impulso na autoconfiança de se sentirem capazes de realizar algo.

A declaração da professora, a respeito dessa atividade, evidencia isso:

Esse momento de criação foi mágico! Todos entretidos no seu projeto, e por mais que houvesse movimento intenso na sala, só havia uma única finalidade: explorar os materiais que podiam ser utilizados no seu projeto, no seu robô.

Uns perguntavam: 'O seu robô vai fazer o quê?'. Ouvia-se a resposta: 'O meu vai servir cafezinho'. – Eles já entenderam o conceito do que é um robô! (Professora).

Os alunos perceberam que os robôs são pensados e projetados para auxiliar o ser humano na realização de determinadas tarefas (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010).

Figura 34: Exposição dos robôs montados na oficina de robôs individuais



Fonte: a autora (2017).

Foram construídos 24 robôs com diferentes formatos e finalidades. Os alunos utilizaram aproximadamente quatro horas-aula para finalizar o projeto.

4.6 Envolvimento dos pais nos projetos.

Durante o período em que se realizou este trabalho em sala de aula, os pais também foram envolvidos pelos próprios alunos, quando comentavam sobre as aulas em casa. Esse envolvimento da família se deu por meio do fornecimento de materiais para as aulas e dos incentivos, evidenciados através de comentários verbais, feitos diretamente à professora, além dos comentários escritos nas agendas escolares dos alunos.

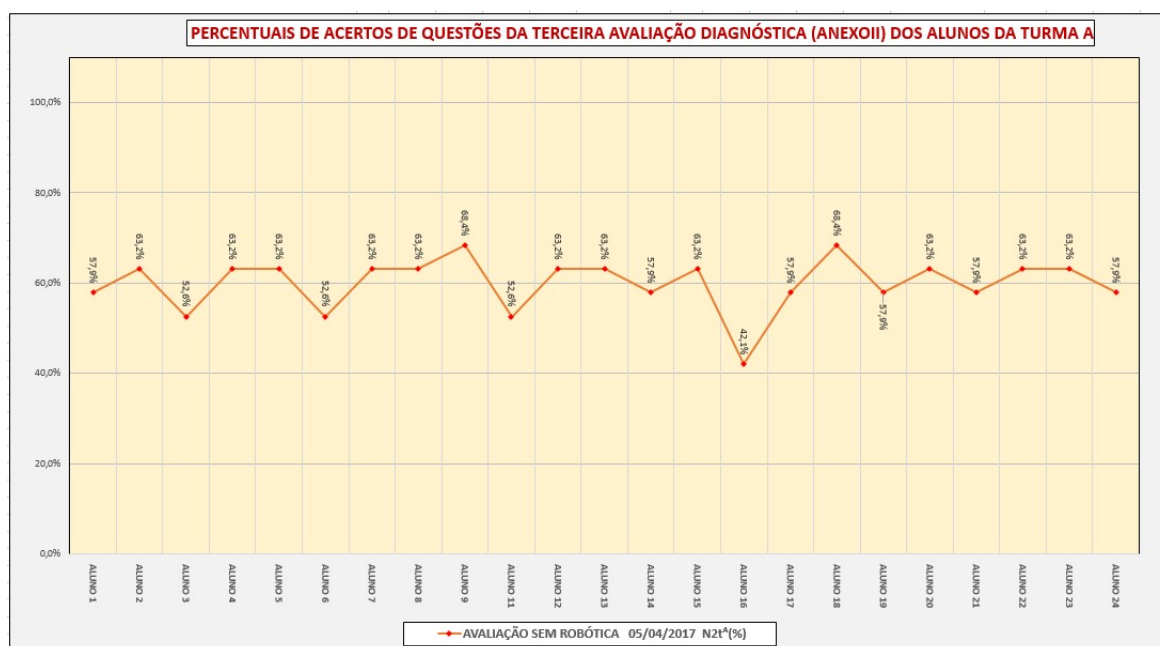
4.7 Aplicação da 3ª Avaliação Diagnóstica nas duas turmas

A terceira avaliação diagnóstica é a avaliação mais importante para este trabalho, pois ela é aplicada após a revisão do conteúdo apresentado em sala de aula. A partir da comparação dos seus resultados, pretende-se demonstrar que o uso da Robótica, como ferramenta pedagógica, traz vantagens para os alunos, sobretudo em termos de melhoria de resultados. Para a Turma A (turma de controle), a revisão foi

feita sem a intervenção da Robótica. Para a Turma B (turma de trabalho), a revisão foi feita com a intervenção da Robótica.

Para a Turma “A”, a professora fez a revisão do conteúdo pelo método tradicional (revisão usando o quadro, cartazes, exposição e exercícios). Posteriormente, a professora aplicou a 3ª Avaliação de acordo com o modelo apresentado no Anexo II.

Figura 35: Notas obtidas na Terceira Avaliação Diagnóstica, Turma A



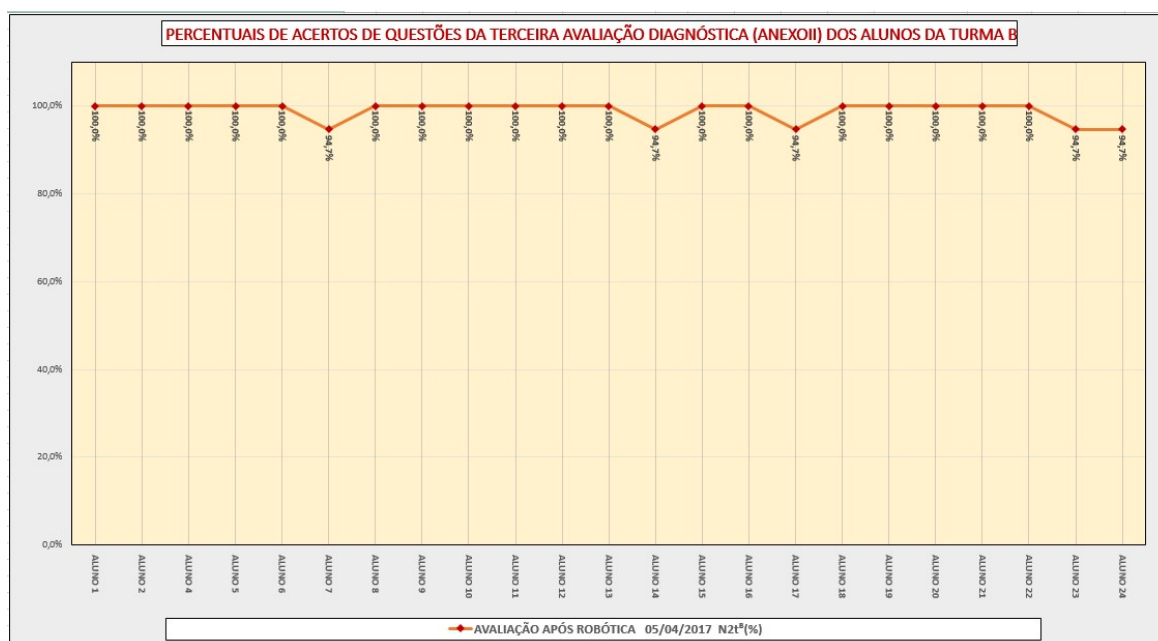
Fonte: a autora (2017).

Para preservar o anonimato, os nomes dos alunos foram substituídos pelas denominações “Aluno 1”, “Aluno 2”, etc., porém, a equivalência do nome do aluno real com o seu nome substituto foi sempre mantida. A intenção foi priorizar a uniformidade do levantamento de resultados.

- Turma B - Plano de Aula, conforme apresentado no Anexo VI (Robótica).

Para a Turma B, a professora fez a revisão usando a Robótica como ferramenta pedagógica, considerando as diversas oficinas realizadas, conforme descrito anteriormente. Após a oficina, aplicou-se a 3ª Avaliação, de acordo com o modelo apresentado no Anexo II.

Figura 36: Notas obtidas na Terceira Avaliação Diagnóstica, Turma B



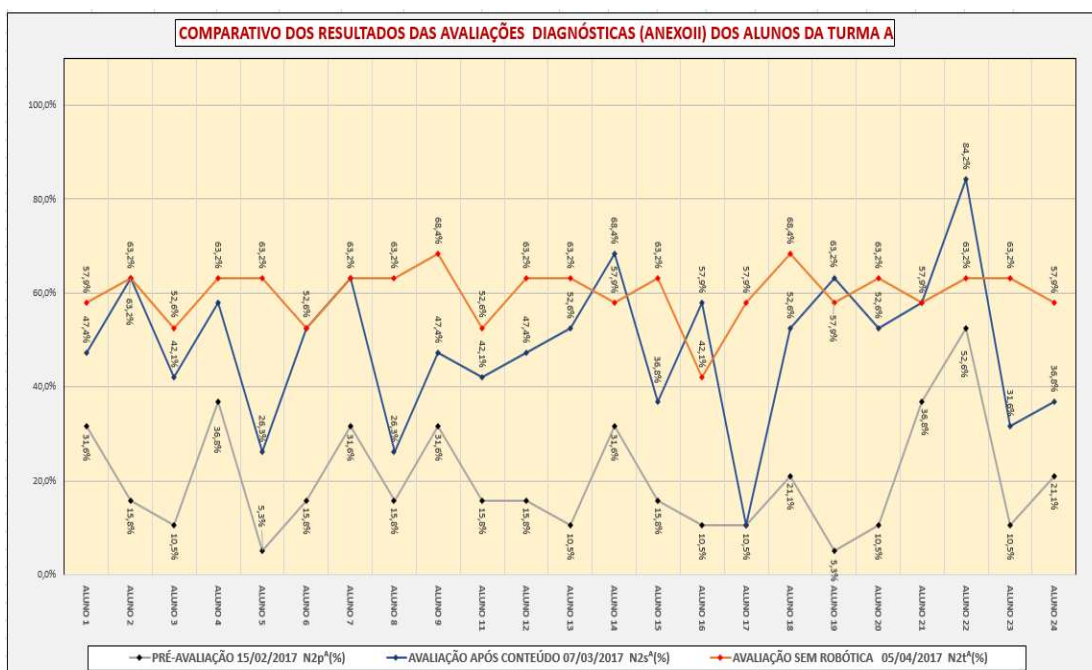
Fonte: a autora (2017).

Para preservar o anonimato, os nomes dos alunos dessa turma também foram substituídos pelas denominações “Aluno 1”, “Aluno 2”, etc., sempre mantida a equivalência do nome do aluno real com o seu nome substituto, de forma a uniformizar o levantamento de resultados.

- Comparação de resultados das três avaliações diagnósticas para as duas Turmas

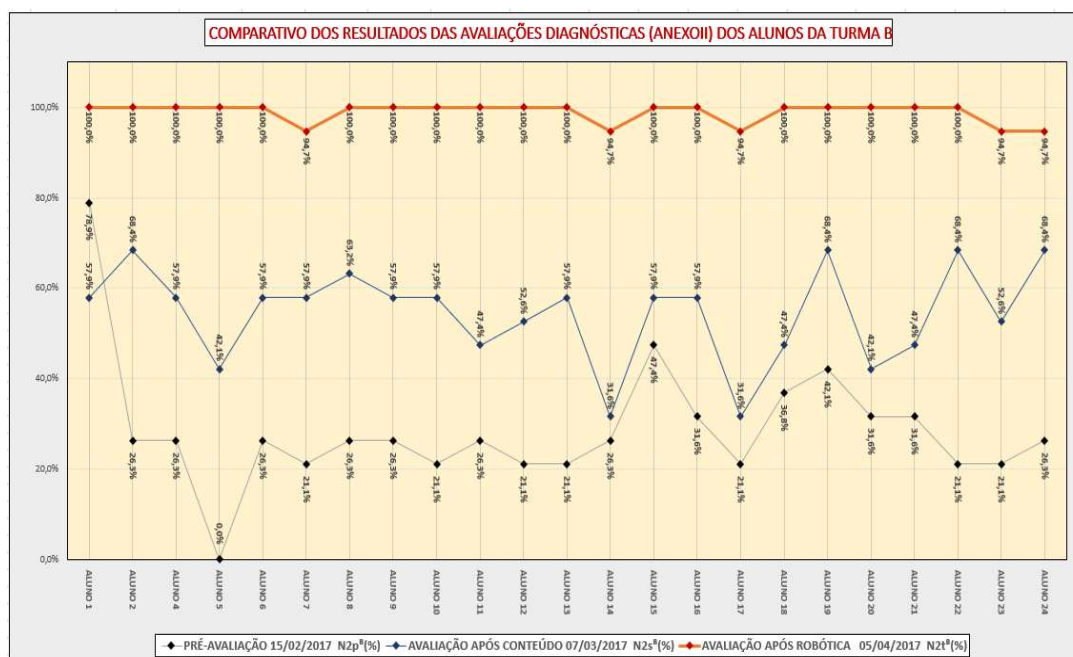
Nos dois gráficos a seguir, visualiza-se a evolução individual de cada aluno nas duas turmas. Indiretamente, é possível estimar a evolução das turmas, como um todo, em cada avaliação. As legendas descrevem as representações das notas obtidas em cada uma das três avaliações.

Figura 37: Notas obtidas pelos alunos da Turma A, nas três avaliações diagnósticas



Fonte: a autora (2017).

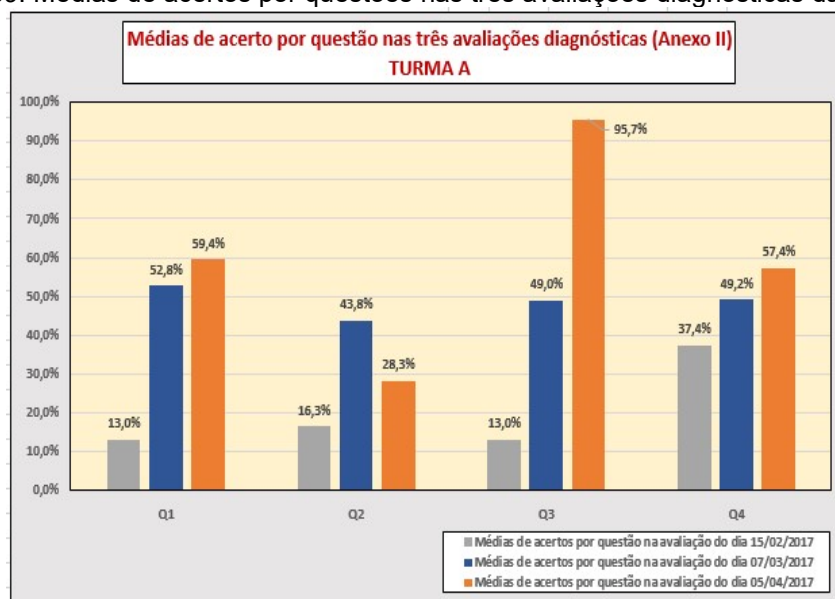
Figura 38: Notas obtidas pelos alunos da Turma B, nas três avaliações diagnósticas



Fonte: a autora (2017).

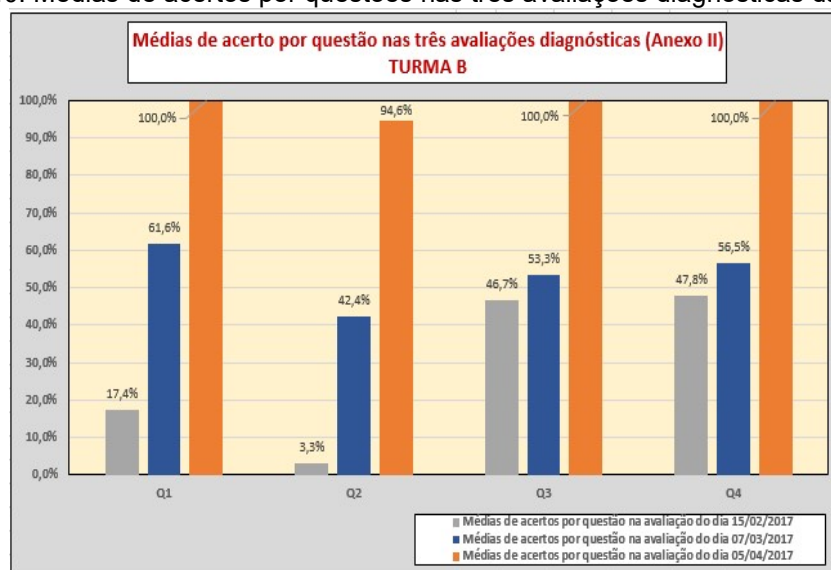
Nos próximos dois gráficos estão representadas as médias de acertos por questão nas avaliações (ver Anexo II). A Avaliação Diagnóstica tinha quatro questões, elaboradas pela professora para avaliar a compreensão dos alunos nos quatro eixos principais do Conteúdo apresentado.

Figura 39: Médias de acertos por questões nas três avaliações diagnósticas da Turma A



Fonte: a autora (2017).

Figura 40: Médias de acertos por questões nas três avaliações diagnósticas da Turma B

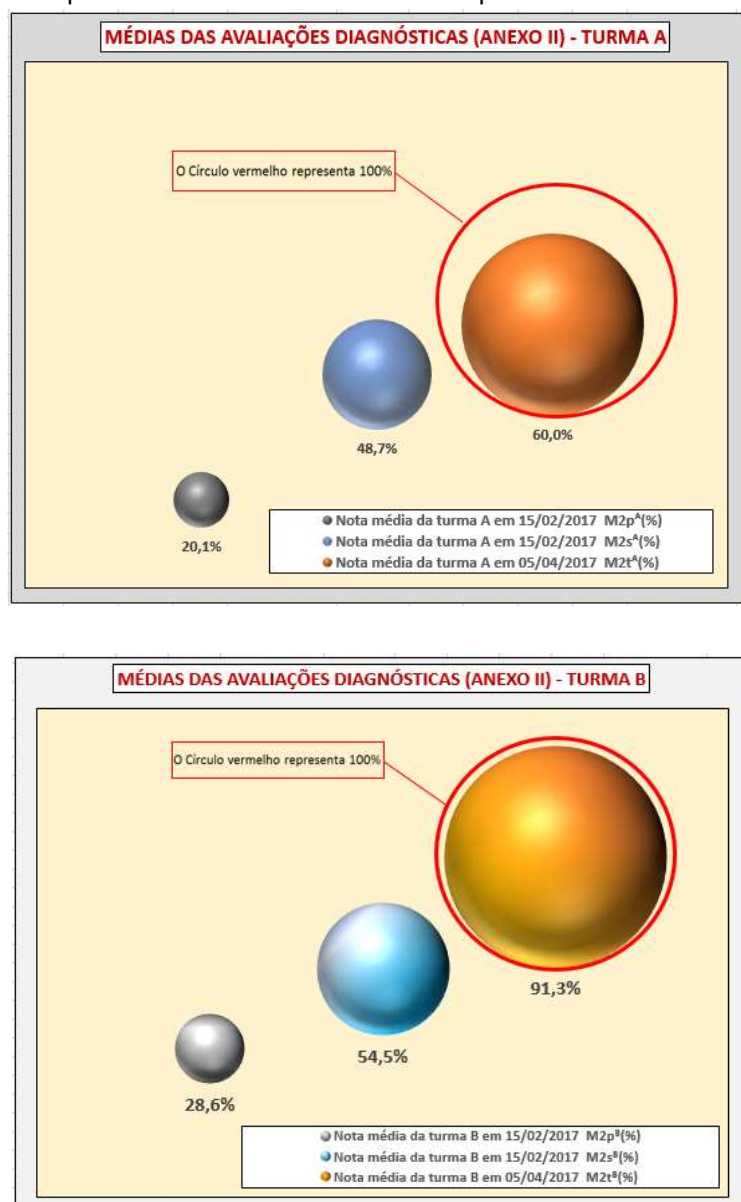


Fonte: a autora (2017).

Constata-se que o percentual do número de acertos por questão teve um crescimento após cada intervenção da professora, mas, com a utilização da Robótica, esse percentual foi muito acentuado, chegando a quase 100% da totalidade.

Os dois gráficos a seguir representam as notas médias das três avaliações, demonstrando a evolução das duas turmas. Incluiu-se um círculo vermelho ao redor da esfera representativa da nota média da terceira avaliação, a qual mostra a proporção da esfera se ela tivesse valor de 100% de acertos, apenas para comparação.

Figura 41: Comparativo das notas médias obtidas pelas duas turmas nas avaliações



Fonte: a autora (2017).

Nesse gráfico, pode-se visualizar o percentual das médias das turmas A e B. Na 1ª, 2ª e 3ª Avaliação, há uma melhora contínua nos resultados alcançados pelos alunos. Destaca-se que nas duas primeiras avaliações, as notas permaneceram proporcionalmente semelhantes, porém, vê-se que a Turma A, na 3ª Avaliação, teve acerto de 60%, e a Turma B, onde houve a intervenção com a Robótica, alcançou 91,3% de acertos.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS.

Considerando os resultados obtidos com a aplicação dos Planos de Aula e a comparação dos resultados entre as turmas que receberam e não receberam a intervenção da Robótica, enquanto ferramenta pedagógica, identificou-se o seguinte problema: “como extrapolar os resultados obtidos para estimar o benefício (ou não) de usar a Robótica como ferramenta pedagógica, em conteúdos apresentados para alunos do Ensino Fundamental?”.

A resposta para a questão, sobre como deduzir os resultados a partir do uso da Robótica, colocando-a como ferramenta pedagógica e aplicada em um universo maior de alunos, foi encontrada no uso de algumas ferramentas de análise estatística. Em outros termos, procura-se “inferir¹⁷” que o resultado esperado para um grupo maior de alunos (por exemplo, ‘todos os alunos de um grupo de escolas que utilizam a Robótica como ferramenta pedagógica’) se efetiva pela observação dos resultados obtidos no grupo pequeno de alunos e que nos foi disponibilizado.

Essa parte do trabalho é baseada nos resultados que os alunos obtiveram em avaliações padronizadas (conforme o Anexo II), aplicadas nas Turmas A e B. Para cada avaliação, individualmente por aluno, atribuímos um valor de nota proporcional ao percentual de acertos (o percentual de acertos foi obtido com a divisão do número de respostas certas, dadas pelos alunos, pelo número total de possibilidades de acerto, obtendo um resultado entre 0 e 100%). A nota foi definida pela multiplicação do valor “10” pelo percentual de acertos obtidos.

As notas obtidas foram tabuladas para cada aluno das Turmas A e B, organizadas de acordo com as avaliações aplicadas da seguinte forma:

- Notas da primeira avaliação - Turmas A e B = Notas obtidas pelos alunos na avaliação anterior à apresentação do conteúdo de Sólidos Geométricos;
- Notas da segunda avaliação - Turmas A e B = Notas dos alunos após a apresentação do conteúdo Sólidos Geométricos - Planejamento de Aula do Anexo V;
- Notas da terceira avaliação - Turma A = Notas obtidas pelos alunos após a revisão do conteúdo de Sólidos Geométricos - Planejamento de Aula do Anexo V;

¹⁷ Inferir: verbo transitivo direto e bitransitivo: deduzir; concluir por inferência ou dedução, partindo de indícios, fatos ou raciocínios: “com esse aparelho é possível inferir a velocidade da chuva”; “o Juiz inferiu a culpa dos réus”. Fonte: <https://www.dicio.com.br>, acesso em 22 mai. 2017.

- Notas da terceira avaliação - Turma B = Notas obtidas pelos alunos após a revisão do conteúdo de Sólidos Geométricos - Planejamento de Aula do Anexo VI (incluindo a Robótica como ferramenta pedagógica).

Todas as três avaliações aplicadas tinham conteúdo idêntico para as duas turmas. Com o *software* Excel, da Microsoft®, usando as notas obtidas para cada uma das avaliações citadas anteriormente, fez-se o levantamento da frequência com que cada nota possível ocorreu em cada situação. Com o agrupamento das frequências de cada nota possível, inseridas em um gráfico de dispersão, o qual tem no eixo das abscissas as notas possíveis e no eixo das ordenadas o percentual de ocorrência de cada frequência, busca-se identificar um padrão de resultados esperados para se fazer a inferência citada no início deste capítulo.

Os comandos do *software* Excel, da Microsoft®, usados foram:

Tabela 12: Comandos do Microsoft Excel® usados neste trabalho.

MÉDIA (num1;[num2];...)	Calcula a média dos valores considerados. Os parâmetros são o grupo de células da planilha que contém as notas de uma determinada avaliação.
DESVPAD.P(num1;[num2];...)	Calcula o desvio padrão dos valores considerados. Os parâmetros são o grupo de células da planilha que contém as notas de uma avaliação.
FREQUÊNCIA (matriz_dados;matriz_bin)	Calcula a frequência de ocorrência de uma determinada faixa de valores de notas. Os parâmetros são o grupo de células que contém as notas de uma avaliação na 'matriz dados' e o grupo de células que contém as faixas de valores de notas na 'matriz_bin'.
DIST.NORM.N (x;média;desvio_padrao;cumulativo)	Calcula os valores da curva normal das notas referentes a uma determinada avaliação. Os parâmetros são um ponto dentro da faixa de valores em que se quer aplicar a Curva de Gauss, a média dos valores considerados, o desvio padrão dos valores considerados e um parâmetro 'cumulativo', dependente do tipo de dados considerados. Neste estudo usou-se o valor 'falso'.

Fonte: a autora (2017).

Maiores detalhes a respeito do uso do *software*, bem como das características de organização de dados em células e do uso individual de cada comando, podem ser obtidos em Microsoft (2017).

Para esse tipo de avaliação de resultados, segundo Bittencourt e Viali (2006), é possível evoluir o estudo usando a Curva Normal, também chamada de Curva de

Gauss-Moivre-Laplace ou simplesmente Curva de Gauss. Vamos analisar alguns pontos relevantes desse tema.

Inicialmente, Silva (2013, p. 42-47) nos auxilia a estabelecer uma terminologia básica e alguns conceitos fundamentais para o uso das ferramentas de análise estatística. São eles:

- Amostragem = Processo de coletar amostras relativas a uma população. No caso deste estudo, a amostragem é a própria atribuição de valores de notas para as avaliações;

- Amostra = É a parte da população que é assumida como representativa para o estudo em questão. Nesse caso, são as turmas de controle e de trabalho, juntas;

- População = Conjunto que forma o objeto de estudo estatístico. Uma população, em estatística, não necessariamente precisa ser formada por pessoas. No caso deste estudo, a população é o conjunto de todos os alunos do 3º Ano de São José dos Pinhais;

- Inferência Estatística = Capacidade de deduzir propriedades de uma população a partir do comportamento de uma amostra dessa população;

- Média Aritmética, Média da Amostra ou simplesmente Média = É o valor numérico obtido pela soma algébrica dos valores das amostras da população, dividido pela quantidade de amostras. Em Estatística, a média é representada pela letra grega μ (lê-se “mí”). A equação que define a média é:

Equação 1: Média aritmética das amostras de uma população

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20643>

Onde: N = Tamanho da população.

x_i = “enésima” amostra da população.

- Desvio padrão = É uma medida que identifica o quanto os dados se afastam da média. Um desvio padrão pequeno significa que os dados estão próximos da média, enquanto que um desvio padrão grande significa que os dados estão afastados

da média. Em Estatística, o Desvio Padrão é representado pela letra grega σ (lê-se “sigma”). A equação que define o Desvio Padrão é:

Equação 2: Desvio padrão das amostras de uma população

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

Fonte: <http://www.acml.com.br/blog/estatistica-1-utilizando-o-desvio-padrao-na-analise-corporativa>

Onde: N = tamanho da população.

x_i = “enésima” amostra da população.

μ = média da população.

Toda vez que se busca transcender os resultados obtidos, tendo em vista a observação do comportamento de uma amostra, referente a uma população, para a sua totalidade, faz-se uso da principal área da Estatística, que é a Estatística Inferencial (BITTENCOURT; VIALI, 2006). Algumas bases da Estatística Inferencial são a Teoria das Probabilidades e partes dos estudos dos matemáticos Moivre (1667-1754), Laplace (1749-1827) e Gauss (1777-1825).

Os resultados dos trabalhos desses matemáticos têm sido ampla e universalmente usados nas mais variadas áreas de conhecimento. Tanto isso é verdade que o estatístico Willian J. Youden (1900-1971) escreveu:

A lei normal do erro [entenda-se a Curva de Gauss] destaca-se na experiência da humanidade como uma das mais amplas generalizações de filosofia natural. Ela serve como guia em pesquisas nas ciências físicas e sociais, na medicina, na agricultura e na engenharia. Ela é uma ferramenta indispensável para a análise e a interpretação dos dados básicos obtidos pela observação e pela experimentação (LOCK, 2017, p. 236).

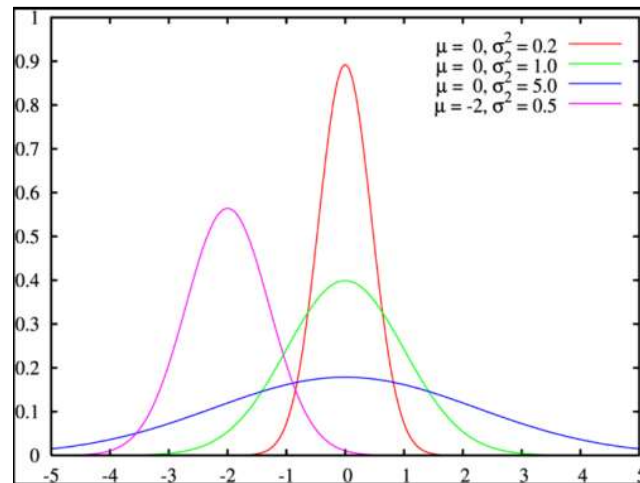
Segundo Marshall Junior et al. (2006, p. 123-129), pode-se afirmar que os fenômenos naturais e os relacionados com os comportamentos sociais tendem a apresentar resultados dentro de uma aproximação da Curva de Gauss, cujo aspecto geral e equação estão representados a seguir (há quatro curvas, com cores diferentes, cada uma com uma combinação diferente dos parâmetros média (μ) e desvio padrão(σ)):

Equação 3: Curva Normal de uma população com média e desvio padrão conhecidos

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad -\infty < x < \infty$$

Fonte: https://www.ime.usp.br/~hbolfar/aula_2013/Aula6-A12012.pdf

Figura 42: Curvas Normais para diversos valores de média e desvio padrão



Fonte:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Distribui%C3%A7%C3%A3o_normal#/media/File:Normal_Distribution_PD_F.svg

Observa-se que os parâmetros ‘média’ e ‘desvio padrão’ dos valores coletados na amostragem determinam o aspecto da Curva de Gauss. Esses parâmetros são obtidos facilmente com o *software* Excel, considerando uma tabela com os valores das amostras obtidas. Logo, saber manipular acertada e adequadamente um conjunto de dados para mostrar os resultados de forma clara e precisa é fator de sucesso em um estudo (KATO, 2012, p. 39).

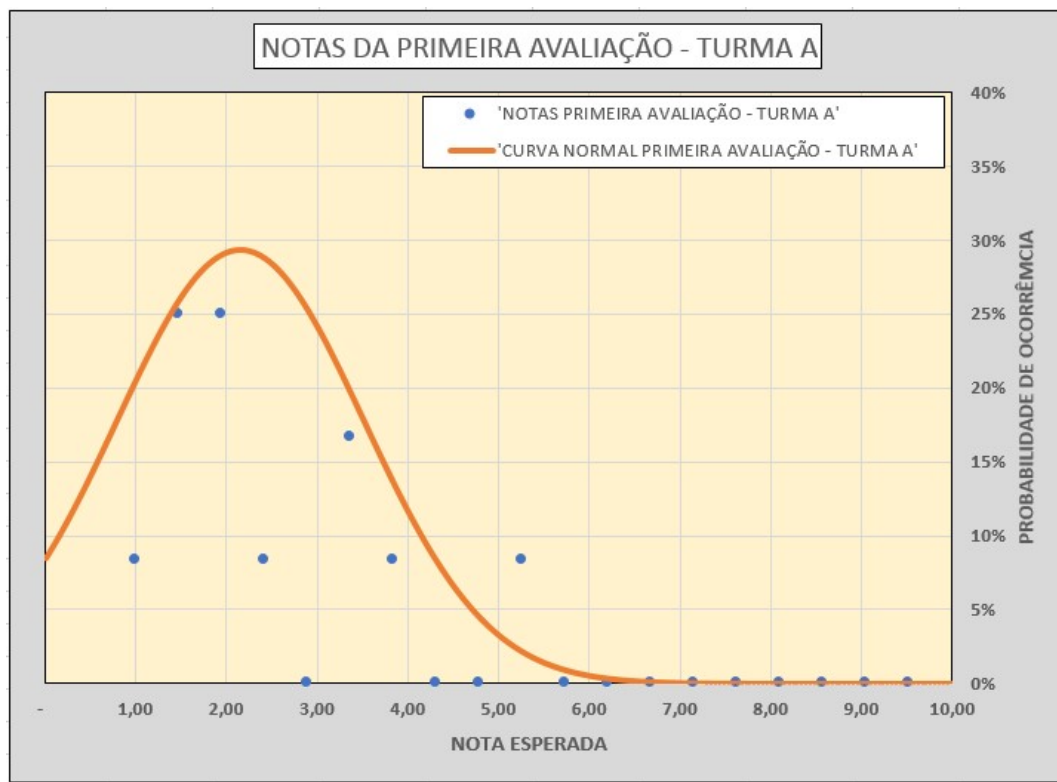
Assim, usando recursos computacionais, fez-se a plotagem, em um mesmo gráfico, dos resultados das frequências das notas (pontos azuis) e das Curvas de Gauss (curvas em laranja), relativas à média e ao desvio padrão, calculados sobre as amostras. Ao lado de cada gráfico, estão anotados os valores de μ (média), σ (desvio padrão) e de outros parâmetros relevantes, identificando as amostras usadas.

De posse dos conceitos citados acima, a partir de agora será feita a análise dos resultados obtidos. Para todos os casos, será apresentado o gráfico correspondente, os parâmetros ao lado e um texto com a análise em torno do resultado obtido.

5.1 Em relação à Turma A – Turma de controle (sem intervenção).

PRIMEIRA AVALIAÇÃO – Aplicada na Turma A antes que os alunos tivessem contato com o conteúdo de Sólidos Geométricos.

Figura 43: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turma A



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 2,15$

Desvio Padrão $\sigma = 1,36$

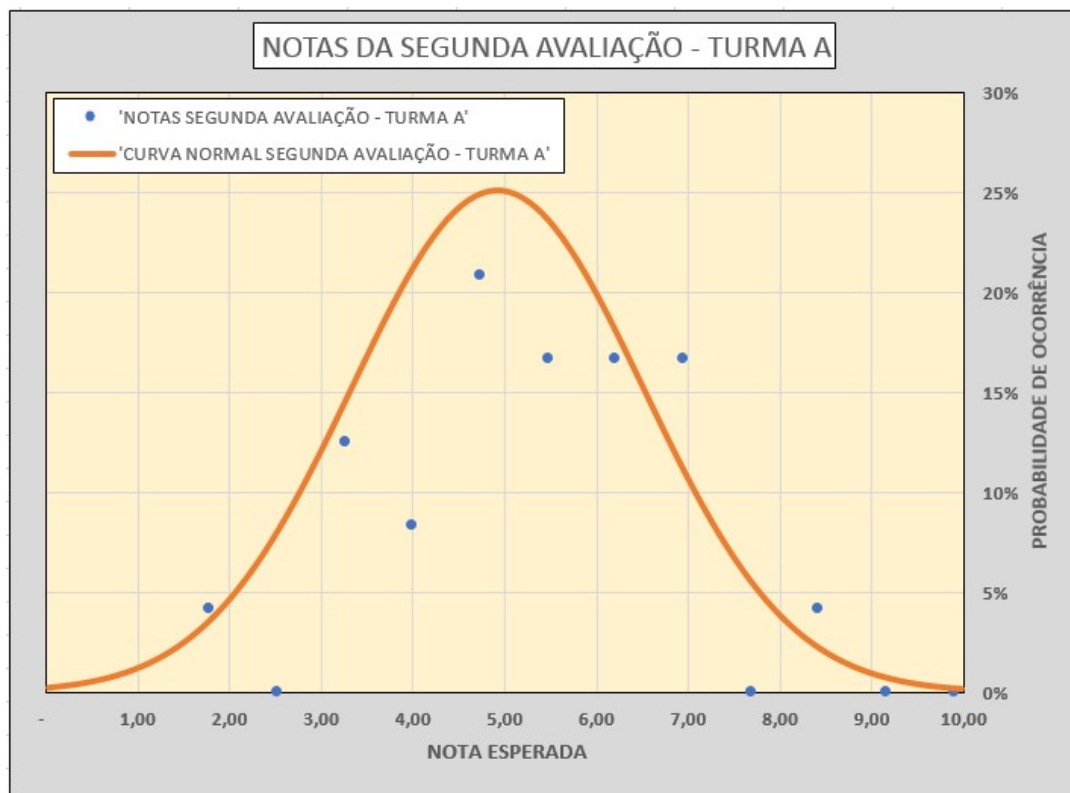
Qtde de amostras $n = 24$

Número de classes $Q = 19$

Observa-se que, conforme esperado, o desempenho da Turma A esteve baixo, com média de notas em 2,16. A Curva de Gauss demonstra que, para as condições dos alunos dessa Turma, a maior expectativa era que as notas se situassem, aproximadamente, entre 1,0 e 3,5. Posteriormente, quando apresentarmos o estudo das notas obtidas pelas duas Turmas nessa situação, irá se constatar que o desempenho continua praticamente igual, confirmando a validade dessa observação inicial.

SEGUNDA AVALIAÇÃO – Aplicada na Turma A logo após os alunos terem contato com o conteúdo de Sólidos Geométricos.

Figura 44: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turma A



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 4,91$

Desvio Padrão $\sigma = 1,59$

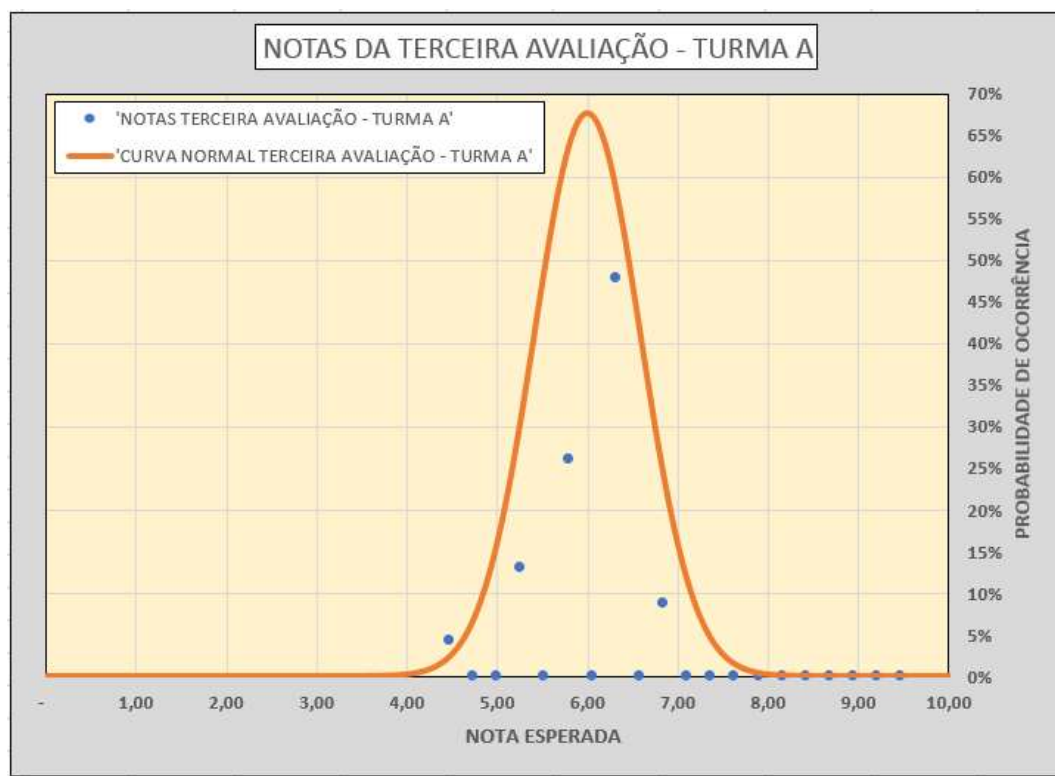
Qtde de amostras $n = 24$

Número de classes $Q = 11$

Nessa situação, observa-se uma melhora no rendimento da Turma, em particular devido à aplicação do conteúdo de Sólidos Geométricos pela professora. Da mesma forma, mais tarde se confirmou que os resultados nas duas turmas foram validados.

TERCEIRA AVALIAÇÃO – Aplicada na Turma A logo após os alunos terem recebido a revisão do conteúdo de Sólidos Geométricos, usando a metodologia tradicional.

Figura 45: Curva de Gauss para Notas da Terceira Avaliação, Turma A



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 6,00$

Desvio Padrão $\sigma = 0,59$

Qtde de amostras $n = 23$

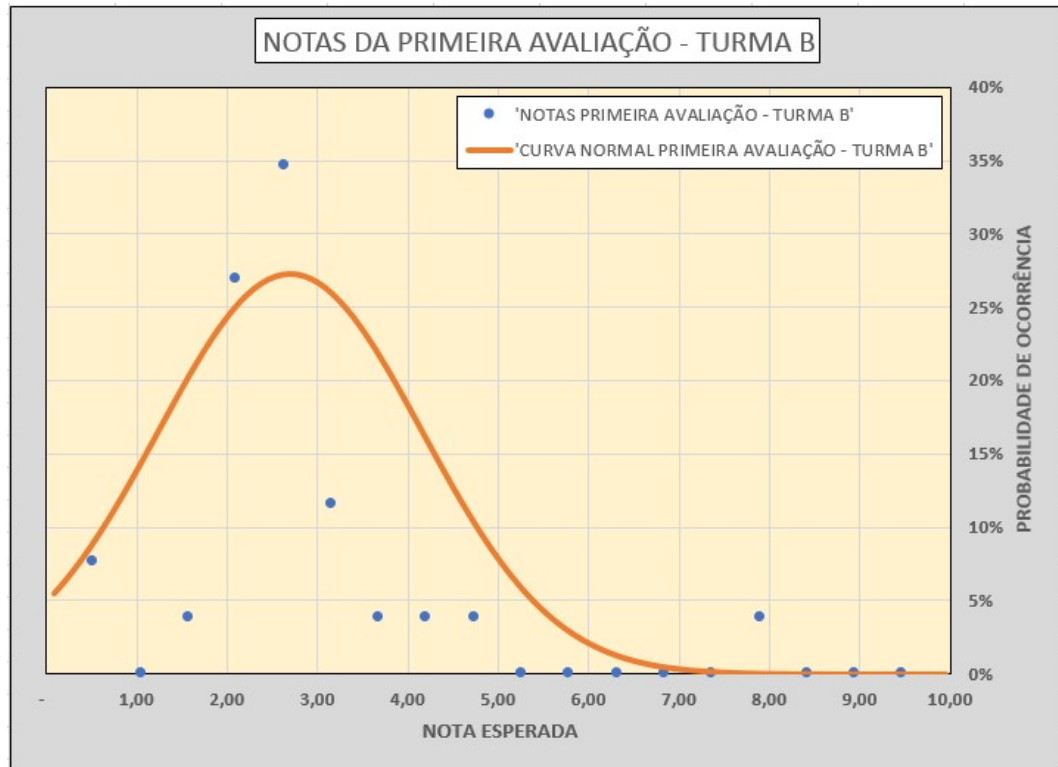
Número de classes $Q = 20$

Essa seria a situação normalmente esperada após a finalização do trabalho da professora, em qualquer conteúdo. Nesse caso, observa-se que a expectativa de melhor aproveitamento dos alunos alcançou a nota 6,0. Outro detalhe interessante é observar que a Curva de Gauss, para esse caso, se apresenta acentuadamente estreita, decorrente do desvio padrão significativamente menor, indicando que o aproveitamento da turma, nessa condição, teria pouca expectativa de melhora, mesmo com o grande esforço de repetição do conteúdo. Observa-se ainda que aproveitamentos com notas superiores a 7,0 (sete) já se tornam, estatisticamente, pouco prováveis.

5.2 Em relação à Turma B – Turma de trabalho (com intervenção).

PRIMEIRA AVALIAÇÃO – Aplicada na Turma B antes que os alunos tivessem contato com o conteúdo de Sólidos Geométricos.

Figura 46: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turma B



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 2,69$

Desvio Padrão $\sigma = 1,46$

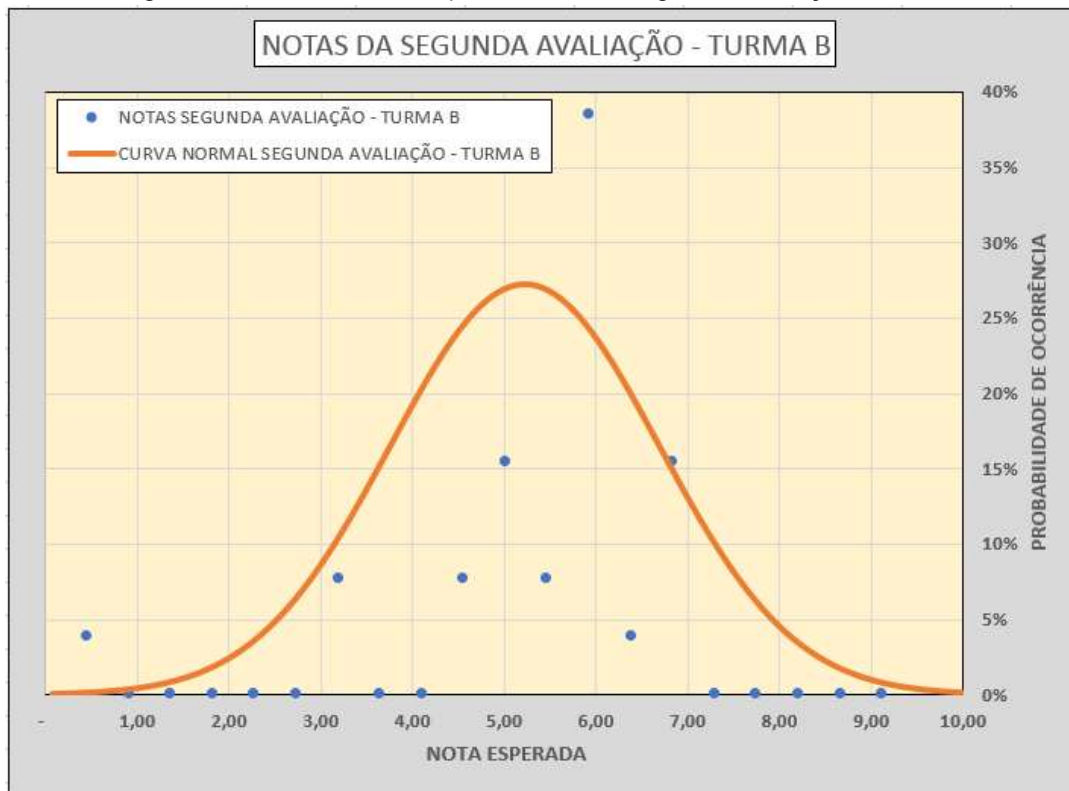
Qtde de amostras $n = 26$

Número de classes $Q = 18$

Nessa situação, vê-se praticamente o mesmo resultado obtido na Turma A, antes da aplicação do conteúdo de Sólidos Geométricos. Esse resultado e a comparação dele com o resultado obtido na Turma A, assim como no conjunto das duas Turmas (o qual será discutido adiante), indicam a obtenção de resultados semelhantes, independente da composição das turmas nessa situação de avaliação.

SEGUNDA AVALIAÇÃO – Aplicada na Turma B após a aplicação do conteúdo de Sólidos Geométricos.

Figura 47: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turma B



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 5,23$

Desvio Padrão $\sigma = 1,47$

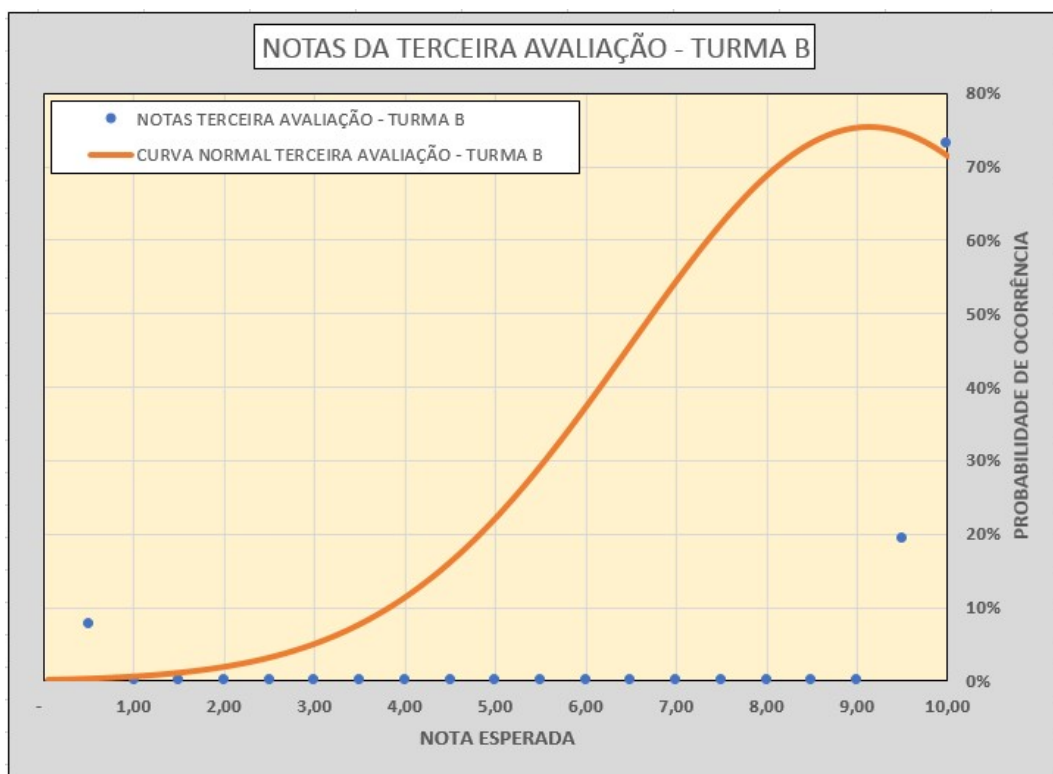
Qtde de amostras $n = 26$

Número de classes $Q = 20$

Nessa situação, observa-se também uma melhora no rendimento da turma, principalmente devido à aplicação do conteúdo de Sólidos Geométricos pela professora. Novamente, o resultado obtido foi nota próxima ao 5,0. Outra vez, a comparação desse resultado com o resultado obtido na Turma A e no conjunto das duas turmas aponta para ser esse o resultado aproximado do que seria obtido em qualquer turma de alunos nas situações semelhantes.

TERCEIRA AVALIAÇÃO – Aplicada na Turma B logo após os alunos terem recebido a revisão do conteúdo de Sólidos Geométricos, usando a Robótica como ferramenta pedagógica.

Figura 48: Curva de Gauss para Notas da Terceira Avaliação, Turma B



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 9,13$

Desvio Padrão $\sigma = 2,64$

Qtde de amostras $n = 26$

Número de classes $Q = 20$

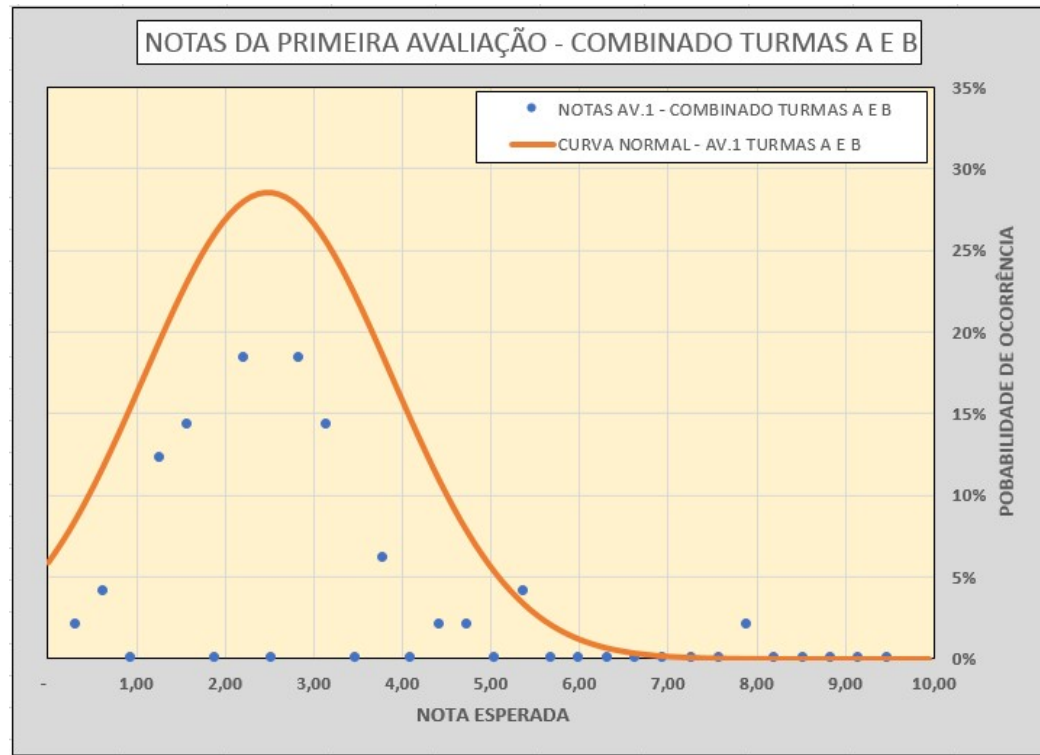
Ao plotarmos a Curva de Gauss resultante da avaliação após a revisão e usando a Robótica com a Turma B, pôde-se identificar o elevado grau de aproveitamento da turma, resultante do interesse despertado nos alunos. Observa-se que a expectativa de rendimento ficou circundante entre 8,0 e 10,0. É visível e evidente a vantagem que se obtém no rendimento da turma quando se usa a Robótica no reforço do conteúdo apresentado em sala de aula.

5.3 Turmas A e B – Primeira e segunda avaliações

Considerando a amostra como sendo todos os alunos das duas turmas.

PRIMEIRA AVALIAÇÃO – Aplicada nas Turmas A e B antes da aplicação do conteúdo de Sólidos Geométricos.

Figura 49: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turmas A e B agrupadas



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 2,48$

Desvio Padrão $\sigma = 1,40$

Qtde de amostras $n = 50$

Número de classes $Q = 29$

A Curva de Gauss para o resultado da primeira avaliação confirma os valores aproximados para esta avaliação, indicando que as probabilidades são grandes para que essa seja a expectativa de rendimento esperada para turmas que ainda não tiveram contato com um determinado conteúdo.

Para que fosse validada a observação empírica, aplicou-se o Teste T de Student, considerando a Hipótese Nula sobre os dois conjuntos de amostragens tomadas, conforme apresentado na Figura 43: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turma A) e na Figura 46: Curva de Gauss para Notas da Primeira Avaliação, Turma B). O resultado obtido foi o seguinte:

Figura 50: Teste T de Student, para as duas Primeiras Avaliações, Turmas A e B

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes					
ERRO PRESUMIDO NA AVALIAÇÃO			0,05	α	
	NOTAS AV1 A	NOTAS AV1 B			
Média	2,1491	μ_1	2,6923	μ_2	
Variância	1,8527	σ_1	2,1347	σ_2	
Observações	24	n_1	26	n_2	

Variância agrupada	1,9996	σ_t
Hipótese da diferença de média	0,0000	H
Grau de liberdade	48	gl
Stat t	-1,3570	S

P(T<=t) uni-caudal	0,0906	Pu
t crítico uni-caudal	1,6772	TCu
P(T<=t) bi-caudal	0,1811	Pb
t crítico bi-caudal	2,0106	TCb

RESULTADOS	
HIPÓTESE NULA QUE ESTÁ SENDO TESTADA: As notas médias obtidas na primeira avaliação da Turma A são iguais às notas médias obtidas na primeira avaliação da Turma B.	
PRIMEIRO TESTE	
Pelo Grau de Significância uni-caudal	
Verificar se P(T<=t) uni-caudal > Erro presumido	OK
TESTAR { Pu > α } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	
SEGUNDO TESTE	
Avaliando se o erro está dentro da faixa uni-caudal aceitável	
Verificar se t crítico uni-caudal > Stat t	OK
TESTAR { TCu > S } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	
TERCEIRO TESTE	
Pelo Grau de Significância bi-caudal	
Verificar se P(T<=t) bi-caudal > Erro presumido	OK
TESTAR { Pb > α } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	
QUARTO TESTE	
Avaliando se o erro está dentro da faixa bi-caudal aceitável	
Verificar se t crítico bi-caudal > MÓDULO(Stat t)	OK
TESTAR { TCb > S } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	

HIPÓTESE ALTERNATIVA: As notas médias obtidas na primeira avaliação da Turma A são diferentes das notas médias obtidas na primeira avaliação da Turma B.

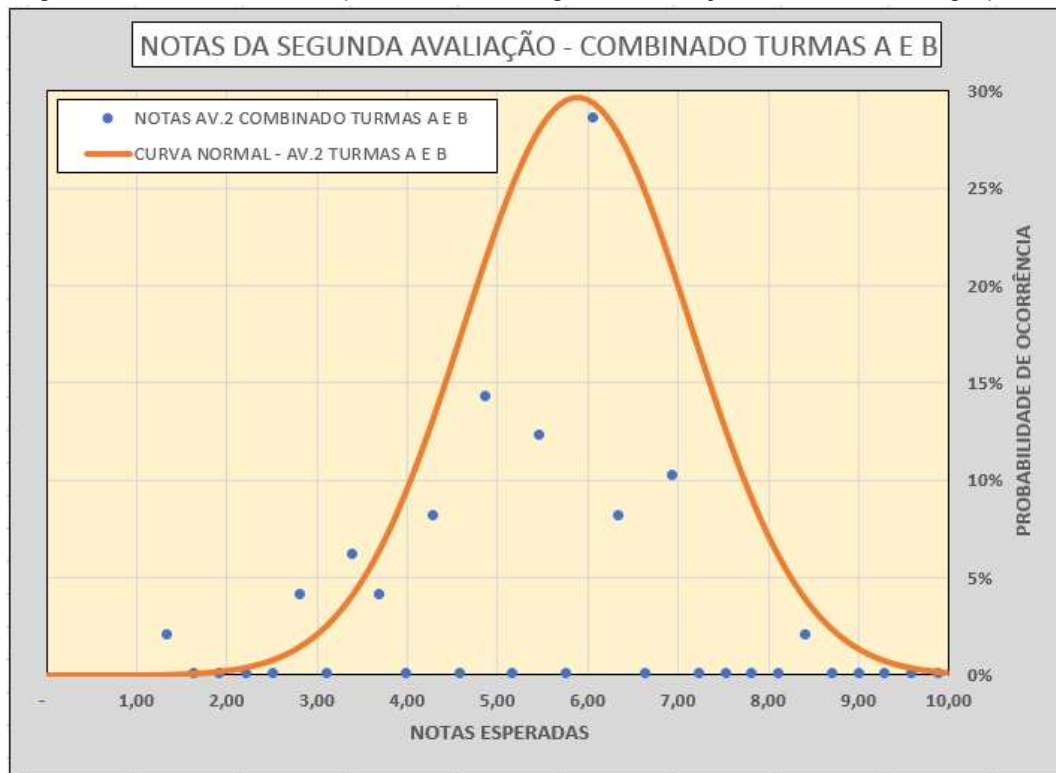
Fonte: a autora (2017).

Usando os valores de média, variância e número de medições nas amostras dos dois grupos e um erro presumido α , o Excel® da Microsoft foi usado para fazer os cálculos dos termos σ_t , H, gl, S, Pu, TCu, Pb e TCb, incluídos na tabela acima. Nesse mesmo *software*, preparou-se um programa que faz automaticamente as devidas comparações de valores para executar os quatro testes de pertinência da Hipótese Nula: Grau de significância uni-caudal ($P_u > \alpha$); Erro dentro da faixa aceitável uni-caudal ($TC_u > S$); Grau de significância bicaudal ($P_b > \alpha$); e, Erro dentro da faixa aceitável bicaudal ($TC_b > |S|$). Caso o resultado de um deles não fosse válido, desconsideraríamos a Hipótese Nula e consideraríamos como válida a Hipótese Alternativa.

Para esse caso, a Hipótese Nula é válida, indicando que tanto a Turma A quanto a Turma B pertencem a uma mesma população para a situação de aplicação da avaliação antes da apresentação do conteúdo de Sólidos Geométricos.

SEGUNDA AVALIAÇÃO – Aplicada nas Turmas A e B logo após a aplicação do conteúdo de Sólidos Geométricos.

Figura 51: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turmas A e B agrupadas



Fonte: a autora (2017).

Média Aritmética $\mu = 5,18$

Desvio Padrão $\sigma = 1,34$

Qtde de amostras $n = 50$

Número de classes $Q = 29$

A Curva de Gauss para o resultado agrupado da segunda avaliação também confirma os valores aproximados, indicando, da mesma forma, que as probabilidades são grandes de que essa seja a expectativa de rendimento esperada para turmas que tiveram contato com um determinado conteúdo pelo método tradicional. Por extrapolação e dedução, pode-se estimar que o resultado, após uma revisão tradicional, também levará para um rendimento aproximado de 6,0.

A validação dessa outra observação empírica também foi feita com a aplicação do Teste T de Student, considerando a Hipótese Nula sobre os dois conjuntos de amostragens, tomadas na Figura 44: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turma A) e na Figura 47: Curva de Gauss para Notas da Segunda Avaliação, Turma B). O resultado obtido foi o seguinte:

Figura 52: Teste T de Student, para as duas Segundas Avaliações, Turmas A e B

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes				
ERRO PRESUMIDO NA AVALIAÇÃO			0,05	α
	NOTAS AV2 A	NOTAS AV2 B		
Média	4,9123	μ_1	5,2227	μ_2
Variância	2,5212	σ_1	2,1479	σ_2
Observações	24	n_1	26	n_2

Variância agrupada	2,3268	σ_t
Hipótese da diferença de média	0,0000	H
Grau de liberdade	48	gl
Stat t	-0,7189	S

P(T<=t) uni-caudal	0,2379	Pu
t crítico uni-caudal	1,6772	TCu
P(T<=t) bi-caudal	0,4757	Pb
t crítico bi-caudal	2,0106	Tcb

RESULTADOS	
HIPÓTESE NULA QUE ESTÁ SENDO TESTADA: As notas médias obtidas na segunda avaliação da Turma A são iguais às notas médias obtidas na segunda avaliação da Turma B.	
PRIMEIRO TESTE	
Pelo Grau de Significância uni-caudal Verificar se P(T<=t) uni-caudal > Erro presumido TESTAR { Pu > α } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	OK
SEGUNDO TESTE	
Verificando se o erro está dentro da faixa uni-caudal aceitável Verificar se t crítico uni-caudal > Stat t TESTAR { TCu > S } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	OK
TERCEIRO TESTE	
Pelo Grau de Significância bi-caudal Verificar se P(T<=t) bi-caudal > Erro presumido TESTAR { Pb > α } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	OK
QUARTO TESTE	
Verificando se o erro está dentro da faixa bi-caudal aceitável Verificar se t crítico bi-caudal > MÓDULO(Stat t) TESTAR { Tcb > S } ? ==> { Sim } = OK; { Não } = NOK.	OK

HIPÓTESE ALTERNATIVA: As notas médias obtidas na segunda avaliação da Turma A são diferentes das notas médias obtidas na segunda avaliação da Turma B.

Fonte: a autora (2017).

Novamente, usamos os mesmos recursos do Excel® da Microsoft para gerar os valores e fazer os quatro testes de pertinência da Hipótese Nula. Para os valores obtidos pelos alunos, também tivemos um resultado válido para os quatro testes, validando a Hipótese Nula, indicando que tanto a Turma A quanto a Turma B pertencem a uma mesma população para a situação de aplicação da avaliação após a apresentação do conteúdo de Sólidos Geométricos.

TERCEIRA AVALIAÇÃO – Aplicada nas Turmas A e B logo após a revisão do conteúdo de Sólidos Geométricos, sendo que a Turma A recebeu a revisão pelo método usual e a Turma B recebeu a revisão com o uso da Robótica, esta como ferramenta pedagógica.

Devido à clara diferença entre as duas Curvas de Gauss para esses resultados, fez-se diretamente a aplicação do Teste T de Student, considerando a Hipótese Nula sobre os dois conjuntos de amostragens tomadas na Figura 45: Curva de Gauss para Notas da Terceira Avaliação, Turma A) e na

Figura 48: Curva de Gauss para Notas da Terceira Avaliação, Turma B). O resultado obtido foi o seguinte:

Figura 53: Teste T de Student, para as duas Terceiras Avaliações, Turmas A e B

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes				
ERRO PRESUMIDO NA AVALIAÇÃO			0,05	α
	NOTAS AV3 A		NOTAS AV3 B	
Média	5,9954	μ_1	9,1303	μ_2
Variância	0,3460	σ_1	7,2528	σ_2
Observações	23	n_1	26	n_2

Variância agrupada	4,0198	σ_t
Hipótese da diferença de média	0,0000	H
Grau de liberdade	47	gl
Stat t	-5,4623	S

P(T<=t) uni-caudal	0,0000	Pu
t crítico uni-caudal	1,6779	TCu
P(T<=t) bi-caudal	0,0000	Pb
t crítico bi-caudal	2,0117	TCb

RESULTADOS		
HIPÓTESE NULA QUE ESTÁ SENDO TESTADA: As notas médias obtidas na terceira avaliação da Turma A são iguais às notas médias obtidas na terceira avaliação da Turma B.		
PRIMEIRO TESTE		
Pelo Grau de Significância uni-caudal		
Verificar se P(T<=t) uni-caudal > Erro presumido		NOK
TESTAR { Pu > α } ? => { Sim } = OK; { Não } = NOK.		
SEGUNDO TESTE		
Avaliando se o erro está dentro da faixa uni-caudal aceitável		
Verificar se t crítico uni-caudal > Stat t		OK
TESTAR { TCu > S } ? => { Sim } = OK; { Não } = NOK.		
TERCEIRO TESTE		
Pelo Grau de Significância bi-caudal		
Verificar se P(T<=t) bi-caudal > Erro presumido		NOK
TESTAR { Pb > α } ? => { Sim } = OK; { Não } = NOK.		
QUARTO TESTE		
Avaliando se o erro está dentro da faixa bi-caudal aceitável		
Verificar se t crítico bi-caudal > MÓDULO(Stat t)		NOK
TESTAR { TCb > S } ? => { Sim } = OK; { Não } = NOK.		
HIPÓTESE ALTERNATIVA: As notas médias obtidas na terceira avaliação da Turma A são diferentes das notas médias obtidas na terceira avaliação da Turma B.		

Fonte: a autora (2017).

A Hipótese Nula não é válida, sendo, por consequência, admitida a Hipótese Alternativa, indicando que as Turmas A e B não pertencem mais à mesma população para a situação de aplicação da avaliação após a revisão do conteúdo, tendo em vista o uso da Robótica em uma delas. Assim, se considerarmos o histórico mostrado pelos três resultados dos Testes T de Student (figuras 50, 52 e 53), pode-se afirmar que a população dos alunos, aproveitada nesses estudos, apresentou desempenho similar nas duas primeiras avaliações, porém, um fator diferencial foi introduzido na terceira avaliação. O fator incluído foi o uso da Robótica, enquanto ferramenta pedagógica utilizada na Turma B, o que causou a diferenciação desses alunos em relação à população original.

6 CONCLUSÕES

Por maior contato que tenham com a tecnologia atual, na maioria dos casos, os alunos são meros usuários passivos, onde sua participação se limita a apertar um botão de liga e desliga, entrar em um aplicativo e desenvolver uma atividade repetitiva. Dessa maneira, seu relacionamento com a tecnologia é de expectador, um relacionamento superficial como jogador de um *game*. Mas, com a aplicação de ideias relacionadas à Robótica Educacional, ele pode desenvolver algo, compreender dentro do sistema como se dá um movimento. Ao “colocar a mão na massa”, ele percebe como se usam motores, ligações de fios, chaves, etc., em um robô. Quando, de alguma forma, ele é o autor do movimento do seu modelo, isso o motiva a querer saber e a criar.

Usar a Robótica propicia ao aluno o desafio de encontrar soluções para as atividades propostas, estimula a criatividade, a imaginação, a resolução de conflitos internos e externos, a resposta para o enfrentamento de problemas. Ao mesmo tempo é motivadora, pois é uma ferramenta de interesse, onde se pode mexer e entender o que se passa na conexão de fios. Pode-se constatar o efeito quando se liga ou não fios conectados a um motor.

Ao longo do desenvolvimento das atividades desta pesquisa, fez-se o planejamento de meios para avaliar o resultado da intervenção com Robótica, buscando eliminar qualquer interferência tendenciosa nessas avaliações. Assim, formas de eliminação de eventuais vícios nos resultados foram usadas, tais como: a mesma professora apresentou as aulas do conteúdo nas duas turmas, o mesmo planejamento de aula serviu para as duas turmas, aplicou-se as mesmas avaliações nas duas turmas e em três momentos: avaliação de diagnóstico de pré-requisitos, avaliação intermediária e avaliação final, etc.

Para a realização das atividades com os alunos, foram construídos anteriormente robôs com materiais recicláveis e reutilizáveis (caixas de suco, remédios e outros), evidenciando as diversas formas geométricas. Na turma de trabalho foram apresentados os robôs construídos anteriormente, quando os alunos manipularam esses robôs, tendo contato com as formas. Depois, foram desenvolvidas oficinas para a montagem de robôs pelos alunos, usando as formas geométricas

aprendidas. Em seguida, os alunos montaram individualmente seus robôs com materiais recicláveis e reutilizáveis.

Com relação ao suporte quantitativo a esta pesquisa, foi adotada a estatística inferencial para auxiliar na análise dos dados, sendo evidenciada uma distribuição gaussiana das notas das amostras com variâncias equivalentes e utilizando-se o teste de hipótese paramétrico T de Student. A hipótese nula foi definida pela similaridade das distribuições normais das notas médias obtidas entre as turmas.

Assim, o teste de hipótese foi utilizado em três momentos: i) na avaliação inicial, onde se validou a hipótese nula, demonstrando que as turmas estavam no mesmo nível de conhecimento antes da intervenção; ii) na avaliação intermediária, relativa à revisão dos conteúdos, quando houve também a validação da hipótese nula; e iii) na avaliação final, onde a hipótese nula foi invalidada, evidenciando-se, portanto, a diferença nas notas médias das turmas pelo efeito da intervenção da Robótica. Os resultados apontaram que o aprendizado do conteúdo de Geometria obteve um avanço na nota média de 60,0% na medição sem intervenção, e 91,3% com a intervenção da Robótica.

Em relação às avaliações aplicadas, constatou-se, através dos resultados obtidos e plotados nos gráficos apresentados, a eficiência da Robótica como ferramenta pedagógica. Essa eficiência está comprovada por meio de um significativo ganho nos valores tangíveis, em termos de melhora na performance de aprendizagem, destacada pela diferença dos valores de notas das avaliações.

Ao comparar os valores obtidos, observa-se que a turma que teve a intervenção da Robótica apresentou, em termos de nota média, um desempenho de 52,2% melhor do que a turma em que se aplicou o conteúdo de forma convencional (variação da nota média de 6,00 para 9,13 nas turmas sem e com intervenção, respectivamente). Uma das possíveis justificativas para tal avanço pode ser a aprendizagem significativa, segundo a teoria de Ausubel (apud MOREIRA, 2006), pois o material utilizado (robô) foi potencialmente significativo para o aluno.

Conclui-se também, usando as ferramentas de estatística inferencial, que os resultados obtidos na turma de trabalho (a amostra) podem ser extrapolados para toda a população estudada, o que reforça ainda mais a convicção de que a Robótica é uma ferramenta pedagógica de elevado valor e aplicabilidade. Em contrapartida, há outros fatores intangíveis, os quais não podem ser mensurados ou plotados em gráficos, tais

como o entusiasmo, a alegria, o envolvimento, o compartilhar com os amigos de equipe, a imaginação a criatividade, o sentimento de pertença ao ser o criador do seu protótipo, o desenvolvimento motor, a tentativa de acertar, o não desistir para ver seu projeto pronto.

Esses fatores intangíveis puderam ser estimados a partir da observação das turmas, dos relatos da professora que aplicou os conteúdos e da observação do comportamento dos alunos envolvidos com o uso da Robótica, como, por exemplo, durante a execução das oficinas, o que justifica a abordagem qualitativa da pesquisa. Além disso, a própria professora demonstrou maior entusiasmo ao usar esse tipo de ferramenta, o que aponta para uma área adicional a ser investigada: a motivação dos profissionais de ensino. Estes, ao se envolverem com os recursos pedagógicos, dão vida nova ao dia a dia da sala de aula.

A proposta, conforme apresentada neste estudo, articulada com o currículo escolar, não se torna uma imposição ao professor, mas sim uma alternativa inovadora para o cumprimento do currículo escolar.

Em relação às limitações deste estudo, a principal barreira foi a falta de disseminação das inúmeras possibilidades de trabalhar a Robótica como ferramenta pedagógica auxiliar, na aplicação dos conteúdos do currículo escolar. Baseado nessa constatação, em longo prazo, pode-se afirmar que a aplicação sistemática da Robótica, enquanto ferramenta pedagógica, pode contribuir para que os resultados em Matemática sejam melhorados. Como consequência, os objetivos definidos para o IDEB também são mantidos e, até mesmo, superados.

Neste estudo, fez-se a aplicação no conteúdo de Geometria, mas, com as devidas adaptações, pode-se estender o uso da Robótica Pedagógica para outras áreas do conhecimento, além da Matemática.

Por fim, a partir dos resultados favoráveis obtidos, abrem-se perspectivas para a extensão do estudo, quando se pode utilizar a Robótica como ferramenta pedagógica.

7 REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. **Aprender com robots**. [s.l.]: Universidade de Lisboa, 2009.

ABREU, M. A. V. **A matemática no ensino fundamental**. Disponível em: <<http://www.zemoleza.com.br/trabalho-academico/sociais-aplicadas/pedagogia/a-matematica-no-ensino-fundamental/>>. Acesso em: 25 set. 2016.

ALMEIDA, C. M. DOS S. **A importância da aprendizagem da robótica no desenvolvimento do pensamento computacional**: um estudo com alunos do 4º ano. [s.l.]: Universidade de Lisboa, 2015.

ARDUINO COMMUNITY. **What is Arduino?** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

AZEVEDO, S.; AGLAÉ, A.; PITTA, R. **Minicurso**: Introdução à Robótica Educacional. 2010. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>. Acesso em: 29 out. 2016.

BARROS, C. S. G. **Pontos de Psicologia Escolar**. São Paulo: Editora Ática, 2000.

BITTENCOURT, H. R.; VIALI, L. **Contribuições para o ensino da distribuição normal ou Curva de Gauss em cursos de graduação** Hélio Radke Bittencourt. Águas de Lindóia: SIPEM - PUCRS, 2006.

BORGES, I. A. **Educação e Personalidade**: A dimensão sócio-histórica da educação cristã. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2016.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file> Acesso em: 28 mai. 2016.

COLE, M. et al. **A formação social da mente - L. S. Vygotski**. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda., 1991.

DENNETT, D. C. **Tipos de Mentes**. Rio de Janeiro: Editora Rocco Ltda., 1997.

FAGUNDES, L. D. C.; SATO, L. S.; MAÇADA, D. L. **Aprendizes do Futuro**: As Inovações começaram! São Paulo: Estação Palavra, 1999.

FERNANDES, E. **Estudo Foca Alunos com Fraco Desempenho em Matemática**. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/2656/estudo-foca-alunos-com-fraco-desempenho-emmatematica>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

FERREIRA, A. B. DE H. **Miniaurélío**: O minidicionário da Língua Portuguesa. 6. ed. Re ed. Curitiba: Editora Positivo Ltda, 2004.

FERREIRA, E. L.; SANTOS, F. A. DOS. **Os recursos tecnológicos aplicados ao processo de ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental**. Montes Claros: UNIMONTES, 2008.

FUNDAÇÃO LEMANN. **QEdú**. Disponível em: <<http://qedu.org.br>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 20–29, 1995.

GOMES, C. G.; OLIVEIRA, F.; BOTELHO, C. A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental. In: UNESP, E. (Ed.). **Ensino de Ciências e Matemática, IV**: temas de investigação. São Paulo: Scielo Books, 2010. p. 205-221.

GOMES, G. P. DOS S. **A Robótica Educativa no ensino da programação**. [s.l.]: Universidade de Lisboa, 2012.

GOODNOW, J. **El Dibujo Infantil**. 4. ed. Madrid: Open Books, Publishing, Ltd. Londres, 2001.

HOGGETT, R. **1969-The LOGO Turtle - Seymour Papert et al (Sth African/American)**. Disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1969-the-logo-turtle-seymour-papert-marvin-minsky-et-al-american/>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

INEP. **Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024**: Linha de Base. Brasília: Inep, 2015.

KATO, J. M. **Curso de Finanças Empresariais - Fundamentos de Gestão Financeira em Empresas**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2012.

KATZ, L. G. Perspectivas actuais sobre aprendizagem na infância 1. **Saber (e) Educar**, n. 11, p. 15, 2006.

LOCK, R. H. **Estatística**: revelando o poder dos dados. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

LOURENÇO, A. A.; PAIVA, M. O. A. DE. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2010.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudo e proposições**. São Paulo: Cortez, 2013.

MAISONNETTE, R. **A Utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa**. Disponível em: <www.proinfo.gov.br>. Acesso em: 18 jan. 2017.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à educação matemática. In: **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2004. p. 264-282.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. **Revista Intersaberes**, v. 7, n. jan.-jun. 2012, p. 8-28, 2012.

MATOS, J. Mediação e colaboração na aprendizagem em Matemática com as TIC. In: XVII ENCONTRO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **Anais...** p. 72-84, 2008.

MENEZES, E. T. DE; SANTOS, T. H. DOS. **Robótica Educacional**. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em: 3 jun. 2017.

MICROSOFT. **Ajuda do Excel**. Disponível em: <<https://support.office.com/pt-br/escel>>. Acesso em: 9 abr. 2017.

MILL, D.; CÉSAR, D. Robótica pedagógica livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento. **Perspectiva**, v. 27, n. 1, p. 217-248, 2010.

MIRANDA, J. R.; SUANNO, M. V. R. **Robótica na escola: Ferramenta Pedagógica Inovadora**. Anápolis: EDUCERE, 2009.

MORAES, M. C. **Robótica Educacional: Socializando e Produzindo Conhecimentos Matemáticos**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2010.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da Pesquisa para o Professor Pesquisador**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

MUNARI, A.; SAHEB, D. **Jean Piaget**. Massangana ed. Recife: MEC - Fundação Joaquim Nabuco, 2010.

NATEL, M. C.; TARCIA, R. M. L. DE; SIGULEM, D. A Aprendizagem Humana: cada pessoa com seu estilo. **Revista Psicopedagogia**, v. 30, n. 92, p. 142-148, 2013.

NOGUEIRA, M. O. G.; LEAL, D. **Teorias da Aprendizagem um encontro entre pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico**. 2. ed. Curitiba: InterSaberes, 2015.

NUNES, M. A. DA S. V. **O Fracasso Escolar**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e Educação**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

_____. **A Máquina das Crianças** - Repensando a Escola na Era da Informática. Rev. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PARELLADA, I. L. **O que é o Construcionismo?** Disponível em: <<http://aprendizadoanimado.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 13 out. 2016.

PAVANELLO, R. M. **Por que ensinar /aprender geometria?** São Paulo: SBEM/USP, 2004.

PEREIRA, M. G. **Aprendizagem**. Disponível em: <<https://manuelgomespereira.wordpress.com/2010/07/29/aprendizagem/>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

PIAGET, J. **A Formação do Símbolo na Criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

PINHAIS, C. DE S. J. DOS; CORPO DOCENTE. **PPP Escola Municipal Emílio de Menezes**. São José dos Pinhais: [s.n.], 2015

POZO, J. I. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

RIBEIRO, C. R. **Robôcarochinha: Um Estudo Qualitativo sobre a Robótica Educativa no 1º. ciclo do Ensino Básico**. [s.l.]: Universidade do Minho, 2006.

RIBEIRO, C. R.; COUTINHO, C.; COSTA, M. F. A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico. **CISTI**, p. 440-445, 2011.

RUSSEL, S. J.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PREFEITURA MUNICIPAL - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. **Currículo para Unidades da Rede Municipal de Ensino - Ensino Fundamental**, 2008.

SIEMENS, G. **CONNECTIVISMO Uma Teoria de Aprendizagem para a Idade Digital**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/conectivismo%5Bsiemens%5D.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2017.

SILVA, A. F. et al. Utilização da Teoria de Vygotsky em Robótica Educativa. In: IX CONGRESO IBEROAMERICANO DE INFORMATICA EDUCATIVA RIBIE. **Anais...**, p. 6, 2008.

SILVA, L. DA C. **Estatística Básica**. João Pessoa: Kindle, 2013.

TEIXEIRA, J. DE F. **A Mente Segundo Dennett**. São Paulo: Editora Perspectiva Ltda., 2008.

"THE READER'S DIGEST ASSOCIATION INC". **Complete Wordfinder**. Pleasantville, N.Y.: The Reader's Digest Association, 1996.

TYSON, J.; CRAWFORD, S. **How PCs Work**. Disponível em: <<https://computer.howstuffworks.com/pc.htm>>. Acesso em: 3 jul. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Teoria da Aprendizagem e aplicação ao projeto instrucional: Gagne**. Disponível em: <<https://penta2.ufrgs.br/edu/objetivo/gagne.html>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

VALENTE, J. A. Por que o Computador na Educação? In: **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1993. p. 24-44.

ZILLI, S. DO R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. Florianópolis: [s.n.], 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86930>>. Acesso em: 29 out. 2016.

8 ANEXOS

ANEXO I – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA 1

Aluno: _____

Data: ____ / ____ / ____

1- Diga para professora o nome das formas geométricas abaixo:



2- Ligue as formas ao nome correto



CÍRCULO

TRIÂNGULO

RETÂNGULO

QUADRADO

3- DESENHE NAS TABELAS AS FORMAS SOLICITADAS:

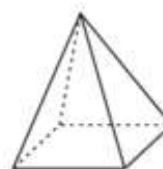
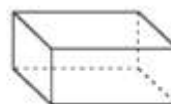
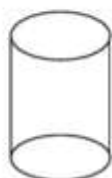
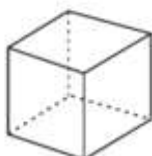
QUADRADO	TRIÂNGULO	CÍRCULO	RETÂNGULO

ANEXO II – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA 2

NOME: _____

DATA: _____ TURMA: _____

LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO AO SEU NOME:



CONE

PARALELEPÍPEDO

CUBO

PIRÂMIDE

ESFERA

CILINDRO

Escreva o nome do sólido geométrico que cada figura lembra.



A bola lembra uma _____.



Um lápis lembra um _____.

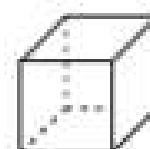
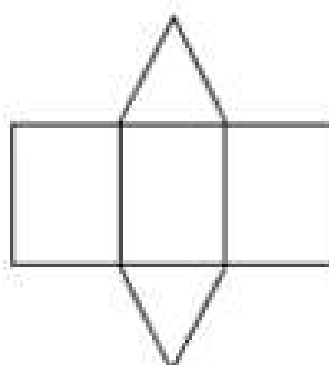
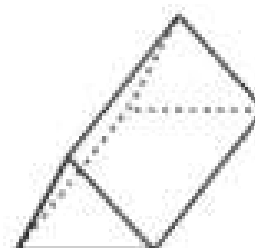
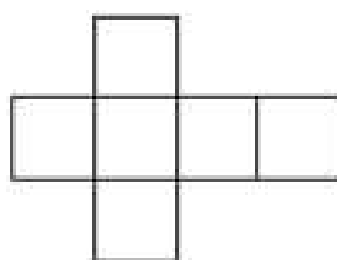
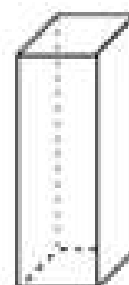
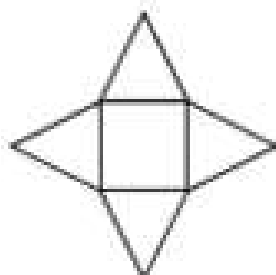
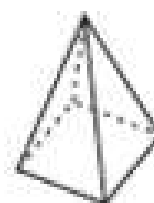
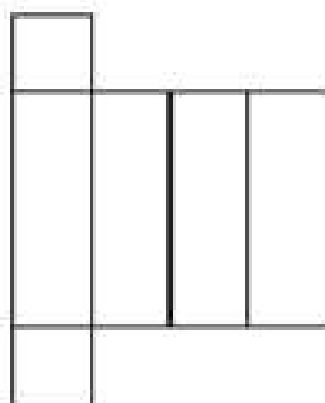


Um funil lembra um _____.

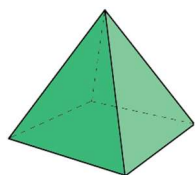


Um dado lembra um _____.

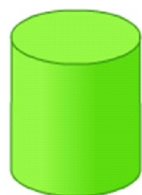
LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO ABERTO A SUA
VERSÃO MONTADA.



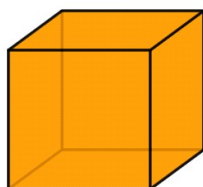
LIGUE AS FIGURAS ABAIXO:



PIRÂMIDE



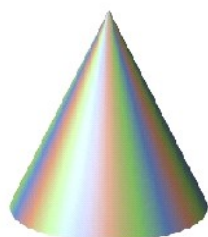
CILINDRO



CUBO



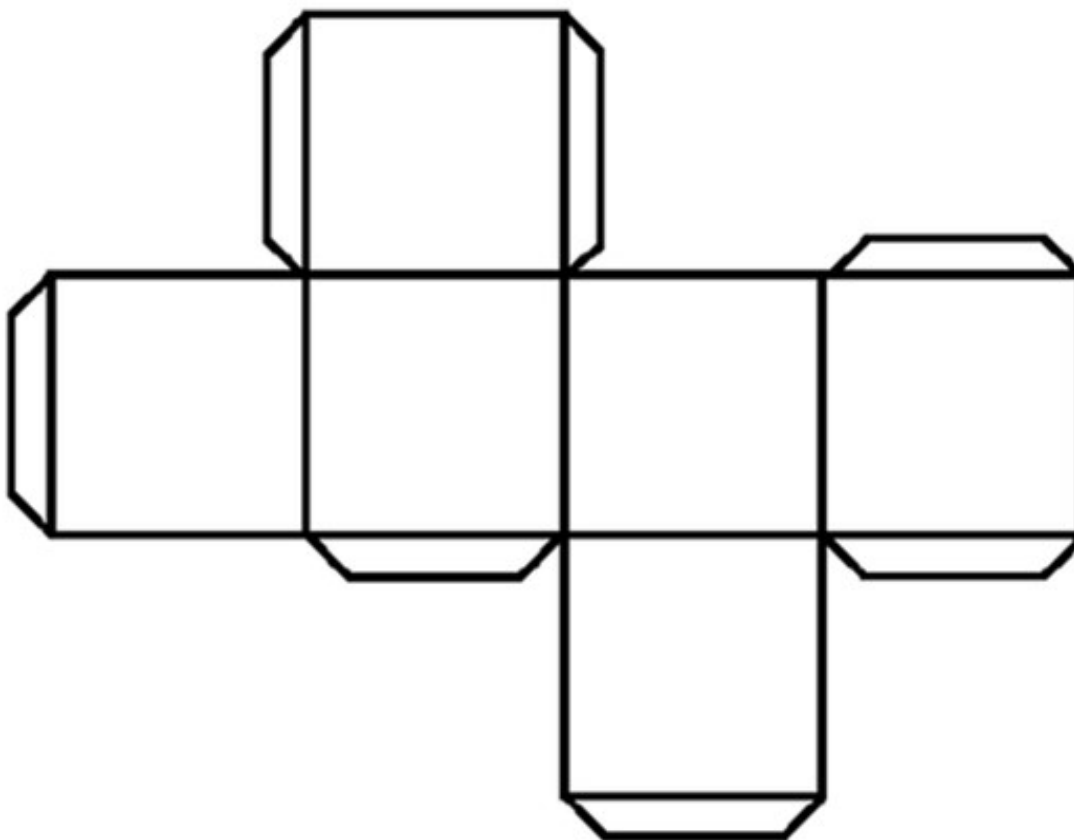
ESFERA



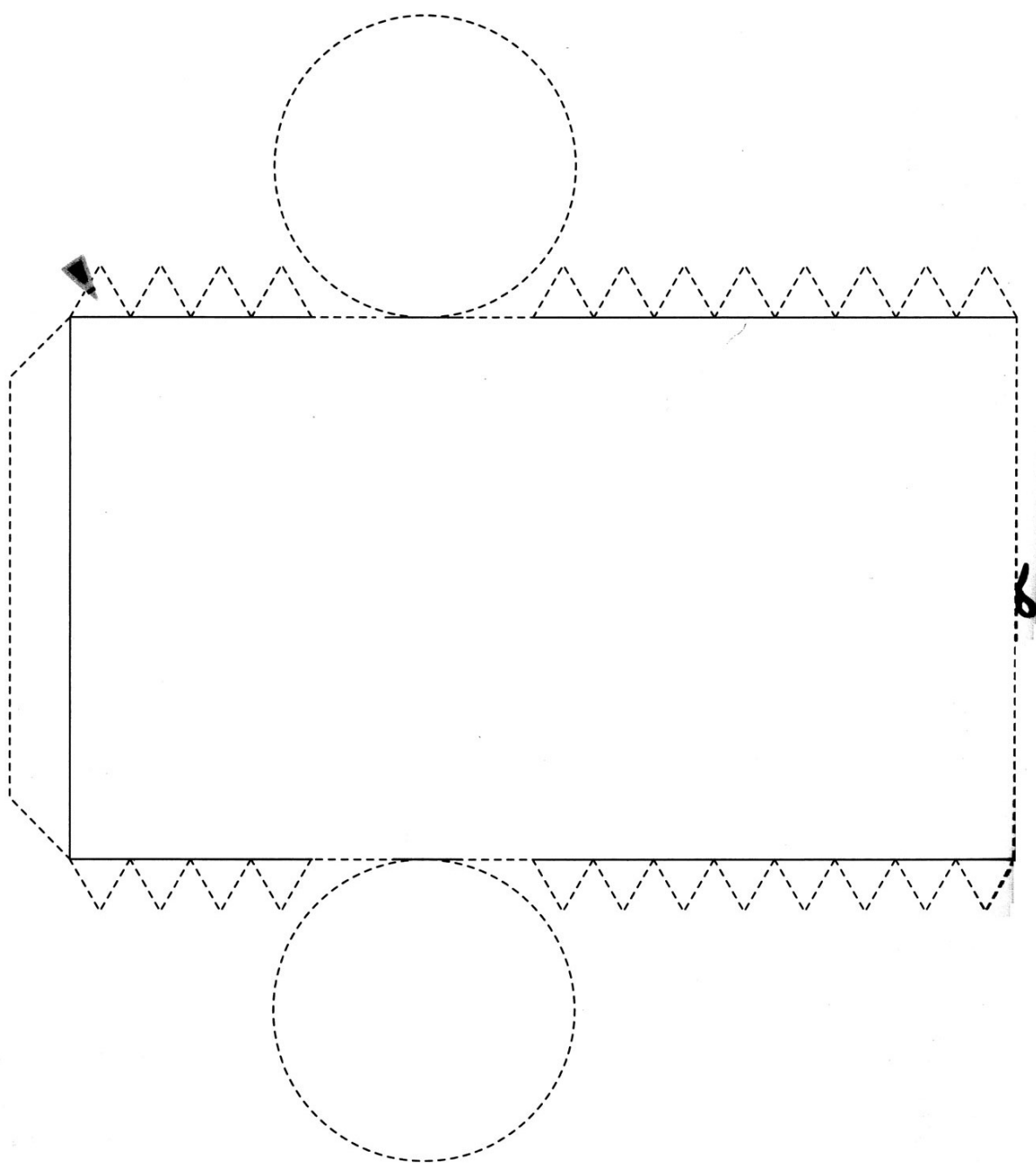
CONE



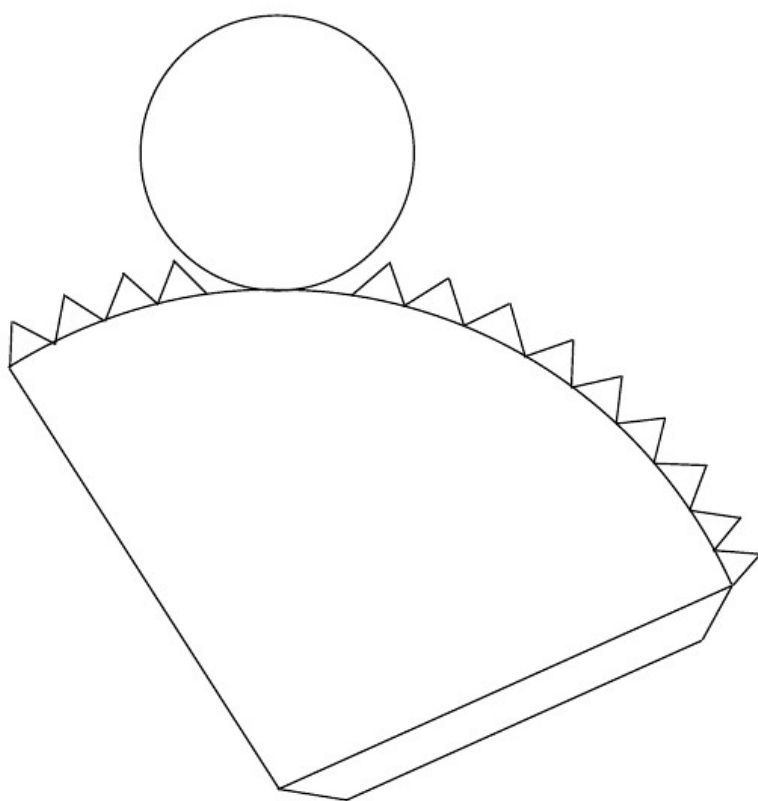
ANEXO III – PLANIFICAÇÃO DE SÓLIDOS



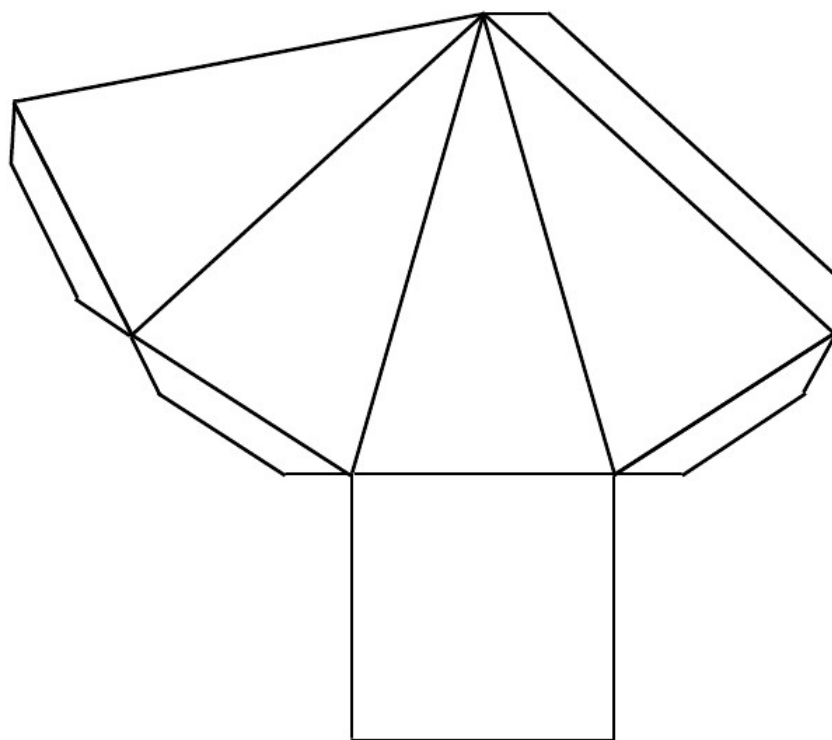
CUBO



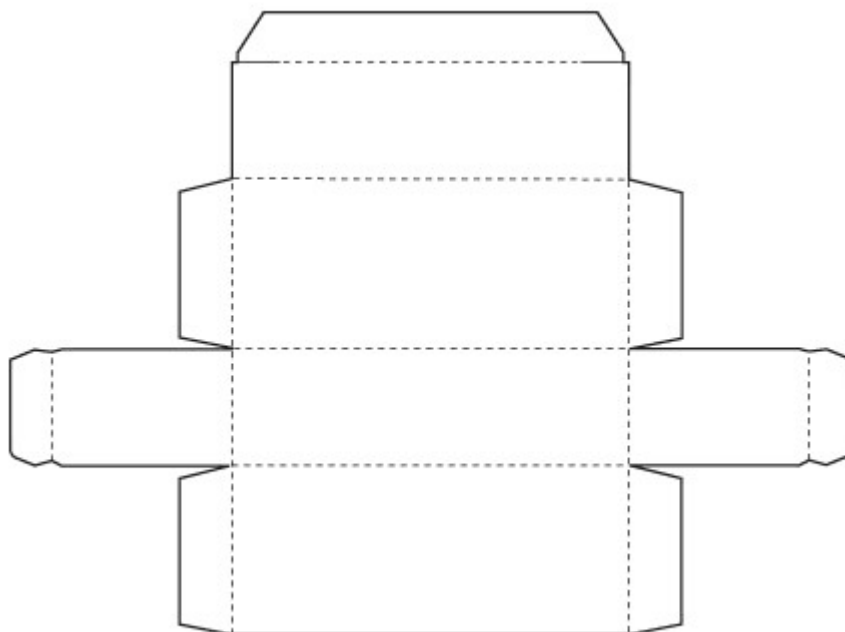
CILINDRO



CONE



PIRÂMIDE



PARALELEPÍPEDO

ANEXO IV – PLANEJAMENTO DE AULA – FORMAS GEOMÉTRICAS PLANAS

DATA – QUARTA FEIRA 08 DE FEVEREIRO DE 2017

Conteúdo: Geometria – formas geométricas planas (quadrado, triângulo, retângulo, círculo)

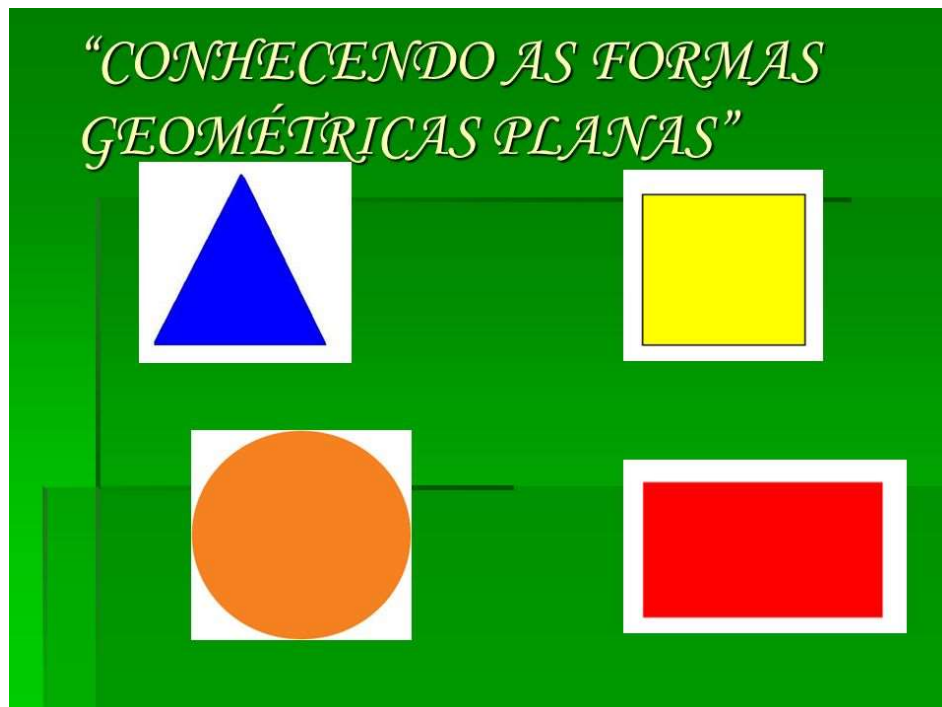
Objetivos: diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos sobre formas geométricas.

Recursos: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA INICIAL impressa e um cartaz com as quatro formas geométricas SEM NOMENCLATURA.

Avaliação: A avaliação será através da observação do professor em relação ao interesse e atenção do aluno ao realizar a atividade.

Encaminhamento:

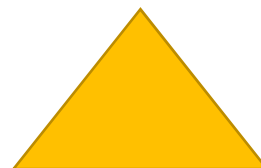
Iniciar a aula com uma breve revisão das formas geométricas. Anexar o cartaz com as quatro formas sem nome no quadro e cada aluno fará o reconhecimento das formas.



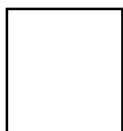
No segundo momento aplicar a avaliação diagnóstica inicial a seguir:

ALUNO(A) _____ 3º ANO _____

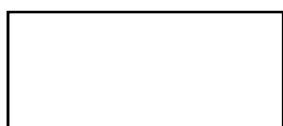
DIGA PARA A PROFESSORA O NOME DAS FORMAS GEOMÉTRICAS A SEGUIR:



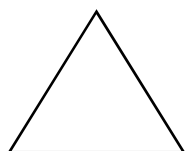
LIGUE AS FORMAS AO NOME CORRETO:



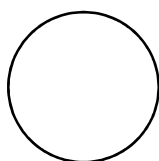
CÍRCULO



TRIÂNGULO



RETÂNGULO



QUADRADO

DESENHE NAS TABELAS AS FORMAS SOLICITADAS:

QUADRADO	TRIÂNGULO	CÍRCULO	RETÂNGULO

DATA – QUINTA FEIRA - 09 DE FEVEREIRO DE 2017- MATEMÁTICA

Conteúdo: geometria: formas geométricas - figuras planas

Objetivos: descrever, comparar e classificar verbalmente as figuras planas: (triângulo, quadrado, retângulo, círculo). Identificar as formas geométricas no dia a dia, percebendo como elas se inserem no dia a dia do aluno.

Recursos: texto impresso sobre Geometria e do poema Rimas sobre das formas, barbante tesoura lápis de cor, furador, cartazes em cartolina colorida, livro “AS TRÊS PARTES”

Avaliação: A avaliação será através da observação do professor em relação ao interesse e participação do aluno e conclusão da atividade com autonomia.

Encaminhamento: Iniciar a aula com a leitura do texto a seguir:

A **GEOMETRIA PLANA** É A PARTE DA MATEMÁTICA QUE ESTUDA AS FIGURAS QUE NÃO POSSUEM VOLUME.
A GEOMETRIA PLANA TAMBÉM É CHAMADA DE EUCLIDIANA, UMA VEZ QUE SEU NOME REPRESENTA UMA HOMENAGEM AO GEÔMETRA **EUCLIDES DE ALEXANDRIA**, CONSIDERADO O “PAI DA GEOMETRIA”.
CURIOSO NOTAR QUE O TERMO GEOMETRIA É A UNIÃO DAS PALAVRAS “**GEO**” (TERRA) E “**METRIA**” (MEDIDA); ASSIM, A PALAVRA GEOMETRIA SIGNIFICA A “MEDIDA DE TERRA”.

Figuras Geométricas Eu sou o triângulo Tenho 3 biquinhos▲▲▲ Sirvo de chapéu▲ Para os 😊 palhacinhos.	Eu sou o quadrado Bonito demais Tenho 4 lados São todos iguais.
Eu sou o retângulo Cresci mais de um lado Para ganhar ● ● ● pontos Ao senhor quadrado.	Eu cá sou o círculo Sou igual à lua 🌕 Sou o mais bonito Lá da minha rua!

Dividir a turma em seis grupos com quatro alunos.

Cada grupo irá desenhar as quatro formas geométricas do tamanho de uma folha sulfite A4

Colar em papel duro.

Cada integrante do grupo será uma forma e irá se apresentar como no poema.

(ANEXO I)

ATIVIDADE LÚDICA



Em seguida, entregar elástico de dinheiro para duplas de alunos.

Cada um sorteia a forma geométrica que deverá fazer com o elástico - cada acerto valerá 3 (três) pontos. (ANEXO II)

Fazer a leitura do livro AS TRÊS PARTES usando as formas apresentadas na História.

PARA CASA

AS TRÊS PARTES

Texto e ilustrações: Edson Luiz Kozminski



Atividade envolvendo figuras geométricas, utilizando o livro “As Três Partes” do autor Edson Luiz Kozminski.

Entregar papel colorido para os alunos montar a casinha da vovó citada no livro usando apenas formas geométricas. Círculo, retângulo, quadrado e triângulo.



Uma casa com um grande terreno em volta para ela plantar e cuidar de um jardim. E para ela receber a visita dos seus netos, onde eles poderiam continuar a se divertir bastante com a vovó e As Três Partes.

SEXTA-FEIRA- 10 DE FEVEREIRO DE 2017 - MATEMÁTICA

Conteúdo: geometria – formas geométricas – figuras planas

Objetivos: descrever, comparar e classificar verbalmente as figuras planas: (triângulo, quadrado, retângulo, círculo). Identificar as formas geométricas no dia a dia, percebendo como elas se inserem no dia a dia do aluno.

Recursos: data show, vídeo sobre formas geométricas, atividade impressa, cubo planificado.

Avaliação: participação ativa com autonomia na realização das atividades propostas

Encaminhamento:

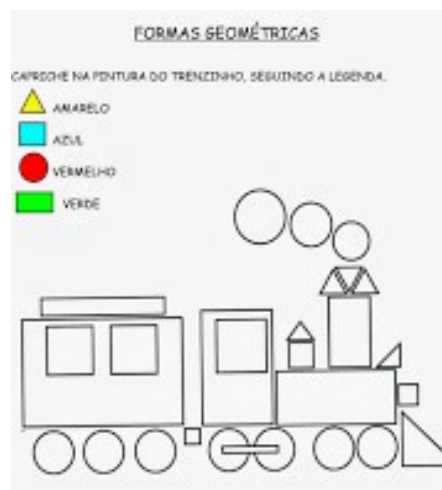
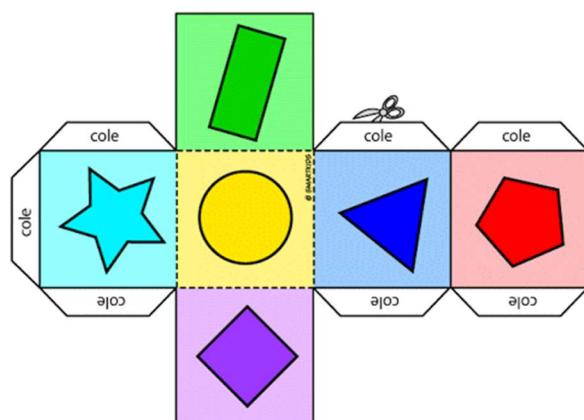
Iniciar a aula com o vídeo de desenho animado sobre formas geométricas.

<https://www.youtube.com/watch?v=c1DV6bo0YRk>

BOB O TREM - FORMAS GEOMETRICAS

ATIVIDADE LÚDICA

MONTE O CUBO E DESCUBRA A FORMA GEOMÉTRICA QUE VAI FICAR VOLTADA PARA CIMA. OBSERVE QUE FOI ACRESCENTADO DUAS FORMAS QUE VOCE AINDA NÃO ESTUDOU, TENHA DESCOBRIR O NOME DELAS. JOGUE COM UM COLEGA E VEJA QUEM ACERTA MAIS!!!



DATA – SEGUNDA-FEIRA 13 DE FEVEREIRO DE 2017- MATEMATICA

Conteúdo: Geometria – formas geométricas planas (quadrado, triângulo, retângulo e círculo)

Objetivos: descrever, classificar as figuras planas, identificar as formas planas.

Recursos: reavaliação do conteúdo trabalhado impressa.

Avaliação: A avaliação será através da realização das atividades propostas com autonomia.

Encaminhamento: entregar as avaliações para que sejam realizadas.

ALUNO(A) _____ 3º ANO _____

DIGA PARA A PROFESSORA O NOME DAS FORMAS GEOMÉTRICAS A SEGUIR

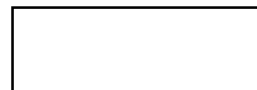


LIGUE AS FORMAS AO NOME CORRETO

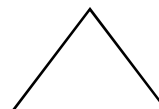
CÍRCULO



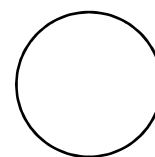
TRIÂNGULO



RETÂNGULO



QUADRADO



DESENHE NAS TABELAS AS FORMAS SOLICITADAS:

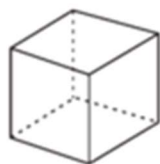
QUADRADO	TRIÂNGULO	CÍRCULO	RETÂNGULO

DATA 15 DE FEVEREIRO DE 2017 – MATEMÁTICA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA SOBRE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS.

NOME: _____ 3º ANO _____

LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO AO SEU NOME:



CONE

PARALELEPÍPEDO

CUBO

PIRÂMIDE

ESFERA

CILINDRO



ESCREVA O NOME DO SÓLIDO GEOMÉTRICO QUE CADA FIGURA LEMBRA.



A BOLA LEMBRA UMA _____.



UM LÁPIS LEMBRA UM _____.

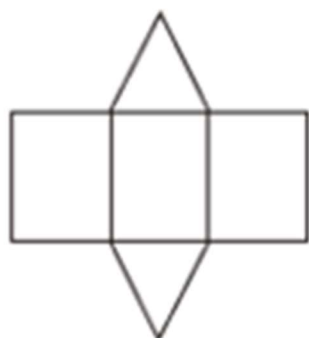
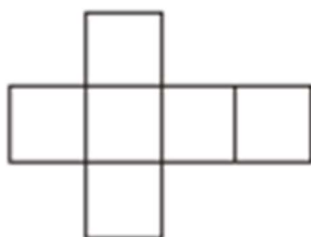
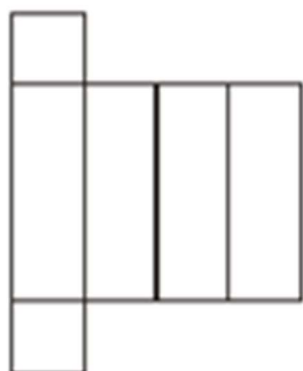


UM FUNIL LEMBRA UM _____.



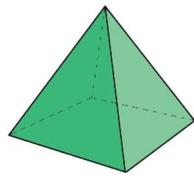
UM DADO LEMBRA UM _____.

LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO ABERTO A SUA
VERSÃO MONTADA.

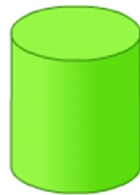
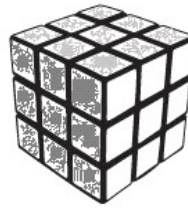


SÓ ENTREGAR A PRÓXIMA ATIVIDADE APÓS RECOLHER A PRIMEIRA
PARTE DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.

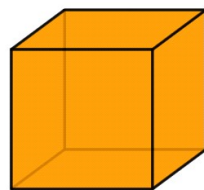
LIGUE AS FIGURAS A SEGUIR:



PIRÂMIDE



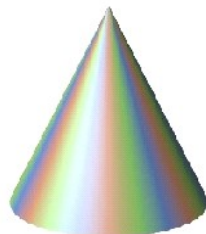
CILINDRO



CUBO



ESFERA



CONE



ANEXO V – PLANEJAMENTO DE AULA – SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – TURMA DE CONTROLE

DATA 16 DE FEVEREIRO DE 2017- MATEMATICA

Conteúdo: sólidos geométricos- figuras planas presentes nos objetos e sólidos geométricos através do contorno de suas faces, carimbos, entre outras;

Objetivos: relacionar os sólidos geométricos com o cotidiano, concluir que as figuras planas estão presentes nos sólidos geométricos, classificar os diferentes sólidos geométricos.

Recursos: material sobre sólidos geométricos, data show, sólidos geométricos, embalagens de creme dental, remédio, rolo de papel higiênico, bola, etc.

Avaliação: realização das atividades com autonomia

Encaminhamento:

1º MOMENTO

Para iniciar esse tema o trazer para a sala objetos reais ou imagens com formas diferentes e instigá-los a levantar as características de cada objeto, questionando-os por exemplo:

Quais destes objetos podem rolar?

Por que alguns não rolam? Com que sólidos geométricos se parecem?

Por que são chamados de tridimensionais?

Em seguida passar um vídeo explicativo sobre os sólidos geométricos.



Fazer as intervenções necessárias para maior compreensão dos alunos.

Em grupos, propor que desenhem as formas geométricas que compõem as embalagens que trouxeram, e observem que são formados por figuras planas. Colar as embalagens junto com as formas geométricas encontradas nas embalagens.

Em seguida colar as informações a seguir no caderno, e realizar as atividades:

Sólidos geométricos



Em muitas construções e objetos, podemos observar o uso de diversas formas geométricas.



Se você observar, vai descobrir coisas incríveis! Uma delas é que os objetos não apresentam a mesma forma.



Conheça alguns sólidos geométricos:



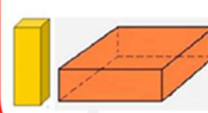
pirâmide



esfera



cone



paralelepípedo



cilindro



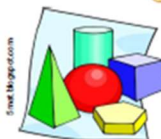
cubo

AGORA, É COM VOCÊ !!!

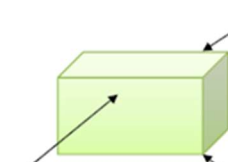
1- Compare as imagens, ao lado, com os sólidos geométricos, acima. Agora, escreva o sólido geométrico que representa cada imagem citada.

- a bola - _____
- a geladeira - _____
- o dado - _____
- o extintor de incêndio - _____
- o chapéu de palhaço - _____

SÓLIDOS GEOMÉTRICOS



Observe, cuidadosamente, esta figura:



face
Face é cada lado da figura geométrica.

aresta

Aresta é um segmento de reta determinado pelo encontro de duas faces em um poliedro.

vértice

Vértice é o ponto de encontro de duas semirretas.

Poliedros são figuras geométricas formadas por três elementos básicos: vértices, arestas e faces.

DESAFIO



Você consegue resolver?

Leia as pistas!

- É um sólido geométrico formado por seis faces retangulares.
- Tem a forma parecida com a de uma caixa de pasta de dentes.
- Também é chamado de bloco retangular.
- As faces planas opostas são paralelas.



1- Complete as linhas com as letras que formam o nome desse sólido geométrico:

P _ _ _ _ _ P _ P _ _ _

DATA 20 DE FEVEREIRO DE 2017- MATEMÁTICA

Conteúdos: Geometria Tridimensionalidade, planificação dos sólidos geométricos: poliedros e corpos redondos.

Bloco retangular ou paralelepípedo, cubo, cilindro, cone, pirâmide e esfera.

Características dos sólidos geométricos.

Objetivos:

Identificar o cone, cilindro e a esfera como corpos que rolam.

Reconhecer as principais características dos sólidos geométricos (corpos redondos e poliedros). Identificar a planificação dos sólidos geométricos.

Recursos: sólidos geométricos para a turma toda, cartolina, pincel atômico, régua.

Avaliação: realização das atividades com ou sem auxílio da Professora.

Encaminhamento:

Organizar os alunos em grupos

Mostrar os sólidos geométricos e deixar que eles explorem

Contem quantos lados

Que figuras planas que tem em cada sólido geométrico.

Relembrar o vídeo da aula anterior onde aborda vértices, arestas e faces

Após a discussão, reunir grupo de quatro ou cinco alunos (cada grupo pesquisará um tipo de sólido) para que pesquisem no material selecionado (o material deverá ser organizado antecipadamente pelo professor, contendo informações acerca dos conceitos dos sólidos geométricos) os tipos de sólido e suas características. Estas informações deverão ser apresentadas para todo o grupo e sintetizadas em um cartaz que ficará exposto na sala de aula.

DATA 22 DE FEVEREIRO DE 2017- MATEMÁTICA

Conteúdo: planificação dos sólidos geométricos

Objetivos: identificar cada sólido geométrico na sua respectiva planificação.

Recursos: cópia dos sólidos planificados, papel 180g, tesoura cola lápis de cor.

Avaliação: realização das atividades com autonomia

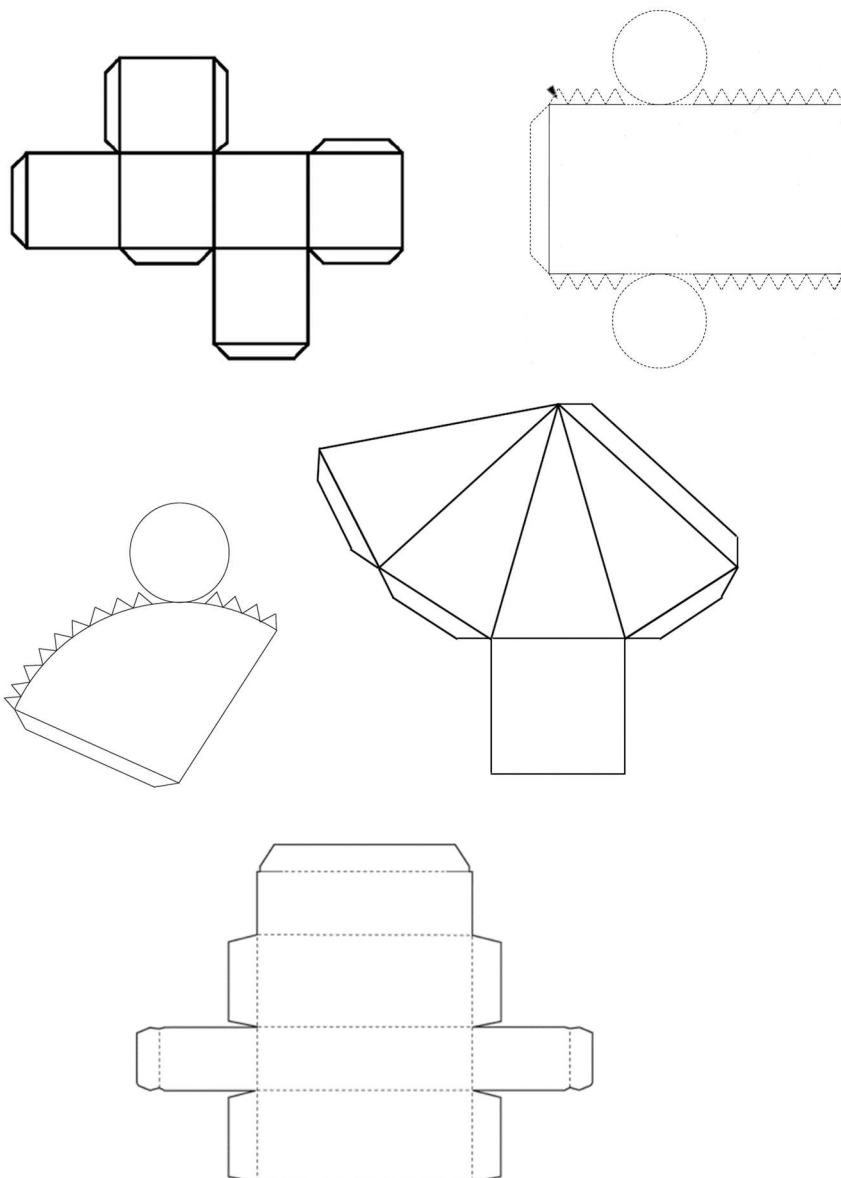
Encaminhamento:

PLANIFICAÇÃO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

Explorar os sólidos planificados, analisando quais as figuras geométricas o compõe.

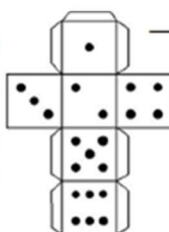
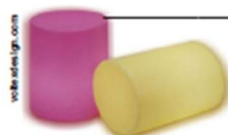
Em seguida apresentar os sólidos planificados e fazer a mesma análise.

Montar os sólidos e descobrir qual formato terá. (ANEXO III)



PARA CASA

1- Escreva o nome do sólido geométrico que te lembra cada uma das imagens abaixo.



DATA 24 DE FEVEREIRO DE 2017- MATEMÁTICA

Conteúdo: sólidos geométricos – reavaliação

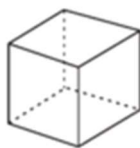
Objetivos: identificar os sólidos geométricos

Recursos: avaliação impressa

Avaliação: realização da avaliação com autonomia

NOME: _____ 3º ANO _____

LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO AO SEU NOME:



CONE
PARALELEPÍPEDO
CUBO
PIRÂMIDE
ESFERA
CILINDRO



Escreva o nome do sólido geométrico que cada figura lembra.



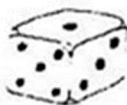
A bola lembra uma _____.



Um lápis lembra um _____.

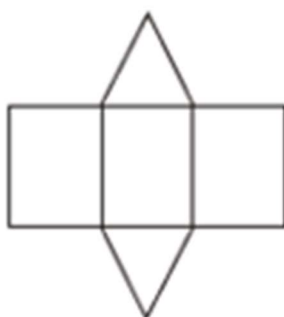
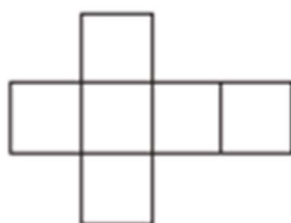
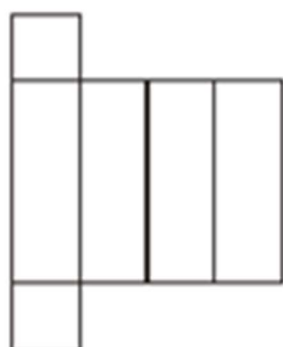


Um funil lembra um _____.

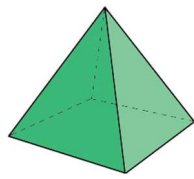


Um dado lembra um _____.

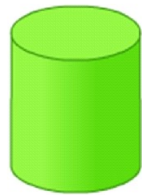
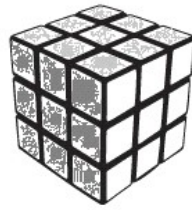
LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO ABERTO A SUA
VERSÃO MONTADA.



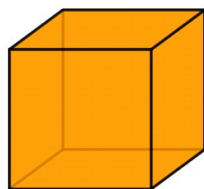
LIGUE AS FIGURAS A SEGUIR.



PIRÂMIDE



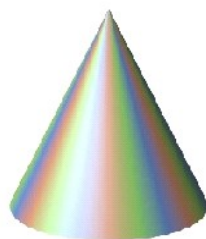
CILINDRO



CUBO



ESFERA



CONE



ANEXO VI – PLANEJAMENTO DE AULA – SÓLIDOS GEOMÉTRICOS – TURMA DE TRABALHO

PLANEJAMENTO DESENVOLVIDO DE 29/ 03 A _____ DE 2017 –
MATEMÁTICA

Conteúdo: geometria- tridimensionalidade- planificação dos sólidos geométricos – corpos redondos e poliedros, paralelepípedo, cubo, cilindro, cone, pirâmide e esfera.

Objetivos: compreender que a aplicabilidade dos conceitos matemáticos está relacionada ao desenvolvimento de novas tecnologias e à evolução das sociedades

Recursos: Garrafas pet, embalagens de papelão, canudos, papéis, bexigas, fitas adesivas, conjuntos com rodas e eixos, dentre outros. Bola de isopor, embalagens cilíndricas (rolo de papel), colas, lã e botões de várias cores.

Avaliação: os alunos serão avaliados no decorrer do processo ensino aprendizagem, através de levantamento de hipóteses, questionamentos, construção do robô, construção e planificação dos sólidos geométricos atividade avaliativa impressa em anexo.

Encaminhamento:

1ª ETAPA

Iniciar a aula fazendo uma sondagem com os alunos sobre robôs.

O que podemos entender quando falamos em ROBÔ.

Registrar as hipóteses levantadas pelos alunos, em uma cartolina.

Em seguida propor que façam um desenho para registrar o que sabem sobre robôs (colocar nome, data e turma.

Recolher os desenhos.

Após a participação de todos concluir com os alunos que:

ROBÔ - é um mecanismo automático capaz de fazer movimentos e/ou executar certas atividades em substituição ao trabalho do homem.

>> Então vamos pensar em alguns objetos construídos pelo homem que substituiu seu trabalho

Registrar as respostas dos alunos

Exemplos: geladeira, micro-ondas, fogão, controle remoto, relógio, calculadora, ventilador, aspirador de pó, máquina de lavar (roupas, louças), forno elétrico...

Comparar a segunda lista com a primeira.

O que seria necessário para construir um robô?

Circuito eletrônico? (Robôs precisam de energia, fazer comparativo com ser humano).

Será que nós aqui na sala poderíamos construir um robô?

O que precisaria para construir um robô? (Fazer uma listagem)

Fazer interferência esclarecendo que é possível construir um robô com o que temos disponível na sala de aula.

Neste momento expor os robôs previamente confeccionados

Permitir a exploração e manuseio dos robôs pelos alunos.

2º e 3º etapa

Retomar os sólidos geométricos e suas planificações.

Colar no quadro um cartaz com a planificação dos sólidos geométricos.

Fazer os questionamentos já trabalhados anteriormente com a classe

Esta planificação representa qual sólido geométrico?

Quantas faces

Quantas arestas

Quantas vértices

É composta por qual forma geométrica

Fazer as todas as planificações já trabalhadas.

ATIVIDADE EM GRUPO.

Dividir a turma em grupos e orientá-los quanto à construção a ser realizada.

Cada grupo construirá um robô utilizando determinado sólido geométrico.

Por exemplo:

Grupo 1- Um robô construído apenas com cubos

Grupo 2 – um robô construído apenas com esferas

Grupo 3 – um robô construído apenas com pirâmides

Grupo 4 – um robô construído apenas com cilindro

Grupo 5 – um robô construído com apenas cone

Cada equipe confeccionará os sólidos geométricos a partir de planificações, para a construção do seu robô. Além disso a Professora também disponibilizará sólidos geométricos de diferentes tamanhos e materiais para a personalização dos robôs, (lápiz de cor, canetinhas, botões, lã ...)

Terminada a confecção cada grupo apresentará seu robô, e sua ficha técnica por escrito.

FICHA TÉCNICA

NOME:

ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:

MATERIAIS UTILIZADOS:

O QUE ELE GOSTA DE FAZER:

ONDE MORA:

FUNÇÕES:

CUSTO:

IMPOSTOS:

TEMPO DE GARANTIA:

Durante a execução da construção, a Professora passará nos grupos, orientando-os no planejamento e na execução da atividade.

4ª etapa

Apresentar novamente os robôs previamente confeccionados

Fazer uma eleição dos robôs preferidos pela turma

Apresentar o resultado em forma de gráfico

Criação e construção do robô individual com materiais alternativos.

Para a construção do robô será utilizado sucatas (garrafa pet, embalagens, rolinho de papel...), para dar movimento será utilizado circuito elétrico, poderão ser levados para casa.

Cada aluno fará a produção da ficha técnica do seu robô.

5ª etapa

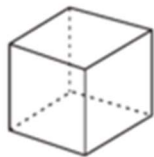
Aplicação da atividade avaliativa impressa.

ENTREGAR UMA AVALIAÇÃO PARA CADA CRIANÇA.

NESTA ETAPA NÃO FAZER A LEITURA JUNTO COM OS ALUNOS.

NOME: _____ 3º ANO _____

LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO AO SEU NOME:



CONE

PARALELEPÍPEDO

CUBO

PIRÂMIDE

ESFERA

CILINDRO



ESCREVA O NOME DO SÓLIDO GEOMÉTRICO QUE CADA FIGURA LEMBRA.



A BOLA LEMBRA UMA _____.



UM LÁPIS LEMBRA UM _____.

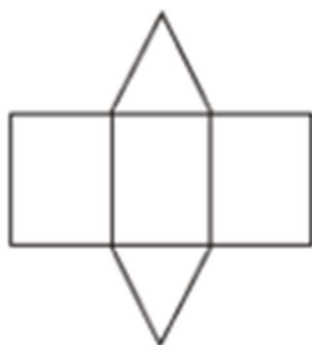
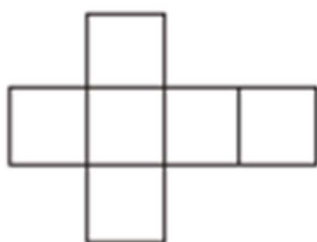
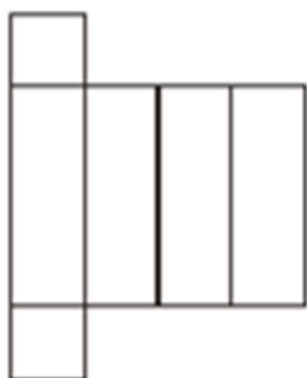


UM FUNIL LEMBRA UM _____.

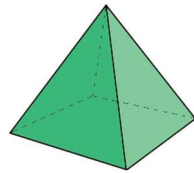


UM DADO LEMBRA UM _____.

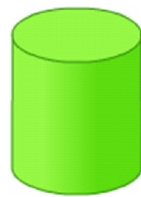
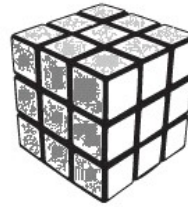
LIGUE CADA SÓLIDO GEOMÉTRICO ABERTO A SUA
VERSÃO MONTADA.



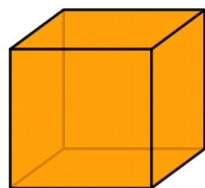
LIGUE AS FIGURAS A SEGUIR:



PIRÂMIDE



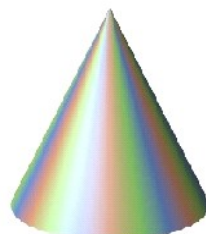
CILINDRO



CUBO



ESFERA



CONE



ANEXO VII – FICHAS TÉCNICAS DOS ROBÔS CONSTRUÍDOS NA
TURMA DE TRABALHO

FICHA TÉCNICA		3º ANO B
NOME:	ALEX GEMES.	
ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:	MARIA VITÓRIA FERREIRA DA BOCHA, SOFIA RICHANNA BRENDA RAFAELA, LARISSA VITÓRIA SILVEIRA.	
MATERIAIS UTILIZADOS:	4 PARALÉLEPIEDOS GRANDES, 2 PARALÉLEPIEDOS PEQUENOS, 1 MOTOR, 4 PILHA, LÁPIS DE COR, 1 PEDASSO DE FITA CREPE	
O QUE ELE GOSTA DE FAZER:	GOSTA DE MINERAR.	
ONDE MORA:	NA ESCOLA MM. EMÍLIO DE MENEZES	
FUNÇÕES:	ELA ANDA	
CUSTO:	80	
IMPOSTOS:	20	
TEMPO DE GARANTIA:	2 ANOS E MEIO.	

FICHA TÉCNICA

NOME:

Cachorro do futuro

ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:

Rickson Mateus, Mariana Biele
Teixeira, Nathalia Pallas Maria Rios
Andre da Silva do Carmo

MATERIAIS UTILIZADOS:

Folha de papel, lápis de cor e motor

O QUE ELE GOSTA DE FAZER:

Comer farofa

ONDE MORA:

na escola

FUNÇÕES:

levar alegria as pessoas

CUSTO:

20,00 reais

IMPOSTOS:

4,00

TEMPO DE GARANTIA:

6 meses

FICHA TÉCNICA

NOME:

Gummamick

ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:

Erick Anderson de Almeida junior

Miguel de Souza Michalsch

Thiago Regerio da Silva Raimon da Naci

menta Silva Richter Ezequias Eadeiro

Thiago Erick

MATERIAIS UTILIZADOS:

Motor 5.00 pilha 2.50 papel 2.50 copio 3.50

de planificação por ultra

O QUE ELE GOSTA DE FAZER:

Gosta de correr e fazer tarefas de casa

ONDE MORA:

municiopito

FUNÇÕES:

Dizinha e corre

CUSTO:

150.00 reais

IMPOSTOS:

5.00

TEMPO DE GARANTIA:

6 meses

FICHA TÉCNICA

NOME:

BONACO DE NEVE CIRCUNETIVO

ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:

TUGO
JUA
MIGUEL
GUSTAVO

MATERIAIS UTILIZADOS:

ESFERA, PALITOS, LÁZ, COLA

O QUE ELE GOSTA DE FAZER:

BRINCAR NA NEVE

ONDE MORA:

NO POLO NORTE

FUNÇÕES:

ESQUIAR NA NEVE

CUSTO:

1.900 REAIS

IMPOSTOS:

200 REAIS

TEMPO DE GARANTIA:

1 ANO

FICHA TÉCNICA

NOME:

ESTRELA ROBOTICA

ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:

MARCOS ANIEL RODRIGES MORAIS

DAENY CRISTINY PEREIRA MONTEIRO

JULIA VITORIA OSTROSKI BELLINO

MATERIAIS UTILIZADOS:

PAPEL MOTOR

O QUE ELE GOSTA DE FAZER:

IR AU ESPAÇO

ONDE MORA:

NA ESCOLA

FUNÇÕES :

BRINCAR

CUSTO :

1 REAU

IMPOSTOS :

20 REAIS

TEMPO DE GARANTIA:

2 MESES

FICHA TÉCNICA

NOME:

ROQUELY MARINS

ENGENHEIROS RESPONSÁVEIS:

JOÃO MATEOS, NICOLAS, GUSTAVO, PABLO
JOÃO SÁNIOS

MATERIAIS UTILIZADOS:

CONCRETO - COLA - TIE SQUARA - LAPIS DE COR

O QUE ELE GOSTA DE FAZER:

GOSTA DE BRINCAR DE PIQUE ESCONDE

ONDE MORA:

NA ESCOLA EMÍLIO DE MENEZES

FUNÇÕES:

VIGIAR LADRÕES

CUSTO:

PILHA 25,00 - MOTOR 5,00 - PAPEL 1,20 - COPIA 1,00 - TIE 3,00

IMPOSTOS:

5,70

TEMPO DE GARANTIA:

1 ANO

ANEXO VIII – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 1 – TURMA A

ORD	APLICADA EM 08/02/2017			APLICADA EM 13/02/2017			NOTA AVALIAÇÃO APLICADA EM 08/02/2017 N1pA(%)	NOTA AVALIAÇÃO APLICADA EM 13/02/2017 N1sA(%)
	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3		
	4	4	4	4	4	4		
ALUNO 1	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 2	2	2	4	4	4	4	66,7%	100,0%
ALUNO 3	3	1	3	4	4	4	58,3%	100,0%
ALUNO 4	2	1	2	4	4	4	41,7%	100,0%
ALUNO 5	4	4	3	4	4	4	91,7%	100,0%
ALUNO 6	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 7	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 8	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 9	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 10	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 11	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 12	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 13	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 14	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 15	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 16	3	4	1	4	4	4	66,7%	100,0%
ALUNO 17	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 18	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 19	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 20	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 21	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 22	3	2	2	4	4	4	58,3%	100,0%
ALUNO 23	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 24								

	90,6%	100,0%
--	-------	--------

OBSERVAÇÕES:

ALUNO 24: Foi transferido de outra Escola da Rede Municipal após a aplicação dessas avaliações.

N1pA(%) = Nota percentual da primeira avaliação Anexo I Turma A

N1sA(%) = Nota percentual da segunda avaliação Anexo I Turma A

ANEXO IX – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 1 – TURMA B

ORD	APLICADA EM 08/02/2017			APLICADA EM 13/02/2017			NOTA AVALIAÇÃO APLICADA EM 08/02/2017 N1p ^B (%)	NOTA AVALIAÇÃO APLICADA EM 13/02/2017 N1s ^B (%)
	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3		
	4	4	4	4	4	4		
ALUNO 1	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 2	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 3	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 4	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 5	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 6	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 7	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 8	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 9	3	4	4	4	4	4	91,7%	100,0%
ALUNO 10	3	4	4	4	4	4	91,7%	100,0%
ALUNO 11	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 12	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 13	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 14	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 15	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 16	2	1	0	4	4	4	25,0%	100,0%
ALUNO 17	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 18	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 19	1	4	4	4	4	4	75,0%	100,0%
ALUNO 20	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 21	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 22	3	4	4	4	4	4	91,7%	100,0%
ALUNO 23	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 24	4	4	4	4	4	4	100,0%	100,0%
ALUNO 25								
ALUNO 26								

	94,8%	100,0%
--	-------	--------

OBSERVAÇÕES:

ALUNOS 25 e 26: Foi transferido de outra Escola da Rede Municipal após a aplicação dessas avaliações.

N1p^B(%) = Nota percentual da primeira avaliação Anexo I Turma B

N1s^B(%) = Nota percentual da segunda avaliação Anexo I Turma B

ANEXO X – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 2 – TURMA A

ORD	APLICADA EM 15/02/2017				APLICADA EM 07/03/2017				APLICADA EM 05/04/2017				PRÉ-AVALIAÇÃO 15/02/2017 N2p ^A (%)	AVALIAÇÃO APÓS CONTEÚDO 07/03/2017 N2s ^A (%)	AVALIAÇÃO SEM ROBÓTICA 05/04/2017 N2t ^A (%)
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4			
	6	4	4	5	6	4	4	5	6	4	4	5			
ALUNO 1	1	2	0	3	3	2	2	2	3	1	4	3	31,6%	47,4%	57,9%
ALUNO 2	0	0	0	3	4	3	2	3	4	1	4	3	15,8%	63,2%	63,2%
ALUNO 3	1	1	0	0	2	1	2	3	3	1	4	2	10,5%	42,1%	52,6%
ALUNO 4	2	1	2	2	3	3	2	3	3	2	4	3	36,8%	57,9%	63,2%
ALUNO 5	0	1	0	0	5	0	0	0	4	1	4	3	5,3%	26,3%	63,2%
ALUNO 6	1	0	0	2	1	2	4	3	3	0	4	3	15,8%	52,6%	52,6%
ALUNO 7	0	1	2	3	4	3	2	3	4	1	4	3	31,6%	63,2%	63,2%
ALUNO 8	0	0	0	3	2	1	0	2	4	1	4	3	15,8%	26,3%	63,2%
ALUNO 9	2	1	1	2	3	2	2	2	4	2	4	3	31,6%	47,4%	68,4%
ALUNO 10	3	1	4	2	3	1	4	3					52,6%	57,9%	0,0%
ALUNO 11	0	0	0	3	2	1	2	3	3	1	4	2	15,8%	42,1%	52,6%
ALUNO 12	2	0	0	1	2	2	2	3	4	1	4	3	15,8%	47,4%	63,2%
ALUNO 13	0	0	0	2	4	3	1	2	3	2	4	3	10,5%	52,6%	63,2%
ALUNO 14	0	1	4	1	6	2	2	3	4	2	2	3	31,6%	68,4%	57,9%
ALUNO 15	0	0	0	3	2	0	2	3	4	1	4	3	15,8%	36,8%	63,2%
ALUNO 16	1	0	0	1	3	3	2	3	4	0	2	2	10,5%	57,9%	42,1%
ALUNO 17	1	1	0	0	1	1	0	0	2	2	4	3	10,5%	10,5%	57,9%
ALUNO 18	0	1	0	3	3	2	2	3	4	2	4	3	21,1%	52,6%	68,4%
ALUNO 19	0	0	0	1	4	3	2	3	4	0	4	3	5,3%	63,2%	57,9%
ALUNO 20	1	0	0	1	4	2	2	2	4	1	4	3	10,5%	52,6%	63,2%
ALUNO 21	2	2	0	3	4	2	2	3	4	0	4	3	36,8%	57,9%	57,9%
ALUNO 22	3	2	2	3	6	2	4	4	3	2	4	3	52,6%	84,2%	63,2%
ALUNO 23	1	1	0	0	3	1	2	0	3	2	4	3	10,5%	31,6%	63,2%
ALUNO 24	0	0	1	3	2	0	2	3	4	0	4	3	21,1%	36,8%	57,9%
MÉDIAS DAS NOTAS DA TURMA													20,1%	48,7%	60,0%
OBSERVAÇÕES: ALUNO 10: Foi transferido para outra Escola da Rede Municipal. N2p^A(%) = Nota percentual da primeira avaliação Anexo II Turma A N2s^A(%) = Nota percentual da segunda avaliação Anexo II Turma A N2t^A(%) = Nota percentual da terceira avaliação Anexo II Turma A															

ANEXO XI – NOTAS AVALIAÇÕES ANEXO 2 – TURMA B

ORD	AVALIAÇÃO APLICADA EM 15/02/2017				AVALIAÇÃO APLICADA EM 07/03/2017				AVALIAÇÃO APLICADA EM 05/04/2017				PRÉ- AVALIAÇÃO 15/02/2017 N2p ^B (%)	AVALIAÇÃO APÓS CONTEÚDO 07/03/2017 N2s ^B (%)	AVALIAÇÃO APÓS ROBÓTICA 05/04/2017 N2t ^B (%)
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4			
	6	4	4	5	6	4	4	5	6	4	4	5			
ALUNO 1	3	3	4	5	4	2	2	3	6	4	4	5	78,9%	57,9%	100,0%
ALUNO 2	0	0	2	3	6	2	2	3	6	4	4	5	26,3%	68,4%	100,0%
ALUNO 3	0	0	2	3	4	0	2	3					26,3%	47,4%	0,0%
ALUNO 4	0	0	2	3	4	2	2	3	6	4	4	5	26,3%	57,9%	100,0%
ALUNO 5	0	0	0	0	1	2	2	3	6	4	4	5	0,0%	42,1%	100,0%
ALUNO 6	0	0	2	3	4	2	2	3	6	4	4	5	26,3%	57,9%	100,0%
ALUNO 7	0	0	2	2	4	2	2	3	6	3	4	5	21,1%	57,9%	94,7%
ALUNO 8	0	0	2	3	6	1	2	3	6	4	4	5	26,3%	63,2%	100,0%
ALUNO 9	1	0	2	2	4	2	2	3	6	4	4	5	26,3%	57,9%	100,0%
ALUNO 10	0	0	2	2	4	2	2	3	6	4	4	5	21,1%	57,9%	100,0%
ALUNO 11	1	0	2	2	2	2	2	3	6	4	4	5	26,3%	47,4%	100,0%
ALUNO 12	1	0	1	2	4	2	2	2	6	4	4	5	21,1%	52,6%	100,0%
ALUNO 13	1	0	1	2	4	2	2	3	6	4	4	5	21,1%	57,9%	100,0%
ALUNO 14	1	0	1	3	1	0	2	3	6	3	4	5	26,3%	31,6%	94,7%
ALUNO 15	4	0	2	3	4	2	2	3	6	4	4	5	47,4%	57,9%	100,0%
ALUNO 16	1	0	2	3	4	2	2	3	6	4	4	5	31,6%	57,9%	100,0%
ALUNO 17	1	0	1	2	2	0	2	2	6	3	4	5	21,1%	31,6%	94,7%
ALUNO 18	2	0	2	3	4	1	2	2	6	4	4	5	36,8%	47,4%	100,0%
ALUNO 19	1	0	4	3	4	2	4	3	6	4	4	5	42,1%	68,4%	100,0%
ALUNO 20	2	0	2	2	3	2	1	2	6	4	4	5	31,6%	42,1%	100,0%
ALUNO 21	2	0	2	2	2	2	2	3	6	4	4	5	31,6%	47,4%	100,0%
ALUNO 22	0	0	2	2	4	2	4	3	6	4	4	5	21,1%	68,4%	100,0%
ALUNO 23	1	0	2	1	4	1	2	3	6	3	4	5	21,1%	52,6%	94,7%
ALUNO 24	2	0	1	2	6	2	2	3	6	3	4	5	26,3%	68,4%	94,7%
ALUNO 25	0	0	1	2	4	2	2	3					15,8%	57,9%	0,0%
ALUNO 26									6	4	4	5	0,0%	0,0%	100,0%
MÉDIAS DAS NOTAS DA TURMA													28,6%	54,5%	91,3%
OBSERVAÇÕES: ALUNOS 3 e 25: Foram transferidos para outra Escola da Rede Municipal. ALUNO 26: Foi transferido de outra Escola da Rede Municipal. N2p^B(%) = Nota percentual da primeira avaliação Anexo II Turma B N2s^B(%) = Nota percentual da segunda avaliação Anexo II Turma B N2t^B(%) = Nota percentual da terceira avaliação Anexo II Turma B															