



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

IGOR YEPES

USO DE DRONES COMO  
TECNOLOGIA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS STEAM

Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas

PORTO ALEGRE

2020

USO DE DRONES COMO  
TECNOLOGIA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS STEAM

Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas

IGOR YEPES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito para obtenção do título de Doutor em Informática na Educação.

Orientador: Dante Augusto Couto Barone

Linha de pesquisa: Paradigmas para a Pesquisa sobre o Ensino Científico e Tecnológico

### CIP - Catalogação na Publicação

Yepes, Igor

Uso de Drones como Tecnologia Pedagógica em Disciplinas STEAM: Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas / Igor Yepes. -- 2021.

240 f.

Orientador: Dante Augusto Couto Barone.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Aprendizagem significativa. 2. Metodologias ativas. 3. Robótica educativa. 4. Drones. I. Barone, Dante Augusto Couto, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

**ATA SOBRE A DEFESA DE TESE DE DOUTORADO  
IGOR YEPES**

Às quatorze horas do dia vinte e oito de janeiro de dois mil e vinte e um, no endereço eletrônico <https://mconf.ufrgs.br/spaces/bancas-dos-orientandos-do-profdante-barone>, conforme a portaria 2291 de 17/03/2020 que suspende todas as atividades presenciais possíveis, nesta Universidade, reuniu-se a Comissão de Avaliação, composta pelos Professores Doutores: Eliseo Berni Reategui, Marco Antônio Moreira, Cláudio de Castro Monteiro para a análise da Defesa de Tese de Doutorado intitulada “**Uso de Drones como Tecnologia Pedagógica em Disciplinas STEAM: Um Enfoque voltado ao Aprendizado Significativo com Metodologias Ativas**”, do doutorando de Pós-Graduação em Informática na Educação Igor Yepes sob a orientação da Prof. Dante Augusto Couto Barone.

A Banca, reunida, após a apresentação e argüição, emite o parecer abaixo assinalado.

[ X ] Considera a Tese Aprovada  
( ) sem alterações;  
( X ) sem alterações, com voto de louvor;  
( ) e recomenda que sejam efetuadas as reformulações e atendidas as sugestões contidas nos pareceres individuais dos membros da Banca;

[ ] Considera a Tese Reprovada.

Considerações adicionais (a critério da Banca):

---

---

---


---

---

---

---

---

  
Prof. Dr. Dante Augusto Couto Barone  
Orientador

\_\_\_\_\_(videoconferência)\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui  
PPGIE/ UFRGS

\_\_\_\_\_(videoconferência)\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marco Antônio Moreira  
UFRGS

\_\_\_\_\_(videoconferência)\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Claudio de Castro Monteiro  
IFTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos André Bulhões Mendes

Vice-Reitor: Prof<sup>a</sup>. Patricia Pranke

Pró-Reitoria de Ensino (Graduação e Pós-Graduação): Prof<sup>a</sup>. Cíntia Inês Boll

Diretor do CINTED: Prof. Leandro Krug Wives

Coordenador do PPGIE: Prof<sup>a</sup>. Liane Margarida Rockenbach Tarouco

## **AGRADECIMENTO**

Dedico este trabalho à minha esposa Gláucia e aos meus filhos Érik, Dante e Luiza, que são o motivo deste esforço em uma etapa avançada da minha vida. Agradeço também ao meu orientador pela acolhida, compreensão e suporte em todos os momentos de dúvidas. Finalmente, dedico à minha mãe, falecida no início da pandemia, que certamente estaria muito orgulhosa neste momento.

## RESUMO

Vislumbra-se na atualidade uma escassez de profissionais na área de exatas. Entra aí a importância do ensino em áreas STEAM (acrônimo do Inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) com intuito de impulsionar o processo criativo, o pensamento crítico, a investigação e a experimentação por meio da educação científica. Buscando meios de motivar esse engajamento, verificou-se que no Brasil e no mundo os drones estão se tornando uma realidade cada vez mais presente, com inúmeras aplicações na área civil. Entretanto, mesmo com o surgimento de drones comerciais com fins didáticos, são escassos estudos científicos de tal aplicação no ambiente pedagógico e sua inserção é ainda praticamente nula no ambiente escolar. Assim, este estudo visa a análise da viabilidade do uso de um conjunto de tecnologias baseado em drones, pensadas com base em aspectos de aprendizagem significativa mediante metodologia ABP (Aprendizado Baseado em Problemas). O estudo foi realizado com alunos de um curso de técnico em informática integrado ao ensino médio de uma instituição pública federal. A pesquisa seguiu uma linha de análise quali-quantitativa, na qual os dados foram coletados a partir dos resultados obtidos em um pré e um pós-teste – sobre os quais foram efetuadas análises com estatística descritiva – além de gravações dos alunos durante as intervenções, observações realizadas pelo pesquisador e uma entrevista coletiva semiestruturada – sobre as quais incidiram análises qualitativas. Ao final foi realizada uma triangulação entre as metodologias, buscando aspectos congruentes entre as diferentes técnicas utilizadas que pudessem fornecer resposta à questão deste estudo. Como resultado, constatou-se que as oficinas ministradas pela metodologia ABP em associação com a plataforma baseada em drones auxiliaram na compreensão, construção e interpretação do conteúdo abordado, possibilitando concluir favoravelmente à questão central deste trabalho, de que há uma relação significativa entre o uso do conjunto tecnológico proposto no processo pedagógico e a possibilidade de aprendizado significativo em áreas STEAM pelos estudantes.

**Palavras-chave:** drones, robótica educativa, aprendizagem significativa, metodologias ativas.

## ***ABSTRACT***

*Currently, there is a shortage of professionals in the exact area. Here comes the importance of teaching in STEAM areas (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) to boost the creative process, critical thinking, research and experimentation through science education. Seeking ways to motivate this engagement, it was found that in Brazil and the world, drones are becoming an increasingly present reality, with numerous applications in the civil area. However, even with the emergence of commercial drones for educational purposes, there are few scientific studies of such application in the educational environment and their insertion is still practically nil in the school environment. Thus, this study aims to analyze the feasibility of using a set of technologies based on drones, thought based on aspects of significant learning by solving problems using the PBL (Problem Based Learning) methodology. The study was carried out with students from a computer technician course integrated with high school at a federal public institution. The study was carried out with students of a computer technician course integrated with the high school of a federal public institution. The research followed a line of quali-quantitative analysis, in which the data were collected from the results obtained in a pre and a post-test - on which analyzes were performed with descriptive statistics; in addition to student recordings during the interventions, observations made by the researcher and a semi-structured interview - on which qualitative analyzes were focused. Finally, a triangulation between the methodologies was carried out, looking for congruent aspects between the different techniques used that could provide an answer to the question of this study. As a result, it was found that the workshops given by the PBL methodology in association with the platform based on drones helped in the understanding, construction and interpretation of the content covered, allowing to conclude favorably to the central question of this work, that there is a significant relationship between the use the technological set proposed in the pedagogical process and the possibility of significant learning in STEAM areas by students.*

**Keywords:** *drones, educational robotics, meaningful learning, active methodologies.*



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP -	Aprendizagem Baseada em Problemas
ABPP -	Aprendizagem Baseada em Problemas por Projetos
ABT -	Aprendizagem Baseada em Times
ACM -	<i>Association for Computing Machinery</i>
AI -	<i>Artificial Intelligence</i>
APM -	<i>ArduPilot Mega</i>
BNCC -	Base Nacional Curricular Comum
CAPES -	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBO -	Classificação Brasileira de Ocupações
CMU -	<i>Carnegie Mellon University</i>
D3 -	<i>Dangerous-Dirty-Dull</i>
DOAJ -	<i>Directory of Open Access Journals</i>
Embrapa -	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPP -	Polipropileno expandido
EsM -	Ensino sob Medida
EUA -	Estados Unidos da América
GC -	Grupo de Controle
GE -	Grupo de Estudo
GPS -	<i>General Position System</i>
GUPPIE -	<i>Glider for Underwater Problem-solving and Promotion of Interest in Engineering</i>
ICMC -	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
IEEE -	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IES -	Instituição de Ensino Superior
INEP -	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INSPER -	Instituição de ensino superior brasileira que atua nas áreas de negócios, economia, direito, engenharia mecânica, engenharia mecatrônica e engenharia da computação
IpC -	Instrução pelos Colegas
JiT -	<i>Just-in-Time Teaching</i>
MIT -	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NASA -	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>

NIED -	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
OCDE -	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
P&D -	Pesquisa e Desenvolvimento
PCN -	Parâmetros Curriculares Nacionais
PEA -	Perturbações do Espectro do Autismo
Petrobrás -	Petróleo Brasileiro S.A.
PI -	<i>Peer Instruction</i>
PID -	Proporcional, Integral, Derivativo
PISA -	<i>Programme for International Student Assessment</i>
PPGIE -	Programa de Pós-graduação em Informática na Educação
PVC -	Policloreto de polivinila
SAEB -	Sistema de Avaliação da Educação Básica
STEAM -	<i>Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics</i>
TBL -	<i>Team-based Learning</i>
TIC -	Tecnologia da Informação e Comunicação
UAS -	<i>Unmanned Aircraft Systems</i>
UAV -	<i>Unmanned Aerial Vehicles</i>
UFRGS -	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ -	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN -	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unicamp -	Universidade Estadual de Campinas
USP -	Universidade de São Paulo
VANT -	Veículo Aéreo não Tripulado

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tendência na performance brasileira em leitura, matemática e ciências no PISA desde o ano 2000. ....	18
Figura 2 - Recém-graduados por ano no Brasil em áreas STEAM e não-STEAM. ....	20
Figura 3 - Conceitos propostos por Ausubel sobre a teoria da aprendizagem significativa. ....	29
Figura 4 - Formas de aprendizagem segundo Ausubel. ....	30
Figura 5 - Crianças aprendendo com a tartaruga Logo de Papert. ....	35
Figura 6 - Dinâmica do voo de um drone do tipo quadrotor. ....	45
Figura 7 - Makeblock app - o ambiente de programação do Airblock. ....	67
Figura 8 - Drone Airblock com o módulo central e os módulos contendo os motores. ....	68
Figura 9 - Airblock em duas possíveis configurações: drone e hovercraft. ....	68
Figura 10 - Interface do DroneBlocks. ....	69
Figura 11 - Da esquerda para a direita drones DJI Inspire, Phantom, Mavic e Sparc. ....	69
Figura 12 - Drone Tello, produzido pela empresa chinesa Ryze Tech com tecnologia DJI. ....	70
Figura 13 - Visualização da missão para drones munidos de GPS. ....	70
Figura 14 - Drone4You II Block da empresa Science4you. ....	71
Figura 15 - Micro drone programável Parrot Mambo drone. ....	71
Figura 16 - Exemplo de jogo disponibilizado pela Tynker. ....	72
Figura 17 - Interface do Tynker, ambiente de programação em blocos lógicos compatível com o Parrot Mambo Drone. ....	73
Figura 18 - Dois Drones Tello EDU com um Mission Pad, produzidos pela empresa chinesa Ryze Tech com tecnologia DJI. ....	74
Figura 19 - Kit para as oficinas com drones composto por: 1 -Drone Tello Ryze Tech / DJI; 2 - Drone Landing Pad de 55cm com estacas para fixação externa; 3 -Gaiola protetora PGY-Tech; 4 -Carregador de baterias Tello; 5 -Baterias Tello Fullymax; 6 -Hélices sobressalentes; 7 – protetores de hélice. ....	77
Figura 20 - LEPEP ÍCARO antes da adaptação para as oficinas. ....	78
Figura 21 - Primeira estrutura de segurança montada para testes com os drones. ....	79
Figura 22 - Pesquisador durante a reestruturação da estrutura de segurança. ....	80
Figura 23 - Gaiolas de proteção individual dos drones. ....	80
Figura 24 - Estrutura final para testes com os drones. ....	81
Figura 25 - Área de testes dos drones com cenário montado para atividade da oficina. ....	82
Figura 26 - Óculos de segurança em policarbonato. ....	93
Figura 27 - Regra da mão direita para sistema de coordenadas 3D do drone Tello. ....	120
Figura 28 - Tela do computador mostrando pesquisa paralela dos alunos sobre coordenadas 3D. ....	121
Figura 29 - Imagem com os dados parciais compreendidos pelo grupo. ....	123
Figura 30 - Movimento do drone simulado pelo aluno para explicar aos colegas. ....	124
Figura 31 - Movimento do drone simulado pelo aluno para demonstrar erro na trajetória por não aplicar a rotação. ....	125

Figura 32 - Código desenvolvido pelo grupo para solução da última atividade da segunda oficina.....	126
Figura 33 - Diagrama das etapas do trabalho sob a metodologia ABP. ....	128
Figura 34 - Sequência com o raciocínio do aluno GE03-M na resolução do problema 01 da terceira oficina.....	133
Figura 35 - Primeiro problema resolvido pelo grupo 02 com anotações dos alunos.....	135
Figura 36 - Segundo problema resolvido pelo grupo 04 com anotações dos alunos.....	136
Figura 37 - Exemplo de medidas necessárias para resolver o problema 4 da oficina 3. ....	141
Figura 38 - Primeira senoide do problema 05.....	142
Figura 39 - Segunda senoide do problema 05 com eixos X e Y invertidos em relação ao primeiro movimento.....	143
Figura 40 - Sobreposição final representando o movimento resultante do drone no problema 05. ....	143
Figura 41 - Alunas analisando o sentido dos eixos com a mão errada (esquerda). ....	147
Figura 42 - Folha da lista de atividades do Grupo 04, com anotações e respostas das alunas. .	150
Figura 43 - Alunos do GE coletando medidas do cenário. ....	151
Figura 44 - Comparação de valores entre diferentes unidades de medida realizada pela aluna. ....	152
Figura 45 - Folha com anotações e solução do segundo problema da oficina 4.....	153
Figura 46 - Professor de Matemática auxiliando um dos grupos na compreensão matemática do problema 2 da quarta oficina.....	154
Figura 47 - Primeiros dois movimentos senoidais da atividade 4 da oficina 4.....	156
Figura 48 - Terceiro movimento cossenoidal do problema 4 da oficina 4 com eixos invertidos. ....	156
Figura 49 - Sobreposição dos movimentos do drone gerados no problema 4 da oficina 4. ....	157
Figura 50 - Página com rascunho e solução do problema 4 da oficina 4 do grupo 4. ....	157
Figura 51 - Aluno GE03-M (em pé ao centro) verificando o trabalho dos demais grupos e auxiliando-os na codificação dos problemas, enquanto seus colegas coletam dados no cenário do próximo problema. ....	158
Figura 52 - Entrevista: Compreendeu as atividades propostas nas oficinas? .....	162
Figura 53 - Entrevista: Qual a maior dificuldade encontrada nas atividades?.....	165
Figura 54 - Entrevista: as atividades com drones facilitaram o aprendizado?.....	166
Figura 55 - Entrevista: Aplicação do conhecimento adquirido em outros contextos? .....	167
Figura 56 - Entrevista: Você se sentiu mais ou menos motivado a participar das aulas neste formato? .....	168
Figura 57 - Entrevista: Você acha que deu o seu melhor para desenvolver este trabalho? .....	169
Figura 58 - Entrevista: Você gosta de trabalhar em grupo?.....	171
Figura 59 - Entrevista: Os colegas de grupo foram solícitos e participativos?.....	171
Figura 60 - Entrevista: Os colegas de outros grupos foram colaborativos? .....	172
Figura 61 - Entrevista: Na sua opinião qual a importância de saber trabalhar em grupo? .....	173
Figura 62 - Entrevista: Dificuldades na utilização dos drones para resolver os problemas. ....	175

Figura 63 - Entrevista: área do curso de graduação desejado.....	179
Figura 64 - Entrevista: grande área do curso desejado pelos alunos participantes da entrevista segundo o sexo. ....	180
Figura 65 - Diagrama dos aspectos principais da triangulação.....	186

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Notas do Pré e Pós-teste do GE. ....	103
Tabela 2 - Notas do Pré e Pós-teste do GC. ....	103
Tabela 3 - Comparativo dos testes de acordo com o sexo. ....	107
Tabela 4 - Frequência das notas dos testes por faixa e sexo. ....	109
Tabela 5 - Frequência geral das notas dos testes por faixa. ....	110
Tabela 6 - Frequência das notas do pós-teste do GE e do GC por faixa. ....	110
Tabela 7 - Quantidade de acertos por questão do teste para cada grupo (GE e GC). ....	111
Tabela 8 - Total de acertos por questão em relação à Taxonomia de Bloom revisada. ....	112

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Subcategoria conhecimento no domínio cognitivo da taxonomia de Bloom revisada.....	83
Quadro 2 - Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom – revisada.....	84
Quadro 3 - Classificação dos exercícios do pré e pós-teste conf. a taxonomia de Bloom revisada. ..	85
Quadro 4 - Teste T de Student realizado com as notas do pré-teste dos grupos GE e GC.....	105
Quadro 5 - Teste T de Student realizado com as notas do pós-teste dos grupos GE e GC.....	106
Quadro 6 - Teste T de Student sobre as médias do Pré-teste do GE por sexo.....	108

# Sumário

1	Introdução .....	16
1.1	Problema de pesquisa .....	22
1.2	Objetivo .....	23
1.2.1	Objetivos específicos .....	23
1.3	Estrutura da Tese .....	25
2	Referencial teórico .....	26
2.1	David Paul Ausubel e a aprendizagem significativa .....	26
2.2	Robótica educativa .....	34
2.3	Metodologias ativas.....	38
2.4	Drones .....	43
2.4.1	Drones na robótica educativa e as BNCCs .....	48
3	Estado da arte e trabalhos correlatos .....	52
3.1	Iniciativas particulares/comerciais .....	66
3.1.1	<i>Kit</i> de robótica educativa <i>Airblock</i> .....	67
3.1.2	DroneBlocks.....	68
3.1.3	Drone4You II Blocks .....	70
3.1.4	Parrot Mambo Drone .....	71
3.1.5	<i>Tello EDU</i> .....	74
4	Materiais, ambiente e instrumentos utilizados .....	76
4.1	Drones e componentes adicionais ( <i>kits</i> ) .....	76
4.2	Ambiente estruturado para os experimentos .....	78
4.3	Material complementar.....	81
4.4	Pré e Pós-teste .....	83
4.5	Planejamento e estruturação das oficinas .....	86
4.5.1	Oficina 01 – Introdução ao <i>Scratch</i> .....	87
4.5.2	Oficina 02 – Programação de drones com <i>Scratch</i> .....	88
4.5.3	Oficina 03 – Drones e funções trigonométricas I .....	89
4.5.4	Oficina 04 – Drones e funções trigonométricas II .....	90
4.6	Entrevista.....	91
5	Metodologia .....	93
5.1	Etapas .....	95
5.2	Riscos .....	97



5.3	Amostra .....	97
5.4	Metodologia de coleta e análise dos dados .....	99
5.4.1	Procedimentos .....	100
5.5	Tratamento e análise dos dados .....	101
5.5.1	Relato e análise do pré-teste e do pós-teste .....	102
5.5.2	Relato e análise das oficinas .....	114
5.5.2.1	Oficina de introdução ao Scratch .....	115
5.5.2.2	Oficina de programação de drones com Scratch .....	119
5.5.2.3	Oficina de drones e funções trigonométricas I – Seno .....	127
5.5.2.4	Oficina de drones e funções trigonométricas II - Seno e Cosseno .....	145
5.5.3	Relato e análise da entrevista .....	159
5.5.3.1	Bloco 1 da entrevista: Sobre a metodologia adotada .....	160
5.5.3.2	Bloco 2 da entrevista: Sobre a tecnologia utilizada .....	173
6	Resultados e discussão .....	181
7	Propostas de trabalhos futuros .....	188
5.	Referências .....	189
6.	Apêndices .....	200
	Apêndice A – Roteiro da Oficina 03 .....	201
	Apêndice B – Roteiro da Oficina 04 .....	211
	Apêndice C – Roteiro da entrevista .....	218
7.	Anexos .....	219
	Anexo I – TALE .....	220
	Anexo II – TCLE .....	223
	Anexo III – Parecer consubstanciado do CEP – UFRGS .....	226
	Anexo IV – Parecer consubstanciado do CEP - IFFar .....	236

# 1 Introdução

Vislumbra-se na atualidade uma escassez de profissionais na área de exatas, o que representa um grande limitador em termos de desenvolvimento para o Brasil e para o mundo. Entra aí a importância do ensino em áreas STEAM<sup>1</sup> (acrônimo do Inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) com intuito de impulsionar o processo criativo, o pensamento crítico, a investigação e a experimentação por meio da educação científica.

Para Carl Sagan (Sagan, 1996), astrofísico americano, consultor da NASA para as viagens à Lua e criador da icônica série de televisão Cosmos (nos anos 80), “Toda criança nasce cientista. Nós é que tiramos isso delas. São poucas as que passam pelo sistema com sua admiração e entusiasmo pela ciência intactos”. Elas precisam saber observar, criar hipóteses, tentar, errar, tentar novamente. Essas ações, tão comuns e naturais no desenvolvimento infantil, nada mais são do que a essência do método científico. As crianças e jovens necessitam ser estimulados nesse sentido.

Até mesmo aqueles que optarem por seguir carreira em outras áreas, fora das áreas STEAM, precisam ter uma formação sólida relativa a esses conteúdos, pois assim terão chance de criar oportunidades em um competitivo mercado de trabalho, no qual a ciência e a tecnologia permeiam de forma crescente praticamente todas as áreas do saber e, cada vez mais, ganha maior valor o que se sabe fazer com o conhecimento e não a quantidade de conhecimento que se tem.

Em muitos países o ensino de ciência e tecnologia são elementos-chave no processo escolar. Contudo, esse ensino vem se deparando com diversos desafios, com destaque para o desinteresse dos alunos por essa categoria de disciplinas e o baixo interesse em seguir carreiras científicas, o que, segundo estudos, está diretamente associado à forma como as aulas de ciências são ministradas, em geral, com base em um livro didático da disciplina e no aprendizado mecânico (Bernardo et al., 2008; Brok et al., 2006; Gouw e Bizzo, 2016). Segundo (Garcia et al., 2018) a conjuntura atual tende a ser ainda mais

---

<sup>1</sup> Segundo (Pugliese, 2020) atualmente a sigla STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ainda é mais conhecida e já está consolidada. A adição da letra A (*Arts*) é relativamente recente, motivo de ampla discussão, e é considerada por muitos como um passo importante para uma educação em conformidade com as práticas do século XXI. Dessa maneira, a natureza subjetiva da aplicação das artes auxilia no processo de equilibrar o conhecimento objetivo e técnico da matemática e das ciências. As artes incorporam a criatividade instigando o “pensar fora da caixa”, o resolver problemas de forma criativa e inesperada.

agravada devido à criação de políticas de avaliação em larga escala e de responsabilização da escola e dos professores, que visam, no Brasil, as áreas de Linguagem e Matemática, com exclusividade, deixando o ensino de Ciências em segundo plano.

Com o crescente avanço tecnológico, fica evidente que uma grande parte das profissões atuais e futuras terão, de forma mais ou menos marcante, relação com a tecnologia, o que evidencia a importância de preparar os alunos em disciplinas STEAM, desde seus primeiros anos de formação.

Os resultados obtidos pelo Brasil no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)<sup>2</sup>, coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e realizado a cada três anos, apresentam, estatisticamente, uma estagnação nos índices de aproveitamento dos alunos nas áreas de Leitura, Ciências e Matemática. Segundo matéria da FAPESP (2019) em 2018, 79 países participaram do PISA, dos quais trinta e sete são membros da OCDE. O Brasil aparece classificado entre as 20 piores colocações no ranking, com metade dos seus alunos não entendendo o que lê e nem sabendo efetuar contas simples.

Conforme o INEP (2019), o cenário atual do Brasil no exame, apresenta situações de incapacidade na compreensão de textos e na capacidade de resolução de problemas matemáticos e questões científicas simples. Ao comparar as notas do Brasil com a média dos países da OCDE, o Brasil apresenta resultados bastante inferiores nas três áreas avaliadas, como pode ser visto a seguir, com a colocação do Brasil no ranqueamento realizado entre os 79 países participantes do PISA:

- **Leitura:** OCDE 487, Brasil 413; faixa do Brasil no ranking: 55º e 59º.
- **Matemática:** OCDE 489, Brasil 384; faixa do Brasil no ranking: 69º e 72º.
- **Ciências:** OCDE 489, Brasil 404; faixa do Brasil no ranking: 64º e 67º.

---

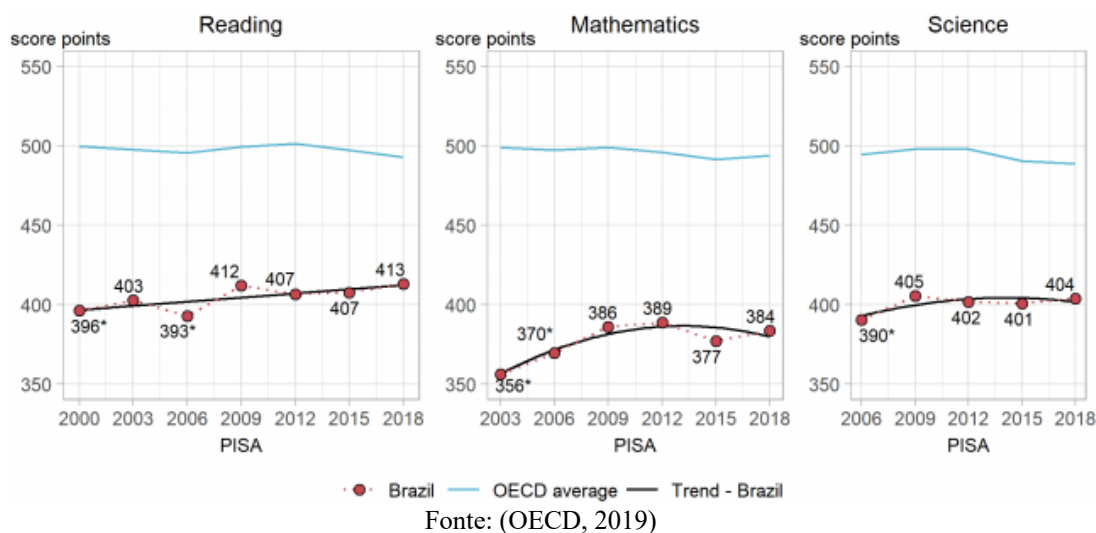
<sup>2</sup> O *Programme for International Student Assessment* (PISA) – programa internacional de avaliação de estudantes – é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada de forma amostral a estudantes matriculados a partir do 7º ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. O objetivo do PISA é produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico. A avaliação procura verificar até que ponto as escolas de cada país participante estão preparando seus jovens para exercer o papel de cidadãos na sociedade contemporânea (INEP, 2019).

Ao realizar o Pisa, os alunos não têm uma avaliação direta sobre os conhecimentos adquiridos na escola, mas sim um teste da sua capacidade de compreender e raciocinar sobre questões objetivas (múltipla escolha) nas três áreas avaliadas.

O exame do PISA é realizado desde o ano 2000 com o Brasil já incluído como participante. Inicialmente os resultados do Brasil indicavam a tendência a um desempenho crescente nas três categorias avaliadas. Contudo, houve pouca ou nenhuma variação nos resultados entre 2012 e 2018. A nota do exame mais recente apresenta uma pequena recuperação, mas considerada não significativa estatisticamente, o que aponta para indicadores estagnados em relação a 2009 (Fapesp, 2019).

O gráfico apresentado na figura 1 permite visualizar a linha corresponde à média dos países integrantes da OCDE em azul e, abaixo dela, a linha mostrando o desempenho do Brasil nos testes em cada uma das três áreas avaliadas (Leitura, Matemática, Ciências).

*Figura 1 - Tendência na performance brasileira em leitura, matemática e ciências no PISA desde o ano 2000.*



Em análise dos determinantes do mau desempenho do Brasil no PISA realizada por Sasaki et al. (2018) para o do Centro de Políticas Públicas do Insper, chegou-se à conclusão de que esse mau desempenho se deve especialmente ao fato de que grande parte dos avaliados não conseguiram concluir a prova, o que pode ter relação com a dificuldade e demora para compreender o enunciado da questão e para desenvolver o raciocínio necessário na elaboração da resposta. Assim, o decaimento parece estar mais relacionado às habilidades cognitivas. Em adição a isso, o baixo desempenho do Brasil pode estar vinculado à dificuldade de se fazer exames no formato do PISA. Os alunos

parecem aprender a responder as questões no decorrer da prova, apresentando mais facilidade no segundo bloco do que no primeiro – a probabilidade de chegar ao final do segundo bloco e a taxa de acerto são superiores à probabilidade de chegar ao final do primeiro bloco, o qual apresenta uma taxa de acerto inferior. O mesmo padrão não é tão evidente em países com as maiores notas.

Ainda segundo o estudo do Centro de Políticas Públicas do Insper (Sasaki et al, 2018) entende-se ser interessante aprofundar e estender a análise para os anos anteriores do PISA, buscando compreender como ocorre a evolução dos indicadores cognitivos e não cognitivos. Tal análise, juntamente com os dados de indicadores de desempenho econômico, permitirá traçar um panorama de como as habilidades socioemocionais influenciam o processo, além de testar a hipótese de que as diferenças do decaimento entre escolas da rede pública (estadual e municipal) e privadas decorreriam da diferença de renda entre alunos, e o tipo de escola representaria somente um proxy para esta condição.

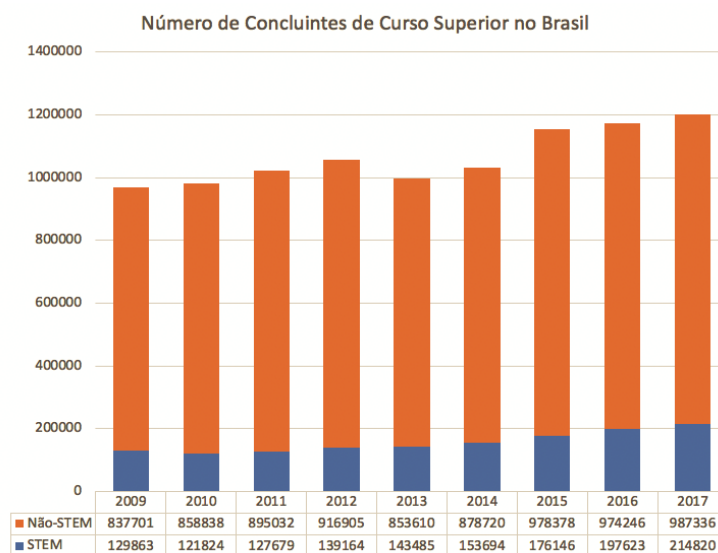
O desempenho do Brasil no PISA deixa clara a necessidade de reavaliar os ambientes educacionais, bem como a forma como os conteúdos são ministrados no Brasil. Exames no formato do PISA abordam os conteúdos de forma integradora, da mesma forma como as disciplinas STEAM devem ser trabalhadas, o que evidencia a necessidade de investir na aprendizagem multidisciplinar. Com os nativos digitais, isso representa um grande desafio para os professores, pois estes necessitam compreender as características desses alunos, compreender as divergências de prioridades entre gerações (do professor e do aluno) e ajudar os estudantes a construir sua própria maneira de aprender.

As metodologias ativas de aprendizagem buscam atender as necessidades desses estudantes, mediante mudanças na forma de aprender e ensinar, com uma proposta de ensino mais dinâmico e divertido, tornando-o mais atraente para os alunos (Lima, 2017).

Trabalhando disciplinas da área STEAM com metodologias ativas, o aprendiz tem a oportunidade de desenvolver habilidades como liderança, capacidade de trabalho em equipe, melhoria no relacionamento interpessoal, sendo agente efetivo de sua própria aprendizagem, pois necessita buscar os conceitos para solução dos problemas propostos pelo professor, o qual passa atuar como um mentor ou facilitador do processo (Brighenti et al., 2015).

Segundo (Bonini et al., 2020), analisando busca por carreiras no Brasil (ver figura 2) em termos de formação STEAM e não-STEAM, com base em dados de 2016, o Brasil, com 16%, está em um ritmo de crescimento semelhante ao dos Estados Unidos (13%) na proporção de recém-graduados em áreas STEAM em relação às outras áreas, ficando bem atrás da China (41%) e da Índia (21%). Contudo, apesar de o Brasil apresentar um crescimento maior, no que se refere aos quantitativos de força de trabalho STEAM os EUA superam em muito o Brasil.

Figura 2 - Recém-graduados por ano no Brasil em áreas STEAM e não-STEAM.



Fonte: (Bonini et al., 2020)

O estudo (Bonini et al., 2020) destaca ainda que a qualidade dos 10% melhores profissionais de áreas STEAM dos EUA apresenta qualidade superior à dos 10% melhores de qualquer outra nação, tendo como base a liderança dos EUA em termos de inovação produtiva. Os formandos em áreas STEAM no Brasil apresentam um perfil semelhante ao dos países da OCDE, com sub-representação feminina e maior estabilidade empregatícia, contudo, não há uma análise comparativa da qualidade dos profissionais formados nos diferentes países.

Fica claro que é necessário um maior esforço em incentivar os estudantes desde cedo a ingressar em áreas STEAM, seguindo exemplo de outros países que iniciam essa motivação nos primeiros anos de contato dos alunos com a escola, o que não vem ocorrendo de forma muito evidente no Brasil.

Analisando mais especificamente as disciplinas STEAM, percebe-se que o ensino de certos conteúdos encontra uma série de barreiras que, por vezes, dificultam e até

mesmo impedem o aprendizado por parte dos alunos. Entre essas barreiras há as frequentemente categorizadas como concepções alternativas ou *misconceptions*, que nada mais são do que as interpretações próprias dos alunos sobre o mundo que os cerca, construídas primordialmente de maneira informal mediante suas experiências cotidianas, gerando concepções equivocadas e errôneas que impedem a aprendizagem ou a identificação de componentes produtivos dessas concepções para outros contextos (Gurel, 2015).

Outro grave problema para o devido aprendizado de disciplinas STEAM advém da desmotivação que muitos alunos encontram com relação a essas disciplinas, muitas vezes por carregarem um preconceito de serem disciplinas difíceis de entender por possuírem alta complexidade, tal como foi colocado anteriormente neste trabalho.

Assim, nota-se que os alunos frequentemente lançam mão de suas observações empíricas do mundo, sem o formalismo adequado, como, por exemplo, em uma praia, com uma ampla visão do oceano, utilizar uma longa régua estendida contra a linha do horizonte e, a partir da observação do seu campo visual, concluir que a terra é plana, pois a linha do horizonte não se curva em relação à reta traçada pela régua. Pode-se destacar também, que grande parte dos alunos consegue utilizar processos algorítmicos para resolver problemas matemáticos sem ter uma completa concepção dos conceitos científicos envolvidos. Segundo Arroio (2006), “em geral eles memorizam equações e esquemas para resolução de problemas, mas apresentam um desempenho sofrível em teste de compreensão conceitual.”

Muitos desses problemas, poderiam ser evitados, ou minimizados, se durante o processo formal de aprendizagem o conteúdo fosse apresentado de forma prática, com objetos de aprendizagem adequados, contando com a interação do aluno. Ou seja, mediante a apresentação de problemas reais a serem resolvidos pelos estudantes, utilizando o método científico em conjunto com metodologias ativas, com uso de plataformas propícias aos conteúdos desenvolvidos, evitando as tradicionais aulas totalmente dialógicas (ou monológicas), unidirecionais e monótonas para um público acostumado com a abundância de informação disponibilizada pela Internet.

Percebe-se então, a necessidade de um maior empenho no desenvolvimento de metodologias e tecnologias que consigam atrair a atenção dos jovens para além das redes sociais. Assim, é evidente o crescente interesse pelo uso de robótica educativa, realidade virtual, realidade aumentada, jogos computacionais e outras vertentes tecnológicas com

foco nos processos pedagógicos, que buscam despertar o interesse dos alunos pelas áreas STEAM, mediante aulas mais envolventes, nas quais os alunos possam aprender muitos conceitos. De outra forma, os mesmos seriam repassados de maneira totalmente teórica e tediosa na visão desse público, o qual passa pela disciplina como mero espectador de um filme desinteressante, aprendendo de forma mecânica, sem realmente assimilar o conteúdo.

Seguindo o rumo já traçado em muitos estudos sobre uso de robótica educativa em sala de aula (Costelha e Neves, 2018; Bezerra Junior et al., 2018; Plaza et al., 2018; D'Abreu e Bastos, 2015; Lopes, 2010; Gonzáles e Builes, 2009), vislumbra-se o surgimento de artefatos tecnológicos que, por ora, estão praticamente ignorados ou subutilizada pela área de ensino: os drones multirotores. Esses equipamentos robóticos apresentam uma série de características que os torna de alto interesse para alunos e professores, pois possibilitam a realização de uma gama de atividades que podem, se bem aplicadas, propiciar momentos de aprendizado, interação e reflexão diferenciados para os alunos, por se tratar de equipamentos que possuem características muito peculiares em relação aos robôs tradicionais.

Com esse foco, este trabalho busca embasamento nas teorias de David P. Ausubel, psicólogo da educação norte-americano, criador do modelo teórico da aprendizagem significativa, e no uso de metodologias ativas para validar a aplicabilidade de um conjunto de tecnologias baseada em drones como tecnologia de cunho pedagógico, a qual será testada com alunos do ensino médio de um curso técnico integrado em Informática.

## **1.1 Problema de pesquisa**

Como visto até o momento, há poucas iniciativas sobre uso de drones na robótica educativa em termos de propostas e pesquisas de caráter científico, devidamente embasadas em aspectos pedagógicos e metodológicos. Contudo, na área comercial já despontam algumas iniciativas de diversas empresas, pois essas constataram que os drones, como unidades robóticas ou meramente como brinquedos tecnológicos, além de despertar a curiosidade de jovens e adultos, apresentam uma série de características de alto interesse e impacto para uso com estudantes dos mais diversos níveis de ensino (como será visto no item 2.4).



Assim, abre-se um leque de possibilidades que vão desde o ensino de conceitos fundamentais de matemática, mecânica e eletrônica, até avançados conceitos de robótica, física e programação, entre tantos outros que podem ser direta ou indiretamente vinculados ao uso de drones como tecnologia de cunho pedagógico, tanto em áreas STEAM quanto em outras áreas.

Dessa forma, destaca-se como problema central desta Tese, o uso e verificação de aplicabilidade de uma plataforma de robótica educativa baseada em drones como tecnologia de cunho pedagógico, composta pelos drones, componentes adicionais para construção de cenários para resolução de problemas e por um conjunto de atividades STEAM pensadas com base em aspectos de aprendizagem significativa, visando a melhoria do desenvolvimento cognitivo dos alunos mediante a resolução de problemas em sala de aula pela metodologia ABP. Com os resultados deste estudo, pretende-se analisar e verificar a seguinte questão de pesquisa:

- **Podem os drones servir como instrumento eficaz para subsidiar a aprendizagem significativa em disciplinas STEAM?**

## **1.2 Objetivo**

O objetivo geral deste trabalho engloba a verificação da viabilidade do uso de um conjunto de tecnologias baseada em drones, que se apoie em metodologias ativas e que servirá como base para avaliar a possibilidade de aprendizado significativo por parte do aprendiz, em disciplinas de áreas STEAM.

### **1.2.1 Objetivos específicos**

Para se atingir o objetivo central deste estudo, propõe-se o seguinte conjunto de objetivos específicos:

#### **Quanto às tecnologias utilizadas:**

- Avaliar e selecionar entre os drones comerciais de baixo custo existentes o que apresenta o melhor conjunto integrado entre equipamento, características técnicas, ambiente de programação e custo-benefício;

- Estruturar um ambiente propício ao trabalho com metodologias ativas e drones, de forma adequada;
- Estruturar uma plataforma baseada no drone selecionado que possibilita flexibilidade na construção de cenários para resolução de problemas;
- Analisar e implementar estratégias de segurança que propiciem ao drone baixo ou nulo risco à integridade humana na sua utilização.

### **Quanto às possibilidades pedagógicas:**

- Levantar as possibilidades de geração de conhecimento que possam ser propiciadas pelo uso de drones como tecnologias pedagógicas com auxílio de professores da disciplina de Matemática, selecionando o tema que melhor se encaixe no momento das oficinas (ainda não abordado com os alunos);
- Elaborar, juntamente com o professor da disciplina e no tema selecionado, um conjunto de atividades que atendam os requisitos para aprendizagem significativa mediante ABP com uso das tecnologias propostas;
- Elaborar com base no material utilizado pelo professor de Matemática um pré e pós-teste, segundo metodologia específica que possibilite avaliar estágio de aprendizagem, para aplicar aos alunos participantes do experimento, possibilitando uma análise quantitativa;
- Propor módulos de interesse para complemento do aparato tecnológico, de maneira a dar maior flexibilidade nas configurações de montagem dos cenários de resolução de problemas, incentivando a criatividade;
- Realizar intervenções na forma de oficinas com os alunos, de forma a testar e verificar a aplicabilidade das atividades com uso do conjunto tecnológico, conforme proposta metodológica deste trabalho;
- Realizar, após as oficinas, entrevista com os alunos participantes do experimento de forma a coletar dados adicionais e verificar nível de satisfação quanto à plataforma utilizada;
- Efetuar a análise crítica dos dados coletados.

### 1.3 Estrutura da Tese

Tendo em vista as colocações iniciais deste trabalho é necessário realizar um aprofundamento teórico para delimitar adequadamente o problema de pesquisa, dessa forma, este estudo foi desenvolvido atendo-se à estrutura descrita nos próximos parágrafos.

O primeiro capítulo apresenta uma breve contextualização da educação STEAM no Brasil, suas implicações na formação profissional e o problema de pesquisa juntamente com os objetivos propostos na execução deste estudo.

No segundo capítulo são apresentadas as teorias e bases pedagógicas que embasam a proposta, contemplando a aprendizagem significativa de David P. Ausubel, uma contextualização sobre robótica educativa e suas origens, bem como uma abordagem introdutória às metodologias ativas e aos drones no contexto pedagógico.

O terceiro capítulo apresenta uma pesquisa bibliográfica sobre robótica educativa com drones, ressaltando alguns trabalhos correlatos de relevância em disciplinas STEAM e apresentando algumas iniciativas em termos de estudos científicos e produtos comerciais com foco na utilização de drones como ferramentas de cunho pedagógico. Nota-se existência de poucos estudos com drones na área de ensino STEAM, apesar desses equipamentos apresentarem, em teoria, uma gama de aplicações didáticas que vale a pena explorar.

No quarto capítulo são descritos os materiais, ambientes e instrumentos utilizados neste estudo, incluindo os *kits* propostos, o ambiente estruturado para trabalhar em segurança e os recursos desenvolvidos para a coleta de dados.

O quinto capítulo apresenta a metodologia aplicada na utilização dos componentes tecnológicos e das propostas pedagógicas, bem como a forma de coleta de dados e verificação de aplicabilidade pedagógica mediante a análise dos resultados obtidos em cada etapa.

O sexto capítulo apresenta a triangulação realizada sobre os resultados qualitativos e quantitativos descritos pelo pesquisador, buscando a confirmação ou não da proposição apresentada neste trabalho.

Por fim, o último capítulo, apresenta uma breve descrição de trabalhos futuros, que serão (ou já estão sendo) implementados como resultado e continuidade deste estudo.

## 2 Referencial teórico

O levantamento apresentado nesta etapa do estudo está também descrito em Yepes e Barone (2018c) e com variações e uma abordagem diferente em termos de teorias de aprendizagem em Yepes e Barone (2018a; 2018b).

### 2.1 David Paul Ausubel e a aprendizagem significativa

David Paul Ausubel foi um psicólogo da educação norte-americano, nascido em outubro de 1918, no bairro do Brooklin em New York. Filho de imigrantes Judeus, nasceu e vivenciou momentos históricos marcantes, quando a população judia sofria perseguições (Revolução Russa e Segunda Guerra Mundial) o que, de certa forma, influenciou na sua personalidade e atitudes, pois cresceu insatisfeito com a educação que recebia, segundo ele, violenta, com castigos e humilhações. Na década de 1950 Ausubel iniciou seus estudos para a construção da Teoria da Aprendizagem Significativa, que posteriormente revolucionaria o campo da educação, com contribuições à valorização da relação desenvolvida entre professor e aluno, o conhecimento prévio e de mundo da criança. Teve uma vida docente bastante ativa e dedicada, falecendo em setembro de 2008, aos 90 anos de idade (Soares et al., 2017).

Antes de focar na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, é importante ressaltar que, para os estudiosos das teorias da aprendizagem, estas podem ser categorizadas como cognitivas, afetivas ou psicomotoras. De forma simplista, a aprendizagem cognitiva pode ser definida como resultante do armazenamento total e organizado das ideias na mente do indivíduo; a afetiva resulta de experiências e sinais internos do indivíduo, sentimentos, tais como ansiedade, satisfação e dor, envolvendo também o resultado da interação entre professor e aluno; por fim, a psicomotora envolve respostas musculares resultantes de treinos e práticas (Moreira, 2018).

Ausubel enfatiza para seu trabalho a aprendizagem cognitiva. A ênfase de Ausubel se dá na aquisição, armazenamento e organização das ideias no cérebro do indivíduo. Para ele, toda estrutura cognitiva tem pontos de ancoragem, assim, novos conceitos vão se conectar a esses pontos de ancoragem, se organizando e sendo então internalizados (aprendidos).

Aprendizagem para Ausubel (Faria, 1989) consiste na agregação de novas ideias à estrutura cognitiva existente. Nesse aspecto, o aprendizado pode ser categorizado como

mecânico ou significativo. Na aprendizagem significativa uma nova informação é relacionada com algum aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo, um subsunçor, o qual possibilita que essa nova informação seja incluída na estrutura cognitiva. Assim, essa nova informação se relaciona de forma não arbitrária (existência de uma relação lógica e explícita entre a nova ideia e uma ou mais já contidas na estrutura cognitiva do indivíduo) e substantiva (após o aprendizado, o indivíduo conseguirá explicar o novo conceito com suas próprias palavras, ou seja, utilizando uma linguagem sinônima, consegue expressar o mesmo significado) com as ideias pré-existentes.

Já na aprendizagem mecânica, as novas ideias ou informações não se relacionam de forma lógica e clara com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Não há um conceito subsunçor na estrutura para ancorar essa nova informação, assim, essa nova informação pode ser incorporada na estrutura cognitiva de forma mecânica, por exemplo mediante memorização (decoreba), sendo armazenada de forma arbitrária, diferente do aprendizado significativo, não tendo garantia de flexibilidade no uso nem de longevidade dentro da estrutura. Ausubel, não estabelece uma distinção entre aprendizagem significativa e mecânica, sendo ambas componentes de um processo contínuo de aprendizagem, pois ora o indivíduo aprende de forma significativa, ora de forma mecânica (Moreira, 2018).

Ausubel (2000) afirma que a aprendizagem pode ser processada de duas maneiras diferentes: por recepção ou por descoberta. Na aprendizagem por recepção, apesar do nome, não se trata de um processo passivo, uma vez que haverá subsunçores que servirão para ancoramento de novos conhecimentos, permitindo sua internalização. Assim, mesmo se tratando de uma aula expositiva, internamente haverá bastante atividade por parte do indivíduo, pois os subsunçores estarão interagindo com as novas informações, permitindo sua incorporação, e reestruturando a estrutura cognitiva. No processo de aprendizagem por descoberta o conteúdo deve ser descoberto pelo aprendiz. Assim, ao invés dele receber os conceitos ou ideias, ele deve realizar a descoberta utilizando os recursos que lhe forem disponibilizados. Ao contrário de Piaget que prioriza a aprendizagem por descoberta, Ausubel dá maior relevância à aprendizagem por recepção e ressalta que ambas podem ocorrer de forma mecânica (Faria, 1989).

Segundo Moreira (2018), o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. É função do professor identificar essas estruturas de conhecimento no aluno e promover o ensino em conformidade. São esses

conhecimentos prévios que servirão de ponto de ancoragem para as novas informações. São os conceitos inclusivos denominados por Ausubel de subsunçores, conceitos existentes na estrutura cognitiva, que servirão de ponto de ancoragem para novas informações que tenham alguma relação com eles.

Os subsunçores podem se originar de aprendizagem mecânica. Caso a pessoa não conheça nada sobre um determinado tema, aprenderá de forma mecânica até gerar pontos de ancoragem sobre o assunto na estrutura cognitiva. À medida que essa aprendizagem deixa de ser mecânica, gerando subsunçores na estrutura cognitiva, passa a ser significativa, propiciando pontos de ancoragem para novos conceitos.

Ausubel propõe ainda outro conceito importante para origem dos subsunçores: os organizadores prévios (Ausubel et al., 1983). Estes são materiais introdutórios, os quais são apresentados ao aprendiz antes do conteúdo em si, visando potencializar o surgimento de relações não-arbitrárias e substantivas entre as novas ideias e a estrutura cognitiva preexistente no indivíduo. Sua função seria servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve aprender de forma significativa, sendo utilizados quando o aprendiz não possui subsunçores para o novo conteúdo. São ancoradouros provisórios para novos conceitos, podendo ser descartados ao ocorrer o aprendizado significativo.

Segundo Moreira (2012) os organizadores prévios podem ser expositivos ou comparativos. Os expositivos são elaborados com base no que o aprendiz já sabe sobre outras áreas de conhecimento, suprimindo a falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material, ou seja, podem ser necessários quando o indivíduo não possui estruturas de ancoragem específicas sobre um determinado conteúdo. Quando o foco da aprendizagem se refere a algum conteúdo de certa familiaridade para o indivíduo, entram em cena os organizadores comparativos, integrando e discriminando as novas informações e conceitos, ideias ou proposições, basicamente similares, que já estão presentes na estrutura cognitiva.

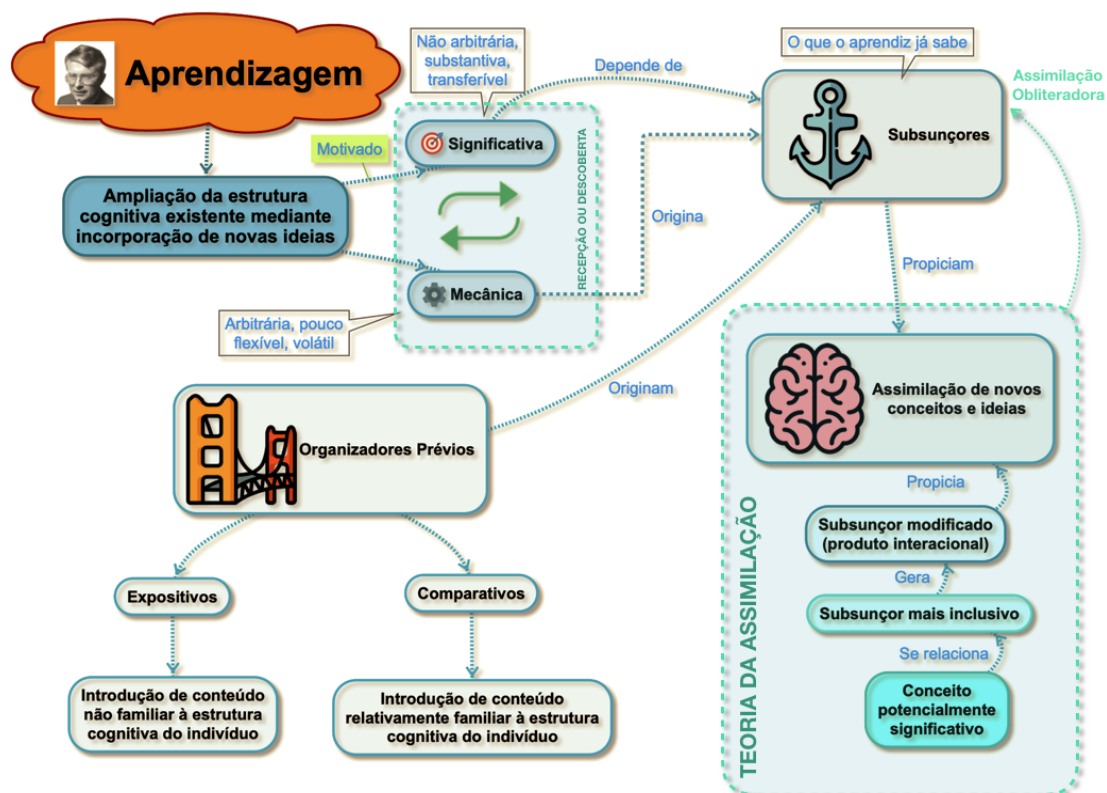
Dessa forma, para promover o aprendizado significativo o material a ser aprendido necessita ser relacionável, de maneira não arbitrária, com prévia existência de subsunçores adequados na estrutura cognitiva do aprendiz. O aprendiz deve ter disposição para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva. Caso não exista essa disposição (intenção de aprender de forma significativa) provavelmente o aprendizado será mecânico (apenas memorizado), de pouca longevidade e pouco flexível. Sabe-se que o aluno adquiriu a aprendizagem de forma significativa quando se constata que ele

consegue expressar o conceito de forma clara quanto ao significado, precisa, consegue diferenciar o conceito e tem a capacidade de transferência.

Com intuito de deixar mais claro e preciso o processo de aquisição e organização de significados, Ausubel propõe a teoria da assimilação (Ausubel, 2000; Moreira, 2018). Ocorre assimilação quando um conceito potencialmente significativo, é relacionado e assimilado por um conceito subsunçor mais inclusivo já existente na estrutura cognitiva, gerando então um produto interacional (subsunçor modificado). Há ainda, de forma concomitante ao processo de assimilação, outro processo que Ausubel denomina de assimilação obliteradora, assim, as novas informações tornam-se espontâneas e progressivamente menos dissociáveis de seus subsunçores até que não sejam mais passíveis de reprodução como entidades individuais.

O mapa mental a seguir (figura 3) apresenta um compilado dos conceitos propostos por Ausubel sobre a teoria da aprendizagem significativa vistos até agora.

Figura 3 - Conceitos propostos por Ausubel sobre a teoria da aprendizagem significativa.



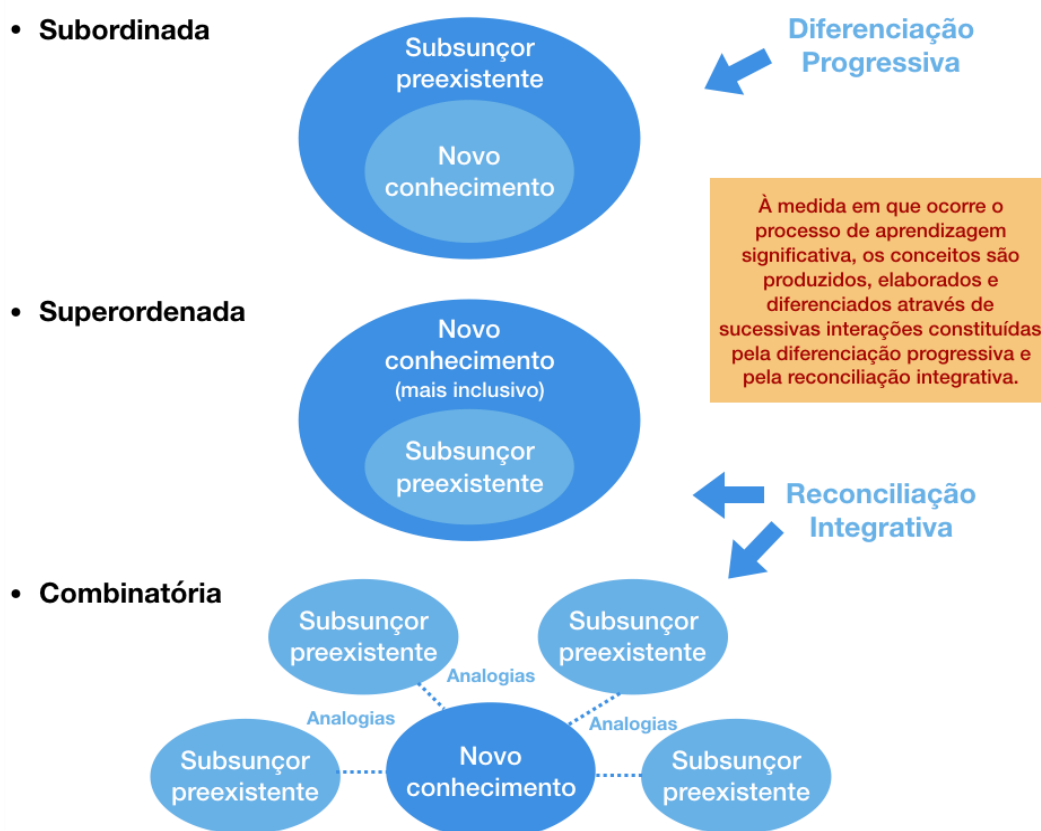
Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação às formas de aprendizagem segundo Ausubel (2000), tem-se a aprendizagem subordinada, na qual o novo material aprendido vai manter uma

subordinação em relação ao conceito subsunçor preexistente na estrutura cognitiva; a aprendizagem superordenada, na qual os novos conceitos aprendidos, por serem mais gerais e inclusivos que o subsunçor, terminam assimilando os conceitos da estrutura cognitiva preexistente, formando um novo subsunçor mais geral e inclusivo; e, por fim, tem-se a aprendizagem combinatória, a qual ocorre quando a aprendizagem não consegue se efetivar nem por subordinação nem por superordenação. Esta última ocorre pelo uso de analogias, buscando a relação com subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva, que possam auxiliar na compreensão de novos conceitos.

À medida em que ocorre o processo de aprendizagem significativa, os conceitos são produzidos, elaborados e diferenciados através de sucessivas interações constituídas pela diferenciação progressiva e pela reconciliação integrativa (figura 4).

Figura 4 - Formas de aprendizagem segundo Ausubel.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na diferenciação progressiva, que ocorre predominantemente na aprendizagem por subordinação, as ideias mais gerais e mais inclusivas do conteúdo a ser aprendido são inicialmente apresentadas para, posteriormente, serem gradualmente diferenciadas. Assim, o conceito original vai sendo detalhado e especializado, evoluindo por meio das



assimilações subordinadas. Em termos de detalhe e especificidade é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas. Já na reconciliação integrativa, que ocorre predominantemente pela aprendizagem superordenada ou pela combinatória, as ideias existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados, são exploradas as relações entre as ideias; dessa forma, o conteúdo não apenas deverá proporcionar a diferenciação progressiva, como também deve observar relações entre proposições e conceitos, ressaltando diferenças e similaridades relevantes e reconciliando inconsistências reais ou aparentes (Ausubel et al., 1983; Faria, 1989).

Ausubel ainda sugere como aquele que está ensinando pode facilitar o processo de aprendizagem significativa. Para ele, o papel do professor exige quatro práticas básicas (Moreira, 2018):

- Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, determinando os conceitos e princípios unificadores inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, organizando-os de forma hierárquica, de maneira que progressivamente eles abranjam os menos inclusivos, permitindo alcançar compreensão dos exemplos e dados específicos. Nessa etapa podem ser utilizados mapas conceituais (Tolfo, 2020; Gomes et al., 2019; Romlie et al., 2017);
- Identificar quais os subsunçores relevantes para a aprendizagem do conteúdo de forma significativa;
- Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe, permitindo então identificar dentre os subsunçores relevantes, quais já estão disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz, os quais devem ser tomados como ponto de partida para o ensino do novo conceito;
- Utilizar facilitadores na aquisição do conceito (de modo significativo), como, por exemplo, utilizar organizadores prévios para facilitar o processo de aquisição desse novo conceito.

Os significados construídos pelos alunos são resultado de uma complexa série de interações nas quais há ação de no mínimo três elementos: o próprio aluno, os conteúdos de aprendizagem e o professor, que atua simultaneamente como guia e mediador, conduzindo o processo de construção do conhecimento e motivando a participação do

aluno em tarefas e atividades que lhe permitam construir significados cada vez mais próximos dos conteúdos no currículo escolar. Assim, pode-se afirmar que o processo de aprendizagem deve atender dois requisitos (Ausubel et al., 1983):

- O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, próximo ao interesse e experiência do aluno;
- O aluno deve estar motivado a aprender, o que pode ser o maior desafio para o professor, pois este deve estimular o interesse do aluno, orientando-o em uma determinada direção, de forma a promover o aprendizado significativo.

Finalmente, segundo Shuell (1990), é possível classificar a fase do aprendizado significativo em que o estudante se encontra em uma das três descritas a seguir:

**Fase inicial de aprendizagem:**

- O aprendiz encontra uma grande quantidade de fatos e partes de informação que, para ele, são mais ou menos isolados conceitualmente.
- O aprendiz tende a memorizar fatos e usa esquemas pré-existentes para interpretar os dados isolados.
- Uma vez que o aprendiz tem pouco conhecimento específico do domínio, o processo inicial é de natureza global. Ele deve confiar em estratégias de resolução de problemas gerais, independentes de domínio e conhecimento de outros domínios para interpretar as novas informações, fazer comparações e encontrar analogias que lhe pareçam relevantes.
- A informação assimilada pelo aprendiz é concreta e não abstrata e vinculada ao contexto específico em que ocorre.
- Para o aprendiz o encontro com um novo domínio de conhecimento envolve a aprendizagem mecânica de fatos mais ou menos isolados (memorização de novos termos ou de possíveis fatos-chave).
- Gradualmente, o aluno constrói uma visão geral do novo domínio, mas ainda com dificuldade para ter uma compreensão clara. Para isso utiliza o conhecimento prévio (que em certos casos pode representar um obstáculo), sugere possibilidades iniciais e delimita a informação, estabelece analogias (com base em domínios que conhece melhor) e constrói suposições baseadas em experiências anteriores.

**Fase intermediária de aprendizagem:**

- Gradualmente, o aprendiz começa a ver semelhanças e relações entre as partes conceitualmente isoladas de informações. Novos esquemas que fornecem ao aluno mais poder conceitual são formados, mas essas novas estruturas e esquemas ainda não permitem que o aprendiz se conduza de forma totalmente autônoma ou automática.
- Formas mais significativas de aprendizado proposicional e processual predominam e o estudante deve alcançar uma compreensão mais profunda do conteúdo, raciocinar com ele e aplicá-lo com flexibilidade em outros contextos.
- Há maior oportunidade de reflexão sobre o domínio do conteúdo. O conhecimento se torna mais abstrato e menos dependente do contexto específico em que foi originalmente adquirido.
- É possível o uso de estratégias tais como mapas conceituais e redes semânticas (para realizar comportamentos metacognitivos) bem como utilizar as informações na resolução de problemas, onde a informação a ser assimilada é necessária.

**Fase terminal de aprendizagem:**

- As estruturas e esquemas de conhecimento formados durante a fase intermediária tornam-se mais integrados e funcionam com maior autonomia. Na maioria das situações, o desempenho começa a ser mais automático, inconsciente e sem esforço, porque as estruturas de conhecimento relevantes agora controlam o comportamento de maneira mais direta.
- O aprendiz depende muito, se não exclusivamente, de estratégias específicas do domínio para resolver problemas, responder perguntas e assim por diante.
- A maior ênfase está no desempenho e não no aprendizado, pois qualquer mudança no desempenho é provavelmente o resultado de diferentes requisitos da tarefa, em vez de mudanças ou ajustes internos.
- O aprendizado que ocorre durante esta fase provavelmente consiste em: (a) adição de novos fatos a esquemas pré-existentes, ou (b) níveis cada vez mais altos de inter-relacionamentos entre os esquemas.

De certa forma, a aprendizagem deve ser vista como um processo contínuo, no qual a transição entre as fases acontece de forma gradual. Em determinados momentos durante o processo de aprendizagem, podem ocorrer sobreposições entre as diferentes fases. Para Shuell (1990) a aprendizagem em um domínio particular nunca termina, mas um ponto é alcançado quando o aprendiz atinge autonomia (se torna especialista), dando pouca atenção ou exercendo pouco esforço mental na aplicação do conhecimento assimilado sobre diferentes contextos.

## 2.2 Robótica educativa

Segundo (D'Abreu e Bastos, 2015), a robótica educativa deu seus primeiros passos nos EUA no início da década de 1980, com o desenvolvimento da linguagem Logo - fruto da pesquisa de Seymour Papert. No Brasil, o início se deu dentro de universidades como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Os projetos mais recentes, vêm sendo desenvolvidos em instituições nacionais como o grupo *Warthog Robotics*, vinculado ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED/UNICAMP), o Programa de Pós-graduação em Informática na Educação da UFRGS (PPGIE/UFRGS), a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), além de diversas outras instituições nacionais e internacionais, como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e a *Carnegie Mellon University* (CMU), nos Estados Unidos.

Seymour Papert, foi um cientista sul-africano, pioneiro da inteligência artificial, educador e epistemólogo revolucionário, um dos pesquisadores de maior destaque do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) onde, juntamente com Marvin Minsky, fundou o laboratório de inteligência artificial em 1963. Atuou no Centro Internacional de Epistemologia Genética, na Faculdade de Ciências de Genebra, e era, segundo Piaget (1978, p. 17), o "colaborador ideal" pelo seu perfil multidisciplinar, com ênfase em matemática, cibernética e neurologia.

Papert estudou diretamente com Piaget durante um período aproximado de 5 anos (Lopes, 2010), foi grande amigo de Paulo Freire e atuou fortemente no desenvolvimento da informática educativa, tendo criado a linguagem Logo na década de 60, com foco

inicial nas crianças (figura 5), a qual determinou um divisor de águas no desenvolvimento de *software* educativo, com sua arquitetura inspirada na teoria do construcionismo, do próprio Papert, que foi o impulsionador de outras iniciativas mais recentes, como o próprio *Scratch*<sup>3</sup> (Callegari, 2015).

*Figura 5 - Crianças aprendendo com a tartaruga Logo de Papert.*



Fonte: <http://cyberneticzoo.com>

Para Papert, a transição de matemático para educador iniciou no começo da década de 1960, quando os computadores mudaram a forma de produção do seu próprio trabalho. O que mais o impressionou foi o fato de que determinados problemas abstratos e de difícil compreensão se tornaram concretos e transparentes, e projetos que pareciam interessantes, mas muito complexos, se tornaram administráveis. Ao mesmo tempo, experimentou pela primeira vez a sensação de empolgação e poder que mantêm as pessoas trabalhando noite adentro com computadores. Papert então percebeu que as crianças poderiam aproveitar as mesmas vantagens, um pensamento que mudou sua vida (Papert, 1993, p. 13).

Uma das críticas realizadas por Papert é que, apesar da evolução das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) com a disponibilização de uma gama de ferramentas e estilos de aprendizagem, o ensino pouco mudou, mantendo um forte apego a um currículo de disciplinas isoladas, com o conhecimento sendo transmitido em pequenas doses e verificado, em sua grande maioria, mediante provas no formato tradicional.

---

<sup>3</sup> *Scratch* é uma linguagem de programação visual desenvolvida no MIT, inicialmente pensada para ensino de programação para crianças. É baseada em blocos que podem ser facilmente conectados para compor estruturas lógicas.

Segundo Lopes (2010), Papert concentra seus esforços no conceito de que projeto e design são formas de expor formas de pensar e sentir, vitais para o processo de aprendizagem. Para ele, a aprendizagem emerge de forma mais efetiva pela construção pessoal de artefatos significativos, como o desenvolvimento de um programa de computador ou de um robô, por exemplo.

No âmbito da educação, a robótica educativa, também conhecida como robótica pedagógica, é uma ferramenta que estimula o desenvolvimento de competências como a colaboração, a criatividade e a iniciativa. Assim, ela possui um caráter multidisciplinar que gera oportunidades de aprendizagem relacionadas com problemas do mundo real, permitindo ao aprendiz idealizar soluções para problemas, concretizando-as de forma dinâmica e motivadora.

O ambiente de aprendizagem gerado pela robótica educativa propicia a aprendizagem significativa, transformando as aulas em laboratórios de experimentação e exploração. Esse ambiente engloba diferentes áreas do conhecimento, primordialmente, disciplinas de áreas STEAM, tais como a Matemática, a Física, a Eletrônica e a Mecânica e a Informática, proporcionando um entorno integrador para os processos de ensino (Khine, 2017; Mead et al., 2012; Benitti, 2012).

Papert reafirma a importância do processo de construção, pois o ideal é o aprendiz criar abstrações para compreender melhor o conteúdo repassado no ensino formal. Dessa maneira, no construcionismo, o aluno deixa de ser um espectador e passa a ser um agente no processo - inverte-se a relação; ao invés do computador repassar ao aprendiz o conteúdo, é o aprendiz que constrói o conteúdo no computador. Utilizando o computador como ferramenta, alunos e professores têm então a possibilidade de executar projetos para resolver diversos tipos de problemas, o que pode ser alcançado, por exemplo, utilizando linguagens de programação para desenvolver programas que possam representar a solução.

Segundo Malec (2001), no aspecto pedagógico, a robótica educativa pode ser analisada sob duas vertentes: a robótica na educação e a robótica para educação. Na primeira, o aluno aprende sobre robótica, a robótica é o foco do processo pedagógico; na segunda, o aluno utiliza a robótica para aprender diferentes assuntos em diversas áreas do conhecimento. Esse duplo enfoque possibilita o desenvolvimento de projetos educativos de aprendizagem significativa, que devem coletar objetivos, conteúdos, metodologia, estratégias de aprendizagem a aplicar, recursos físicos mínimos para o desenvolvimento

das atividades e critérios de avaliação para verificação do grau de assimilação de conhecimento por parte dos alunos.

O uso de robótica na educação é, sem dúvida, algo atrativo para os alunos e certamente torna o processo pedagógico mais "divertido". Contudo, diversão não é motivação suficiente para incluir um tópico em um currículo formal. Geralmente as instituições de ensino necessitam mais argumentos para aceitar um novo curso, disciplina ou uma nova metodologia como sendo útil do ponto de vista educacional. É muito comum que os alunos se entusiasmem com cursos baseados em robótica, mas provar que os robôs são úteis em um contexto educacional específico é muito mais difícil que isso. São necessários dados concretos que possam ser utilizados para apoiar a tese de que um determinado conteúdo, com um determinado objetivo educacional, realmente se beneficia desse tipo de abordagem (Malec, 2001).

Como ferramenta de apoio ao ensino fundamental e médio, têm sido conseguidos aportes consideráveis na aprendizagem de conceitos principalmente relacionados com áreas STEAM, como as matemáticas, as ciências e a programação, mediante uso de ferramentas que atraiam o interesse dos alunos e que facilitem o processo pedagógico (Papert, 1993). O uso de robótica educativa em sala de aula se justifica para o aprendizado de diferentes áreas (Pinto et al., 2010), estimulando o acesso ao conhecimento de temáticas de difícil assimilação e pouco motivadoras para estudo. Nesses contextos educativos, é necessário gerar ambientes interdisciplinares de aprendizagem que superem as meras experiências extracurriculares, reconhecendo a robótica como elemento articulador do conhecimento.

De acordo com o estudo de Zilli (2004), entre as principais vantagens pedagógicas oferecidas pela robótica em sala de aula, podem ser citadas:

- O desenvolvimento do raciocínio e da lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- O favorecimento da interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas STEAM;
- A possibilidade de testar em um equipamento físico o que foi aprendido na teoria ou em programas que simulam o mundo real;
- O estímulo à leitura, a exploração e a investigação;

- O fortalecimento de habilidades de trabalho em grupo, organização e de comunicação interpessoal;
- A estimulação da criatividade e o desenvolvimento de autossuficiência na busca e obtenção de conhecimentos;
- A geração de habilidades para investigar e resolver problemas concretos.

A robótica educativa traz um novo olhar para educação onde o aprendiz é o agente do processo, fazendo parte da construção de seu conhecimento, criando e interferindo no meio, não se limitando a fornecer respostas mecânicas sobre o ambiente, mas buscando também dar um significado próprio. Por sua própria atuação, o aprendiz consegue ressignificar sua vivência.

### **2.3 Metodologias ativas**

A educação formal vem enfrentando uma crise existencial e, para superá-la, necessita evoluir, tornar-se relevante e interessante para seu público alvo, possibilitando que todos aprendam de forma competente a conhecer, a construir seus projetos de vida e a conviver em sociedade. É necessário rever os processos de organização curricular, as metodologias, os tempos e os espaços das práticas pedagógicas, sobre isso, Morán (2015) afirma:

O que a tecnologia traz hoje é integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital. Não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada, que se mescla, hibridiza constantemente. (Morán, 2015, p. 16).

Esse trecho retirado do trabalho de Morán é apresentado dentro do contexto de tecnologias móveis e ambientes virtuais, mas é fácil e natural encaixar a robótica educativa nessa realidade. As características multidisciplinares do uso de robótica como uma ferramenta pedagógica, abrem um leque de opções para interação entre diversas disciplinas em sala de aula, o que tende a despertar o interesse dos alunos não somente pelos aspectos tecnológicos e inovadores da robótica, mas também pela possibilidade de ver o aprendizado sendo traduzido em algo concreto, algo palpável para o aprendiz, algo em que ele consegue aplicar o conhecimento para construir e visualizar uma utilidade prática.



Para Andrade et al. (2016) o uso de robótica educativa transporta o aprendiz para além da simples observação, do aprendizado abstrato, das formas de soluções e modelagem, uma vez que sua prática oferece uma aprendizagem dinâmica e significativa mediante a contextualização e a problematização. A robótica educativa estimula os alunos a trabalharem de forma colaborativa, com base em algo concreto, com ênfase na socialização, trabalho em equipe e o aprendizado de áreas STEAM.

Segundo Moran (2007) diversas instituições de ensino estão buscando usar metodologias de ensino e aprendizagem mais integradas, com forte uso das mais diversas tecnologias. Não existe um caminho único para atingir tal integração com o necessário engajamento de alunos e professores nessa causa. Para permitir que uma instituição logre tal feito é essencial a preparação de professores, funcionários e alunos no domínio técnico e pedagógico. Moran complementa:

Cada vez se consolida mais nas pesquisas de educação a ideia de que a melhor maneira de modificá-la é por metodologias ativas, focadas no aluno, como a metodologia de projetos de aprendizagem ou a de solução de problemas. Essas metodologias tiram o foco do “conteúdo que o professor quer ensinar”, permitindo que o aluno estabeleça um vínculo com a aprendizagem, baseado na ação-reflexão-ação. Os projetos podem estar centrados em cada área de conhecimento isoladamente (projetos dentro de cada disciplina) ou integrar áreas de conhecimento de forma mais ampla (projetos interdisciplinares) (Moran, 2007, p. 63).

Morán (2015, p. 19) afirma: “Nas metodologias ativas de aprendizagem, o aprendizado se dá a partir de problemas e situações reais; os mesmos que os alunos vivenciarão depois na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso”. Nas metodologias ativas o foco está em preparar o aprendiz para a vida e, para que isso seja possível, o professor deve disponibilizar um ambiente em que o estudante se sinta motivado à reflexão, aos questionamentos e ao gosto pelo saber. Dessa maneira, o aprendiz exerce um papel ativo e crítico durante o processo de aprendizagem.

Para Berbel (2011, p. 28) “as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor”. O professor atua como facilitador ou orientador motivando o aprendiz a pesquisar, refletir e decidir estratégias para alcançar os objetivos de aprendizado estabelecidos, ou seja, “desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições

de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos” (Berbel, 2011, p.29).

Nas metodologias ativas tem-se o professor como um mentor, um facilitador, do processo de aprendizagem e, nesse contexto, o aprendiz vai guiando o andamento do ensino de acordo com suas necessidades, interesses e ritmo e, caso não ocorra a esperada assimilação do conhecimento por parte do aluno, é necessária a intervenção do professor de forma adequada à situação apresentada.

Entre as diversas metodologias ativas em uso nos mais diversos contextos (Paiva et al., 2016) destacam as seguintes:

- **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP):** para Rocha e Lemos (2014) a ABP se diferencia da metodologia tradicional, pois derruba as barreiras entre as diversas disciplinas curriculares, utilizando contribuições das diversas áreas do conhecimento para propor e solucionar problemas. O processo de aprendizagem é guiado pela apresentação aos alunos de um problema não completamente estruturado a ser resolvido, tal como seria comum ocorrer fora da sala de aula. No processo de resolução do problema, os alunos constroem o conhecimento do conteúdo e desenvolvem habilidades de resolução de problemas, bem como as competências de aprendizagem autodirigida, promovendo um ambiente favorável ao desenvolvimento metacognitivo dos estudantes. Segundo Rocha e Lemos (2014) diversos estudos têm apresentado vantagens do ABP na retenção de conteúdos, pensamento crítico e desenvolvimento de competências para resolução de problemas, em relação ao ensino tradicional. Metodologicamente, a ABP pode iniciar com o aluno estudando um determinado tema estipulado pelo professor, fora da aula e de forma individual. O aluno deve buscar as informações necessárias, visando se familiarizar com os conceitos propostos, e anotar as dúvidas e dificuldades que encontrou para compreendê-lo. Essas anotações serão foco de discussão em sala de aula, onde o professor irá propor problemas pertinentes ao tema em questão. Esses problemas são discutidos em grupos pelos alunos, procurando chegar a uma solução, para a qual a participação de cada aluno é importante, pois é da colaboração, raciocínio conjunto e compartilhamento de conhecimentos, que devem chegar a uma solução compatível com o problema apresentado. Na ABP, o aluno está no centro da

aprendizagem, diferente das metodologias tradicionais nas quais é o professor que ocupa essa posição. Segundo Souza e Dourado (2015, p. 187):

Em contraponto, os métodos tradicionais de ensino proporcionam o aprendizado de conceitos num contexto teórico. Para muitos estudantes, o principal produto desse ensino é representado pela memorização. A ABP, por iniciar-se com a apresentação de um problema, envolver discussão em grupo, acompanhamento do professor e a investigação cooperativa, contribui significativamente para conferir mais relevância e aplicabilidade aos conceitos aprendidos.

Durante esse tipo de atividade, algumas etapas devem ser respeitadas e realizadas a fim de alcançar o aprendizado significativo (Souza e Dourado, 2015):

1. Contextualização: escolha do contexto real da vida dos alunos para a identificação do problema e a preparação e sistematização, pelo professor, dos materiais necessários à investigação. O Professor deve vincular o conhecimento prévio (subsunçores) dos alunos ao conteúdo que será abordado.
  2. Problematização: os alunos recebem do professor o problema que terão que resolver e iniciam o planejamento da investigação.
  3. Resolução: desenvolvimento da investigação com uso dos diversos recursos disponibilizados pelo professor. Os alunos se apropriam das informações por meio de leitura e análise crítica, discutem em grupo o material coletado e levantam as hipóteses de solução.
  4. Apresentação dos resultados e autoavaliação: compartilhamento do conhecimento mediante apresentação dos resultados obtidos, bem como realização de uma autoavaliação do processo de aprendizagem que efetuaram.
- **Aprendizagem Baseada em Problemas e por Projetos (ABPP):** segundo Rocha e Lemos (2014) e Valente (2014), a ABPP enfoca a construção de conhecimento por meio de um trabalho de maior extensão envolvendo uma investigação que responda a uma pergunta complexa, problema ou desafio - geralmente problemas pouco estruturados e, frequentemente, interdisciplinares. A partir desse problema inicial, os alunos se envolvem em um processo de pesquisa, elaboração de hipóteses, busca por recursos e aplicação prática da

informação até alcançar a solução ou desenvolver o produto final. Nas aulas, os alunos e o professor discutem os detalhes do conteúdo, envolvendo-se em conversas significativas próximas ao que seria feito na vida profissional, em quatro fases distintas: intenção, planejamento, execução e julgamento.

- **Instrução pelos Colegas (IpC):** IpC ou *Peer Instruction* (PI), conforme (Rocha e Lemos, 2014) e (Lovato et al., 2018), é uma metodologia que visa fazer com que os alunos aprendam enquanto debatem entre si, com base em um tema definido pelo professor, para o qual é fornecido um material de estudo antes da aula ou é realizada pelo professor uma breve exposição sobre o conceito a ser trabalhado naquele encontro. No IpC os alunos são instigados por perguntas conceituais de múltipla escolha (testes conceituais), direcionadas para indicar suas dificuldades e propiciar uma oportunidade de pensar sobre conceitos desafiadores. Essa técnica promove a interação em sala de aula, com o envolvimento dos alunos na abordagem de aspectos críticos da disciplina.
- **Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*):** de acordo com os estudos de Morán (2015) Valente (2014) e Suhr (2016), nesta modalidade o professor disponibiliza aos alunos um conteúdo para estudo prévio, tornando o espaço das aulas em um local para atividades mais interativas que desenvolvam habilidades de raciocínio mais complexas e não o mero repasse de conteúdo. O material de estudo disponibilizado pelo professor pode ser em diversos formatos: tutoriais, roteiros de estudo, videoaulas, recomendações de leitura, entre outros. Em todos esses casos, o material é elaborado especificamente para essa finalidade e visa inverter o método tradicional. O resultado esperado é o de prover aulas menos expositivas, mais produtivas e com maior participação dos alunos, otimizando o tempo e o conhecimento do professor.
- **Ensino sob Medida (EsM):** conforme (Rocha e Lemos, 2014) o método EsM ou *Just-in-Time Teaching* (*JiTT*), foi projetado para desenvolver a habilidade de trabalho em grupo entre os estudantes, bem como a capacidade de comunicação oral e escrita. Combina comunicação em alta velocidade e um sistema de distribuição rápido para aumentar a eficiência e a flexibilidade de uma organização. O EsM aproveita a alta velocidade de comunicação propiciada pela web com a habilidade de adequar rapidamente o conteúdo para atender necessidades específicas dos estudantes sobre uma determinada aula. O ponto

central do EsM consiste na leitura prévia de material pertinente à aula e atividades que proporcionem um feedback antes da aula, indicando ao professor o conhecimento dos alunos e compreensão do material.

- **Aprendizagem Baseada em Times (ABT):** nos seus estudos sobre metodologias ativas Lovato et al. (2018) e Rocha e Lemos (2014) apresentam a ABT ou *Team-based Learning* (TBL), como uma metodologia que busca criar oportunidades e obter benefícios do trabalho em equipe, por meio da utilização de pequenos grupos de aprendizagem. Costuma ser uma metodologia direcionada para turmas com muitos alunos. Os times formados trabalharão dentro do mesmo espaço físico (em geral, na sala de aula). As atribuições da equipe devem visar o uso de conceitos da disciplina para tomada de decisão, de forma a promover a aprendizagem por meio da interação do grupo. Antes de qualquer trabalho em sala de aula, os alunos devem estudar materiais específicos.

Há ainda outras metodologias ativas como Simulações, Estudo de Caso, Grupos Reflexivos, Debates Temáticos, entre outras (Paiva et al., 2016; Lovato et al., 2018). Contudo, o foco deste trabalho é realizar uma breve apresentação de algumas técnicas e uma explicação um pouco mais detalhada da ABP, uma vez que essa é a metodologia adotada para o desenvolvimento das atividades realizadas com os alunos na verificação da aplicabilidade do conjunto tecnológico proposto, na busca de aprendizagem significativa.

## 2.4 Drones

Drone, também conhecido como Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) é um termo genérico que identifica uma aeronave que pode voar sem tripulação, normalmente projetada para operar em situações perigosas e repetitivas em regiões consideradas hostis ou de difícil acesso. Existe uma grande diversidade de tipos de drones, muitos deles ganhando ênfase na esfera civil e tornando-se uma opção válida no cenário comercial atual (Furtado, 2008).

Essas aeronaves podem ir desde um veículo em escala controlado via rádio (planadores, helicópteros, dirigíveis, aviões, entre outros) a veículos tão sofisticados como aviões em tamanho real, com seus respectivos equipamentos de navegação. Os drones têm propulsão própria utilizando forças aerodinâmicas que provocam a sua

sustentação e não possuem cabine de pilotagem, pois podem ser controlados a distância ou podem possuir algoritmos sofisticados de voo que não requerem a intervenção humana (Sousa, 2011).

Há um grande mercado emergindo a partir de aplicações e serviços potenciais que podem ser oferecidos pelas aeronaves não tripuladas. Mais precisamente, drones podem ser aplicados em missões chamadas de D3 (*Dangerous-Dirty-Dull*), isto é, missões identificadas como perigosas, sujas e/ou enfadonhas. Quando se considera esse tipo de equipamento em aplicações civis, há um grande escopo de cenários possíveis para sua utilização. Por exemplo, pesquisa ambiental remota, monitoração e certificação de poluição, gerenciamento de queimadas, segurança, monitoração de fronteiras, oceanografia, agricultura e aplicações de pesca (Pastor, 2007).

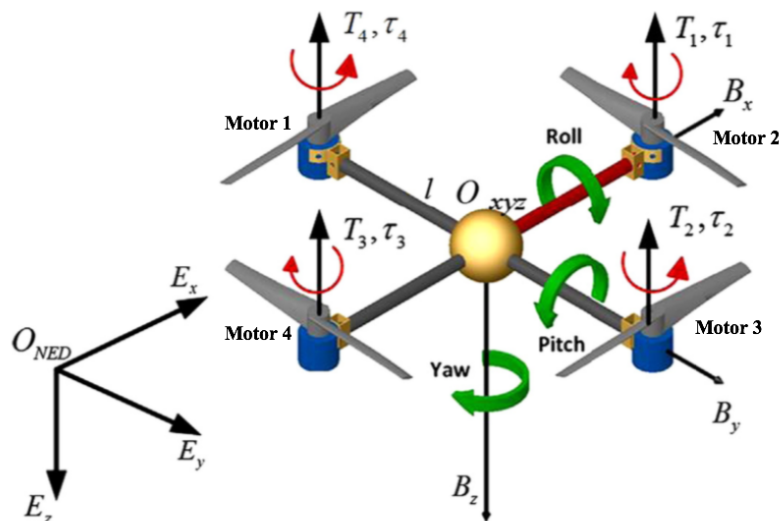
Os quadrotores, tipo de drone com quatro propulsores independentes, são veículos aéreos, geralmente de pequena dimensão, com uma configuração de asa rotativa, constituída por quatro motores e seus respectivos propulsores que asseguram a sustentação em voo. Os motores são normalmente instalados nos quatro cantos de uma estrutura cruzada possuindo, no seu centro de massa, todos os equipamentos de medição, controle, comunicação e energia. Este veículo aéreo pode ser totalmente autónomo, pode ser semi autónomo permitindo a um piloto com menos experiência controlá-lo, mas sempre com um sistema paralelo que assegure um voo estável, ou ser totalmente manual permitindo ao piloto assegurar todas as manobras de controle do veículo (Castillo et al., 2006).

Esse tipo de aeronave possui algumas vantagens em relação ao helicóptero convencional, sendo duas delas a facilidade de construção, não existindo sistemas mecânicos complicados e frágeis, e o fato de possuir propulsores de menor dimensão o que facilita o voo em espaços reduzidos (Costa, 2008). O quadrotor permite decolagens e aterragens verticais, bem como manobras em espaços reduzidos e com obstáculos, podendo o seu controle de estabilidade e posição basear-se apenas na variação da velocidade dos quatro motores.

Segundo Domingues (2009) a dinâmica de voo de um drone é também relativamente simples, como é possível verificar na figura 6. De forma geral, em um drone com quatro asas rotativas (quadrotor) os motores 1 e 3 rodam no sentido anti-horário e os motores 2 e 4 rodam no sentido horário, isto porque os motores em rotação criam não só

forças verticais responsáveis pela sustentação, mas também forças horizontais que criam um movimento de rotação do quadrotor sobre o seu eixo central ( $B_z$ ).

Figura 6 - Dinâmica do voo de um drone do tipo quadrotor.



Fonte: adaptado de Zhao e Go (2014 p. 1338).

O fato de existir um par de motores rodando num sentido e outro par no sentido inverso (figura 6) cria duas forças horizontais contrárias, permitindo controlar o movimento de rotação do quadrotor sobre o seu eixo central e aumentando a controlabilidade do ângulo *Yaw* em voo (movimento em torno do eixo vertical, perpendicular ao eixo longitudinal. Também chamado de *guinada*). O controle do ângulo *Pitch* (movimento em torno do eixo horizontal, perpendicular ao eixo longitudinal) e do *Roll* (movimento em torno do eixo horizontal, na direção do eixo longitudinal) são muito semelhantes bastando aumentar e diminuir a velocidade dos motores que se encontram nos cantos opostos da estrutura cruzada da aeronave. No caso do ângulo do *Roll* o controle é executado sobre os motores 1 e 3, e no ângulo do *Pitch* sobre os motores 2 e 4. A altitude ( $Z$ ) pode ser controlada aumentando ou diminuindo a velocidade dos quatro motores simultaneamente (Domingues, 2009).

No Brasil, os drones estão se tornando uma realidade cada vez mais presente, com aplicações voltadas principalmente à área da agricultura, vigilância e monitoração de recursos. Empresas como a Embrapa precisam de imagens aéreas que auxiliem na identificação de irregularidades no plantio, controle de doenças e pragas, pulverização adequada e formem uma base de dados que maximize o resultado de uma colheita. Empresas de distribuição de energia, necessitam gerenciar sua planta externa para atender

às exigências de empresas reguladoras, monitorando recursos como cabos e postes. Para o controle destes recursos, por serem distribuídos em grandes extensões territoriais no país e, em muitas vezes, em áreas de difícil acesso por via terrestre, o drone se torna uma importante ferramenta contra roubos e deterioração de equipamentos. A Petrobrás é outra grande empresa que busca investir nos drones, pois os dutos que conduzem seu precioso recurso precisam de constante monitoração contra vazamentos e desvios inesperados (Furtado, 2008).

Os drones apresentam grandes vantagens na realização de várias tarefas pois podem trabalhar em união com o homem aumentando assim a sua eficiência e sucesso no cumprimento das mesmas. Contudo, ainda estão em plena evolução apesar das diversas inovações computacionais, quer ao nível dos sensores, quer dos motores, comunicações, fontes de energia e algoritmos de controle.

Dentre as possíveis tarefas que podem ser desempenhadas pelos drones, podem ser listadas as seguintes (Ware, 2018; Hassanalian e Abdelkefi, 2017; Luppicini e So, 2016; Vieira, 2011; Ferri, 2010; Beckmann, 2008):

**Segurança:**

- apoio tático;
- serviço de inteligência;
- controle de áreas sujeitas a atividades ilegais;
- reconhecimento e controle de áreas suspeitas de atividades de narcotráfico;
- monitoramento de abigeato;
- busca e auxílio em situações de resgate;
- investigação criminal e de acidentes;
- segurança patrimonial;
- monitoramento de tráfego de veículos;
- avaliação de condições de rodovias;
- monitoramento de obstáculos em vias rodoviárias e férreas;
- monitoramento contínuo do incêndio e verificação da extensão de danos e movimento do fogo;
- avaliação de zonas de desastres.

**Indústria:**

- inspeção de locais de difícil acesso;
- busca e localização de falhas em linhas de energia, comunicação, gasodutos, oleodutos etc.;
- inspeção de linhas de transmissão;
- monitorar estruturas em construções, possibilitando uma melhor fiscalização de obras (edifícios, praças, pontes, viadutos e estradas).



**Serviços:**

- transporte pessoal;
- transporte de produtos;
- educação;
- fotografia aérea e filmagem (cinema, comerciais, eventos, notícias etc.);
- fotos e vídeos para a área de arqueologia, geologia etc.

**Uso pessoal:**

- fotografia e filmagem não comerciais;
- lazer.

**Agropecuária**

- agricultura de precisão;
- monitoramento de rebanhos e pastagens.

**Meio Ambiente:**

- monitoramento de áreas de preservação permanente para auxiliar no controle ambiental e ecológico (desmatamento, pesca ilegal, mata ciliar, queimadas, etc.);
- monitoração de poluentes e poluição;
- georreferenciamento de pontos de difícil acesso;
- avaliação ambiental e de dano ambiental;
- meteorologia.

Conforme a listagem anterior, já se vislumbra o uso de drones na área educativa, contudo, apesar do grande potencial apresentado por esse tipo de equipamento, esse uso é ainda bastante incipiente e limitado.

Mesmo com o surgimento de equipamentos voltados à área de educação, sua inserção ainda é tímida no ambiente escolar. Em parte, pelos custos desse tipo de equipamento, pois ainda é caro estruturar um laboratório com drones. Há muitos drone de baixo custo, entretanto, a grande maioria reflete esse baixo custo na qualidade dos seus componentes e, conseqüentemente, na precisão dos equipamentos (geralmente de difícil manobrabilidade e baixa estabilidade).

Equipamentos com maior estabilidade e precisão nos comandos tendem a ser bastante caros. Por outro lado, há o despreparo dos professores para uso dessa tecnologia e a falta de estudos balizadores e propostas metodológicas que utilizem drones como ferramenta de ensino.

### 2.4.1 Drones na robótica educativa e as BNCCs

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) para o ensino médio, é o instrumento de gestão pedagógica que visa definir os conhecimentos essenciais aos quais todos os estudantes brasileiros têm o direito de ter acesso e se apropriar durante sua trajetória escolar, seja ela pública ou particular (Brasil, 2017). Esse documento apresenta também um conjunto de competências gerais pensadas para a educação básica, dentre as quais pode ser de maior relevância para este estudo a seguinte:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 9).

A BNCC para o ensino médio apresenta as tecnologias digitais como tema integrador em diversos momentos, com maior ênfase à área de Linguagens, a qual contém uma competência específica com maior apelo para sistemas computacionais, conforme pode ser observado na Competência Específica 7, descrita a seguir.

Mobilizar práticas de linguagem no universo digital, considerando as dimensões técnicas, críticas, criativas, éticas e estéticas, para expandir as formas de produzir sentidos, de engajar-se em práticas autorais e coletivas, e de aprender a aprender nos campos da ciência, cultura, trabalho, informação e vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 497).

Segundo a BNCC do ensino médio (Brasil, 2017), essa Competência Específica 7 se refere às práticas de linguagem em ambiente digital, as quais vêm modificando as formas de comunicação nos diversos campos de atuação social. Contudo, segundo França e Tedesco (2017), diferente de outras iniciativas internacionais, sente-se a ausência de uma maior inserção de tecnologias computacionais e suas vertentes na BNCC, a qual não contempla aspectos de Ciência da Computação, tal como pensamento computacional - processo cognitivo utilizado pelo ser humano para desenvolver algoritmos para resolução de problemas.

Dentro desse contexto, é necessário fornecer aos alunos uma visão crítica, ética e estética, além dos aspectos técnicos das Tecnologias da Informação e Comunicação

(TIC), que se propague nos diversos campos da vida social. Para que isso seja possível, a BNCC afirma:

Para tanto, é necessário não somente possibilitar aos estudantes explorar interfaces técnicas (como a das linguagens de programação ou de uso de ferramentas e *apps* variados de edição de áudio, vídeo, imagens, de realidade aumentada, de criação de games, *gifs*, memes, infográficos etc.), mas também interfaces éticas que lhes permitam tanto triar e curar informações como produzir o novo com base no existente (Brasil, 2017, p. 497).

Mesmo ante essa fragilidade apresentada pela BNCC, a utilização de recursos tecnológicos com finalidades pedagógicas e versando o pensamento computacional em instituições de ensino, vem despertando interesse crescente na busca por ferramentas que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem. Esse fato gerou um vasto campo multidisciplinar na área da computação, cujo foco está na pesquisa e no desenvolvimento de tais ferramentas. Um desses campos é a robótica educativa, abordada no capítulo anterior, a qual segundo d'Abreu e Bastos (2015) pode ser definida como uma área do conhecimento que utiliza os conceitos das engenharias e demais ciências no processo de concepção, construção, automação e controle de dispositivos robóticos com propósitos educacionais.

Dentro desse paradigma surgem os drones, equipamentos robóticos (autônomos ou rádio controlados) em evidência na atualidade, em geral com uma divulgação negativa vinculada ao uso bélico e invasão de privacidade. Contudo, pela sua versatilidade, muitas aplicações civis úteis têm sido desenvolvidas em paralelo, abordando primordialmente as áreas de segurança, indústria, agricultura de precisão, meio ambiente (monitoração e controle ambiental), fotografia aérea e filmagem (Vieira, 2011; Ferri, 2010; Fombuena, 2017). Assim, a aplicação dos drones como ferramenta de cunho pedagógico é uma área ainda pouco explorada.

Os jovens vêm acompanhando o florescer da tecnologia dos drones com bastante entusiasmo, juntamente com os avanços nas demais áreas da robótica e da inteligência artificial. O fato de ter acesso a um equipamento desses em aula, por si só, já torna a experiência de aprendizado muito mais interessante, o que facilita capturar a atenção desse público tão dinâmico e de fácil dispersão, características dos nativos digitais.

O drone, como uma unidade robótica, apresenta uma grande aplicabilidade para usos em sala de aula, respeitados os critérios de segurança necessários, uma vez que pode ser programado para resolver os mais diversos tipos de problemas, para as mais diversas áreas e finalidades.

Atualmente já existem linguagens de blocos lógicos estilo *Scratch* para programar drones (Sattar et al., 2017), além de bibliotecas para diversas linguagens como Java, Python e C, como é o caso da biblioteca *DroneKit* (Mathias, 2016), o que possibilita seu uso com crianças e adolescentes que tenham pouco ou nenhum contato prévio com programação de computadores e até com alunos de cursos técnicos e de graduação na área de Informática. Isso possibilita o desenvolvimento de atividades diretamente vinculadas à área de Ciência da Computação, mas também seu uso como ferramenta para desenvolvimento de projetos de outras áreas (STEAM ou não) que possam se valer dos recursos de um equipamento aéreo robótico, programável, geralmente munido de um conjunto de sensores básicos (câmera, acelerômetro, barômetro, giroscópio, entre outros), com possibilidade de comunicação não apenas via rádio controle, mas também via computador (notebook ou desktop) ou dispositivo móvel.

Em comparação com uma plataforma tradicional para robótica educativa munida de robôs terrestres com motores, controladoras e rodas, o conjunto de tecnologias proposto neste estudo, contemplando o uso de drones, abre a possibilidade de resolver problemas que fujam da bidimensionalidade (XY), permitindo literalmente que o aluno dê asas à sua imaginação (XYZ).

Os drones, no contexto escolar, possibilitam ao professor a produção de conteúdo que atenda de forma multidisciplinar o currículo de diversas disciplinas e atenda requisitos impostos pela BNCC (Brasil, 2017), pois além de despertar naturalmente o interesse dos alunos, os drones podem ser aplicados, por exemplo, em disciplinas como a Biologia, utilizando recursos de filmagem e fotografia para investigar do alto um determinado ambiente ou habitat, dando outra perspectiva para os alunos; pode ser utilizado em Matemática para apresentar conceitos de distância, altura, ângulos, trigonometria; pode ser aplicado em aulas de Física para que o aluno adquira conhecimento de conceitos sobre dinâmica do voo, força, empuxo e Leis de Newton; tudo isso com desenvolvimento paralelo de pensamento computacional, necessário para solucionar os problemas propostos pelos professores mediante representação algorítmica necessária para programar o drone.

Além das peculiaridades e possibilidades de se trabalhar no ambiente escolar com um conjunto de tecnologias baseado em drones, este mantém as características básicas e já validadas da robótica educativa (Khine, 2017; Mead et al., 2012; Benitti, 2012), promovendo o aprendizado significativo e o desenvolvimento do “saber” e do “saber fazer”, mediante aquisição de competências e habilidades para o trabalho em equipe, a colaboração, a liderança, o planejamento, a resolução de problemas, a resolução de conflitos, a análise crítica e a autonomia (entre outras).

### 3 Estado da arte e trabalhos correlatos

Segundo Aroca (2012), a robótica educativa já está presente em todas as escolas da rede pública em países como Holanda e Alemanha. Outros países já seguem esse mesmo caminho, como o ocorre na Inglaterra, Itália, Espanha, Canadá e Estados Unidos. Na América Latina alguns países iniciam suas primeiras tentativas de abrangência nacional, como, por exemplo, o Peru, que, no ano de 2008 chegou à marca de 3.000 (três mil) escolas públicas com aula de robótica educacional. Um estudo mais atual (Morales et al., 2017) informa que o Ministério da Educação do Peru distribuiu *kits* de robótica para um total de 20.732 instituições de ensino entre 2011 e 2017, e 65% delas são rurais. No Brasil esse processo anda ainda timidamente, tendo mais força nas escolas particulares.

Após ampla pesquisa em repositórios e periódicos científicos, foi possível constatar o baixo índice de produções envolvendo drones na educação. Há muito material sobre robótica educativa, entretanto, são raros os que enfocam o uso de drones. O interesse deste estudo engloba trabalhos que versem sobre o contexto atual do uso de robótica educativa com drones, currículo com base em robótica educativa com drones e iniciativas que utilizem drones como tema central no âmbito da robótica educativa.

A busca foi realizada com foco em trabalhos de cunho científico com contribuição relevante para uso de drones na educação, com publicação entre 2018 e 2020, período definido com intuito de selecionar os trabalhos mais recentes na área. A pesquisa foi realizada utilizando bases de busca indexadas, incluindo *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore Digital Library*, *Science Direct*, Banco de Teses e Dissertações da CAPES, *Science Research*, *IOPscience*, *CiteSeer<sup>X</sup>* e *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*, além de busca na rede social de pesquisadores, *ResearchGate*, e nos *proceedings* das seguintes conferências e revistas: WIE, SBIE, WRE e RENOTE. No caso das revistas RENOTE e REABTIC, foram desconsideradas as publicações oriundas desta Tese.

Em todas as bases foram utilizadas palavras relacionadas a área da robótica educacional com drones no idioma português e inglês. Estas palavras-chave são: robótica educacional/educativa/pedagógica - *educational/pedagogical robotics* - *robotics* - *education*, com filtros adicionais para trabalhos de interesse com as palavras-chave: currículo - drone - UAV - UAS - VANT – STEM/STEAM. Para algumas bases foi possível elaborar *strings* de busca, combinando as palavras-chave com os operadores

lógicos AND e OR. Vale salientar que cada base tem a sua sintaxe, mas as palavras-chave utilizadas foram as mesmas.

Para definir quais os trabalhos que fariam parte do estudo, foram utilizados os seguintes critérios de inclusão:

1. trabalhos científicos envolvendo robótica educacional com drones;
2. trabalhos científicos envolvendo ensino de disciplinas STEAM com drones;
3. trabalhos científicos envolvendo drones e novas aplicações na área da robótica educacional;
4. trabalhos publicados em periódicos ou conferências com Qualis, dissertações de mestrado ou teses de doutorado.
5. trabalhos científicos versando sobre currículo com robótica educativa e drones.

Como critérios de exclusão foram definidos os seguintes:

1. trabalhos publicados em período anterior a 01 de janeiro de 2018 (relevado em determinadas circunstâncias pela escassez de trabalhos de interesse);
2. trabalhos que utilizam outro idioma que não inglês, espanhol ou português;
3. trabalhos que não especificam a forma de coleta dos dados (relevado em determinadas circunstâncias pela escassez de trabalhos de interesse);
4. trabalhos que não definem claramente como os drones estão inseridos na educação.

Ao todo, foram selecionados, de forma preliminar, um total de 22 trabalhos de interesse para análise (com base no título e resumo), todos versando sobre robótica educativa com drones. Após avaliação com relação aos critérios de inclusão e exclusão, o quantitativo foi reduzido para 8 trabalhos.

Esses oito estudos enfocam o uso de drones na robótica educativa - um bastante amplo com relação às perspectivas quanto ao currículo escolar e os demais versando sobre ensino de alunos e professores em áreas STEAM.

O uso de drones no processo de aprendizado é ainda bastante incipiente, tendo muitos estudos divagando à respeito e poucos efetivamente utilizando os drones como tecnologia para o ensino, na maioria dos casos, limitando-se ao uso desses equipamentos

para uso externo, visando captura de imagens aéreas (foto ou vídeo) a serem utilizadas como subsídio em aulas de geografia, química, geologia ou educação ambiental (Fombuena, 2017; Palaigeorgiou et al., 2017; Fung e Watts, 2017) ou em disciplinas mais específicas de robótica e controle, onde o próprio drone e sua programação são o foco de estudo (Giernacki et al., 2017; ; Carnahan et al., 2016; Krajník et al., 2011).

Dos oito trabalhos selecionados, o primeiro (Sattar et al., 2017) mesmo estando fora do período determinado para este levantamento, foi incluído pela sua abrangência e pela dependência de outro estudo aqui relacionado (Joyce et al., 2020). O artigo de Sattar et al. (2017) apresenta uma proposta de inserção de robótica educativa com drones no currículo escolar australiano, levantando aspectos importantes e vantagens propiciadas pelo uso desse tipo de tecnologia. Em estudo preliminar de Yepes e Barone (2018c) havia sido encontrado somente o trabalho de Sattar et al. (2017), o que mostra que estudos sobre drones na educação estão ganhando adeptos no meio científico – mesmo que ainda de forma tímida. Os trabalhos selecionados são apresentados a seguir mediante um breve resumo.

### **Drones na Pedagogia: perspectivas futuras do ensino e da aprendizagem.**

Segundo o estudo de Sattar et al. (2017), o uso de drones na educação está abrindo novas tendências nas práticas de ensino e aprendizado de uma maneira inovadora e envolvente. O trabalho busca fornecer uma visão para explorar diferentes tipos de drones e sua compatibilidade para ser usado no ensino de diferentes disciplinas em vários níveis. A investigação centra-se na integração da tecnologia de drones com o conteúdo curricular australiano, como proposta para reforçar a compreensão dos conceitos fundamentais e ajudar a desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio no processo de aprendizagem. Segundo o estudo, os drones podem ser usados em vários ambientes educacionais, e sua inserção na educação oferece enormes benefícios, entre os quais Sattar et al. (2017) destacam:

- Desenvolver uma compreensão profunda - os drones podem ser usados para representar o mesmo problema em diferentes contextos, permitindo que os alunos possam ver os múltiplos aspectos de um problema construindo sua compreensão, promovendo o desenvolvimento de pensamentos e o encorajamento, dando sentido aos seus pensamentos, o que contribui para criar novos conhecimentos.



- Motivação e engajamento através da prática - os drones têm o potencial de estimular a motivação e envolver os alunos. Esse envolvimento em atividades práticas, desenvolve o interesse pelo tema e acrescenta o aspecto de diversão. Através de motivação e envolvimento estabelecidos, os estudantes tornam-se ativos criadores de conhecimento e aprendizes.
- Conhecimento técnico e habilidade - o uso de drones na educação pode aprimorar o conhecimento técnico e as habilidades de resolução de problemas do aluno, tornando-o competente para lidar com os futuros requisitos técnicos e profissionais.
- Pensamento crítico - os drones oferecem a possibilidade de projetar as tarefas de forma inovadora, através das quais os alunos podem ser desafiados a desenvolver habilidades na resolução de problemas, análise, criatividade e pensamento crítico, além de serem incentivados a aprender mais sobre os temas abordados.

Sattar et al. (2017) sugerem que no nível primário do currículo da Austrália, os drones podem ser integrados juntamente com o conteúdo básico. Tarefas básicas podem ser projetadas, como um simples voo, planejamento de rotas, conceitos de direção, ângulo, altura, peso e velocidade. A ideia chave é reforçar o conteúdo com o uso de drones.

O currículo australiano para os 9º e 10º anos apresenta flexibilidade para que os alunos assumam caminhos de aprendizagem mais especializada, buscando garantir que estejam completamente engajados e preparados para continuar a aprendizagem nos últimos anos do ensino médio. Os drones oferecem uma gama de possibilidades para construir um ambiente centrado na pesquisa e no aluno, através do qual os estudantes desenvolvem ativamente sua compreensão da ciência e ciências sociais, combinando o conhecimento científico com raciocínio e habilidades críticas. Neste contexto, os drones têm um tremendo potencial para ajudar os alunos a aprender conceitos de áreas STEAM de uma forma interativa e divertida.

Por fim, o trabalho chega à conclusão de que os drones apresentam um imenso potencial de integração com os conteúdos curriculares, permitindo reforçar a sua compreensão e ajudando a desenvolver o pensamento crítico e o raciocínio. Atualmente, a possibilidade de uso de drones nas escolas é vista de forma positiva, o que é acompanhado pelo pensamento geral dos professores. Os drones e outras tecnologias

relacionadas podem desempenhar um papel importante para envolver melhor os alunos na sala de aula.

### **Vamos aprender! Um guia inicial sobre o uso de drones para ensinar STEAM para crianças.**

Tezza et al. (2020) apresentam um estudo com objetivo de encorajar o uso de drones na esfera educacional e orientar os professores de áreas STEAM sobre como integrar drones em suas aulas. Segundo os pesquisadores, as principais contribuições do estudo são (1) gerar uma discussão sobre como esses sistemas podem ser usados para ensinar STEAM, (2) propor uma série de diretrizes e considerações especiais necessárias ao usar drones como ferramentas de ensino e (3) propor um currículo detalhado para cinco oficinas (distribuídas em um total de 15 horas) desenvolvidas para introduzir os alunos às tecnologias de drones e aumentar seu interesse por disciplinas STEAM.

O estudo sugere o uso do currículo proposto para professores do ensino fundamental e médio, para introduzir os alunos aos drones e aumentar seu interesse pelas áreas STEAM. No artigo, os pesquisadores fornecem uma descrição do que deve ser abordado durante cada sessão, as tecnologias envolvidas (*hardware* e *software*), o raciocínio por trás disso e como os alunos podem aprender enquanto interagem com os drones. Durante cada oficina piloto realizada no estudo, os alunos assistiram a uma aula expositiva de uma hora seguida por uma experiência prática de duas horas em um ambiente de laboratório.

As oficinas seguiram a seguinte proposta (Tezza et al., 2020):

**Oficina 1:** Projetada para despertar o interesse dos alunos pelos drones e apresentá-los à área. Durante a primeira hora, o professor ministra uma aula teórica abordando os seguintes tópicos: terminologia de drones; casos de uso e aplicações; benefícios e limitações dos drones; tipos de drones (multirotor ou asa fixa) e grau de autonomia (controle manual ou autônomo).

**Oficina 2:** Apresenta dois objetivos principais: (1) ensinar segurança e legislação relacionada aos drones e (2) fornecer uma compreensão mais profunda do *hardware* e da implementação dos drones.

**Oficina 3:** Discussão aprofundada das aplicações no mundo real onde os drones são empregados atualmente. Apresentação das possibilidades profissionais envolvendo

drones, tanto no domínio do desenvolvimento (por exemplo, engenharia) quanto na aplicação (por exemplo, piloto de cinematografia). A seguir, os alunos aprendem como operar drones com segurança, possibilitando que adquiram experiência prática no voo.

**Oficina 4:** A quarta oficina foi projetada para ensinar aos alunos (1) o futuro dos drones, (2) uma visão geral sobre como prosseguir com uma educação relacionada aos drones e (3) uma introdução à programação de drones.

**Oficina 5:** É efetuada uma breve recapitulação das oficinas anteriores, respondendo dúvidas dos alunos sobre o conteúdo ministrado. Em seguida, o curso encerra com um desafio de programação de drones autônomos (semelhante a um *hackathon*).

Tezza et al. (2020) concluem que integrar o ensino STEAM ao currículo é de importância crucial para os jovens alunos. Para os pesquisadores, os drones são ferramentas de ensino poderosas porque incorporam um amplo espectro de conhecimento STEAM e naturalmente despertam o interesse dos alunos. No estudo é fornecida uma descrição detalhada de um curso de 15 horas projetado para apresentar aos alunos as tecnologias de drones e incentivá-los a buscar mais aprendizado nas áreas STEAM. O currículo proposto foi utilizado com duas turmas de alunos do ensino fundamental e médio (15 alunos cada). Durante o experimento constataram que o currículo era fácil de seguir e eficaz em manter os alunos interessados e engajados durante todo o curso. Além disso, o curso aumentou o interesse dos alunos em seguir uma carreira e estudar drones ou outras disciplinas STEAM.

### **Usando minidrones para ensinar fundamentos de tecnologia geoespacial.**

O estudo elaborado por Joyce et al. (2020) visa elaborar uma proposta para preparar os alunos para oportunidades futuras de força de trabalho, onde esta tecnologia emergente (drones) está sendo utilizada.

O Governo do Estado de Queensland, Austrália, está na vanguarda do apoio à indústria emergente de drones. Em 2017, eles lançaram sua estratégia de drones, que exige que os drones sejam considerados dentro do currículo escolar e incluídos nos programas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEAM) do Departamento de Educação. No entanto, a introdução de drones em programas educacionais precisa ir além do aprendizado de habilidades básicas de voo.

Para os pesquisadores, o pensamento espacial é uma habilidade crucial para a força de trabalho futura, e a dissociação do currículo atual da geografia das disciplinas STEAM mais fortemente apoiadas pode estar contribuindo para a falta de profissionais geoespaciais. Isso pode ser resolvido posicionando melhor o STEAM como uma oportunidade de aprendizado transversal ao currículo, em vez de uma abordagem isolada dos assuntos.

Segundo Joyce et al. (2020), como qualquer cientista que usa drones para captura de dados pode atestar, o componente de voo manual de um projeto é minúsculo quando comparado às tarefas essenciais de planejamento da missão e avaliação dos dados. Com uma abordagem de aprendizagem baseada em problemas, o programa proposto permite que os alunos progridam através da taxonomia de lembrar para entender, aplicar, analisar, avaliar e, finalmente, para a ordem mais elevada: criar novas ideias, pensamentos e processos.

Assim, visando um programa bem-sucedido e desafiador para alunos de vários níveis de ensino, a proposta foi adaptada conforme segue (Joyce et al., 2020):

**Ensino fundamental** - Os alunos mais jovens se concentram na segurança e responsabilidade pessoal, e não nos regulamentos federais da aviação. É introduzida a codificação em blocos com os alunos maiores e praticado o voo manual com os alunos mais novos. O voo manual é usado para melhorar as habilidades motoras finas e a visualização espacial, bem como para garantir que os alunos comecem a compreender as operações básicas de voo.

**Ensino médio** - Os alunos nesta faixa etária estão prontos para ver a ligação entre o uso de minidrones e drones que são mais adequados para capturar dados em cenários da vida real. Eles podem começar a usar programação de *software* em linguagens mais avançadas para o planejamento da missão, bem como incorporar laços de repetição e outras estruturas lógicas em seus códigos. Habilidades de programação são importantes dentro do currículo de tecnologias digitais e também são de grande benefício para cientistas de forma mais ampla para o processamento de grandes conjuntos de dados, portanto, esta é uma boa introdução.

**Ensino superior** - Os alunos do ensino superior também exploram as aprendizagens básicas de forma semelhante aos alunos mais jovens. No entanto, o foco é estendido para o sensoriamento remoto e os recursos dos sensores ou da carga útil do

drone. Os alunos podem usar o minidrone para calcular o campo de visão da câmera, a largura da faixa da imagem e a resolução de pixels em qualquer altitude de voo. Isso fornece a eles habilidades práticas relacionadas à determinação das características espaciais dos conjuntos de dados que podem adquirir.

Assim, o estudo de Joyce et al. (2020) enfocou o uso de minidrones para criar um programa STEAM prático e vinculado ao mundo real para ensinar os fundamentos da tecnologia geoespacial com uma abordagem de aprendizagem baseada em problemas. A estrutura do programa ajuda os alunos a progredirem desde o conhecimento básico e compreensão até a síntese de ideias e a criação de novas soluções. O programa pode ser adaptado para alunos de todas as idades, e também para treinamento de desenvolvimento profissional.

### **Idaho Drone League (iDrone) para estimular a força de trabalho STEAM.**

O trabalho de Ryu et al. (2020) desenvolveu um programa de educação com drones, intitulado *Idaho Drone League* (iDrone), objetivando educar e treinar jovens de *Idaho* (alunos do ensino fundamental e médio) para se familiarizarem com as tecnologias de drones a fim de ampliar e aprofundar o interesse dos alunos nos campos STEAM e criar competitividade para a força de trabalho futura.

O programa iDrone foi projetado para fornecer benefícios mútuos a todos os participantes. O objetivo é aumentar continuamente a conscientização sobre as disciplinas STEAM, atraindo alunos do ensino fundamental e médio altamente motivados. A equipe do programa, incluindo orientadores e assistentes de pesquisa de pós-graduação, tem a oportunidade de ampliar seus conjuntos de habilidades profissionais por meio de orientação e interações coesas com os alunos. Todos os outros participantes, incluindo pais, responsáveis legais e palestrantes convidados compartilham o objetivo de dar aos alunos a oportunidade única de experimentar tecnologias de rápido crescimento, o que os deixa bem informados para decidir sobre futuros caminhos acadêmicos e de carreira.

O programa é estruturado em duas oficinas, sendo que o primeiro encontro visa que os alunos obtenham um entendimento profundo de como funcionam os drones. Para isso, é incluído um *kit* de desenvolvimento de drones que pode ser construído pelos alunos. O *kit* permite que os alunos aprendam sobre as peças específicas e suas funções, como rotores, carcaça, motores, *chip* IC, funcionalidade *Bluetooth*, bateria, etc. Os *kits*

completos foram pré-programados para serem operados por meio de um aplicativo de celular, que foi instalado em um smartphone fornecido aos alunos para uso na oficina.

No segundo encontro os alunos são orientados por meio de uma sessão de programação, onde trabalharam com exercícios básicos de codificação na linguagem de programação Arduino para controlar seus *kits* de drones. Os *kits* podem ser conectados a um computador com um conector USB/USB-C e usando *laptops* fornecidos com Arduino pré-instalado, os alunos podem usar e modificar exemplos e criar novos códigos a serem transferidos para os drones.

Por ter sido a primeira experiência de programação para a maioria dos alunos, também foi uma oportunidade para eles aprenderem conceitos básicos de programação como algoritmos, estruturas de linha de comando, variáveis e *loops*. No geral, essas sessões tinham o potencial de cultivar o interesse em engenharia, ciência da computação, programação, mecatrônica, robótica e aviação.

Um conjunto de pré e pós-questionários foi administrado para avaliar o programa. Esses questionários mediram a identificação do aluno com áreas STEAM e o interesse em um curso superior e em uma carreira profissional na área STEAM. O pós-questionário servia também para avaliar a mudança na probabilidade de se matricular na faculdade e escolher carreiras STEAM, além da satisfação geral dos alunos com as oficinas. Oitenta e sete alunos participaram das oficinas, sendo oito em Pocatello (2018), vinte e nove em Moscow (2018) e cinquenta em Boise (2018 e 2019) – todas cidades de Idaho/USA. Os dados foram coletados dos alunos do ensino médio e superior antes ( $n = 87$ ) e depois ( $n = 64$ ) do programa. Sessenta e três por cento dos alunos identificados como homens e trinta e sete identificados como mulheres, sem outras categorias de gênero selecionadas.

A pesquisa também mediu o quão bem os objetivos do programa discutidos anteriormente foram entregues na oficina. No geral, os alunos sentiram que receberam informações para promover seu aprendizado em todos os objetivos em alto grau.

Assim, segundo Ryu et al. (2020), 70% dos alunos demonstraram identidade STEAM forte, 27% identidade STEAM moderada e 3% identidade STEAM baixa. Para entender o quão bem os alunos já estão preparados para a faculdade, 65% dos alunos expressaram forte prontidão para faculdade/carreira, enquanto 28% expressaram prontidão moderada e 7% expressaram prontidão baixa. Para avaliar se as oficinas afetaram a probabilidade dos alunos se matricularem na faculdade ou em uma carreira

STEAM, a probabilidade de eles seguirem uma carreira STEAM, as avaliações médias de probabilidade de frequentar a faculdade foram bastante altas, 9,35 e 9,41 em 10,0 para as pesquisas pré e pós, respectivamente.

Em linha com os dados de identidade STEAM, a avaliação média da intenção de seguir carreira STEAM também foi moderadamente elevada (6,94) no pré-questionário, com um ligeiro aumento para (7,37) no pós-questionário. Sete alunos não retornaram no segundo dia e outros dezesseis não completaram a pós-pesquisa porque os pais vieram mais cedo para pegar seus filhos, distorcendo a resposta pós-pesquisa. Como adicionar um nome era opcional, as respostas pré e pós só podiam ser comparadas diretamente para trinta e cinco alunos e, para esses participantes, a intenção de seguir uma carreira STEAM só aumentou em média 2%.

A pós-pesquisa perguntou sobre a satisfação dos alunos com a atividade e o programa em si, usando escalas do tipo Likert (concordo totalmente para discordo totalmente) e questões abertas. A maioria dos alunos estava muito ou bastante satisfeito com todos os aspectos do programa e da atividade. Os alunos gostaram especialmente da atividade de voo de drones DJI e da experiência prática com STEAM.

### **Motivando alunos de Computação e Pesquisa em Engenharia por meio de Drones Educacionais e Científicos**

McDaniel et al. (2019) apresentam um estudo envolvendo o projeto técnico e teórico completo de um hexacóptero (drone com seis rotores) para uso científico e educacional, servindo como uma estrutura para aumentar a motivação dos alunos do curso de ciência da computação e de engenharia, visando apoiar a pesquisa interdisciplinar.

O projeto e a construção do drone são descritos, com todos os desafios técnicos e soluções. O drone é projetado para transportar um cluster de computadores portáteis (Raspberry Pis) e vários módulos programáveis (como GPS, sensores climáticos e de avaliação de poluição). O drone é usado como uma estrutura que permite que os alunos aprendam a escrever aplicativos de uma maneira mais agradável. Além disso, a maioria dos módulos são programáveis com várias linguagens que normalmente são ensinadas em cursos introdutórios de ciência da computação (por exemplo, C / C ++, Python e Java).

Os módulos do drone (como sensores) são montados no drone e projetados para automatizar a coleta de dados, exigindo apenas uma pessoa para controlar o drone. Os

resultados potenciais podem ser plotados graficamente para análise pós-voo para apoiar projetos em várias disciplinas, conforme necessário.

Segundo McDaniel et al. (2019), o projeto apresentado e o drone projetado têm o potencial de ser adaptado para oferecer a pesquisadores, estudantes, cientistas e engenheiros um método flexível e criativo para coletar e analisar dados relevantes e reais a serem usados em muitos projetos de pesquisa prática (por exemplo, dados sobre poluição atmosférica).

### **Práticas em sala de aula com educação STEAM de baixo custo usando Scratch.**

Segundo o estudo de Yamamori (2019) a educação STEAM vem se difundindo em alguns países. Inclusive no Japão, onde se espera que seja incorporada às classes escolares, contudo, até o presente momento é apenas esporadicamente incorporada em algumas escolas ainda de forma experimental.

A educação STEAM costuma usar robôs e equipamentos, geralmente, de alto custo, limitando seu uso apenas a alguns professores que recebem esse equipamento e podem realizar aulas de educação STEAM. O trabalho de Yamamori (2019) busca propor alternativas para educação STEAM de baixo custo.

No artigo, Yamamori mostra as possibilidades de uso apenas do *Scratch*, ou do *Scratch* podendo controlar drones e robôs móveis e ele destaca que a educação STEAM do Japão está atrasada em comparação com outros países. Segundo seu artigo, o Ministério da Educação do Japão ordenou o ensino de programação no ensino fundamental até 2020, solicitando a incorporação de pensamento computacional nas disciplinas já existentes. No entanto, os professores das escolas primárias estão enfrentando problemas, em particular, os professores de artes liberais, que não sabem como ensinar programação.

O *Ryze Tello Powered by DJI* é um dos drones que o *Scratch* pode controlar, sendo vendido por aproximadamente US\$ 110,00. Entretanto, segundo Yamamori o drone é bastante frágil o que inviabiliza seu uso com crianças dos anos iniciais. Além disso, por falta de sensores de obstáculos, há limitações para criar programas que necessitem o uso de desvio condicional.

Caso não seja possível a aquisição de drones, o *Scratch* possibilita utilizar um simulador, que pode ser usado para desenhar figuras no espaço 3D, o que pode ser difícil



até mesmo para alunos do ensino médio. O *DroneSimulator2* (simulador que pode ser instalado no *Scratch*) pode controlar drones reais (*Parrot Mambo*, *Swing*, *Airborne Night/Cargo*, *Rolling Spider*, *Hydrofoil Orak*) combinando o aplicativo *Kidsdrone Android*.

O artigo de Yamamori é mais um conjunto de divagações e sugestões, contudo foi incluído neste estudo por ser um dos poucos localizados que, mesmo sem experimentos com a devida coleta de dados, sinaliza o uso das mesmas tecnologias utilizadas nesta Tese (drone *Tello* e *Scratch*), embora se refira à educação nos anos iniciais.

### **Experiências STEAM no ensino fundamental.**

Em dois artigos publicados relatando o mesmo experimento, Vostinar e Klimova (2018) e Vostinar et al. (2018), é efetuada uma explanação sobre a importância da educação STEAM mediante experiências na *Matej Bel University* e na escola de ensino fundamental *Ján Bakoss*. O foco STEAM foi Ciência da Computação, e dispositivos tecnológicos tangíveis, como o drone *Parrot Jumping Sumo* e o drone *Airblock*, foram usados com alunos de 8 a 12 anos de idade.

Uma análise qualitativa foi empregada na pesquisa, incluindo dois grupos focais com participantes do ensino fundamental. Os grupos foram divididos, segundo os pesquisadores com o grupo focal 1 contendo alunos voluntários para o experimento, fortemente motivados para a área de computação, e o grupo focal 2 sendo composto por alunos não voluntários, tendo que realizar as oficinas de forma obrigatória dentro do seu currículo escolar. Os pesquisadores optaram pelo uso de entrevistas e métodos de observação. Para viabilizar o estudo, foram realizadas 5 oficinas com o grupo 1 conforme segue (Vostinar e Klimova, 2018):

- 1) *Brainstorming* - para descobrir o que os alunos sabem sobre drones.
- 2) Discussão - como o drone pode voar.
- 3) Tentando construir o drone em muitas formas com possibilidade de voar.
- 4) Desenvolvimento de programas através de:
  - algoritmo e planejamento de estrutura de dados,
  - codificação,
  - testando,
  - detecção de erros, correção,
  - controle de eficiência, controle de qualidade, documentação.

## 5) Reflexão.

No final das oficinas, a entrevista mostrou que os alunos “se divertiram muito” ou que “a melhor parte da aula foi testar”. Eles disseram que gostariam de aprender desta forma.

Em outro momento, o grupo focal 2 participou de oficinas com alunos da 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> séries incluídas. As oficinas ocorreram no ginásio devido ao grande espaço necessário, com o seguinte plano de aula:

- preencher a planilha em grupos de 2-3 alunos,
- construir o drone,
- criar seu próprio ambiente em seus telefones celulares,
- edite qualquer código,
- Experimente!,
- reflexão.

O foco das planilhas era responder o que é o drone; como é controlado; em que áreas os drones podem ser usados e como; em quais áreas, por exemplo, aeroporto, não se pode usar drones e por que; de que maneiras pode-se usar drones; quais comandos podem ser usados; quais são as cores RGB e que mecanismo conecta hélices à unidade de CPU.

O estudo mostrou que cada grupo focal foi motivado durante as oficinas STEAM. Foram utilizados dispositivos tecnológicos tangíveis – drones para conectar ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Os grupos focais foram ministrados na *Matej Bel University* e na escola de ensino fundamental *Ján Bakoss*. As diferenças significativas entre os grupos de foco foram alunos altamente motivados versus alunos “comuns”, barreira do idioma para a comunicação e mais aulas ministradas em um dos grupos de foco. As reflexões sobre os instrumentos utilizados para coleta de dados mostraram que os alunos gostaram das aulas e despertaram seu interesse para áreas STEAM (Vostinar e Klimova, 2018; Vostinar et al. 2018).

### **Incentivando o envolvimento dos alunos em áreas STEAM por meio do treinamento de professores e do uso de sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS).**

O estudo publicado de Bryans-Bongey (2018) relata como o Projeto de Concessão Espacial da NASA de Nevada buscou fomentar uma força de trabalho STEAM

diversificada e capaz, preparando professores do ensino fundamental e médio para planejar e ensinar o currículo STEAM por meio do uso de Sistemas de Aeronaves Não Tripulados (UAS/drones). O projeto proporcionou desenvolvimento profissional a professores por meio de um curso online, *workshops* e *webinars* conduzidos por especialistas em aviação, tecnologia educacional, STEAM e desenvolvimento profissional.

Vários eventos presenciais ocorreram no campus do *Nevada State College*, que é designado como um local de teste para o *Nevada Institute of Autonomous Systems* (NIAS). O projeto foi financiado pelo *NV NASA Space Grant Consortium Research Infrastructure NNX15AI02H*.

Ao apoiar e treinar 26 professores do ensino médio nas escolas públicas do estado de Nevada, os benefícios foram projetados para fornecer desenvolvimento profissional que alcançaria muitos alunos do ensino fundamental e médio ensinados por esses professores no atual ano acadêmico. Os elementos do projeto também incluíram a criação e o compartilhamento de planos de aula com drones e o desenvolvimento e a circulação de um *kit* de currículo (conhecido como *Green Box*) que o *Desert Research Institute* (DRI) projetou para atingir professores e alunos em todo o estado.

Os componentes de pesquisa do projeto pretendiam identificar se o drone poderia ser incorporado com sucesso em planos de aula associados a várias áreas STEAM, respostas iniciais de professores e alunos, e o impacto inicial desta forma multifacetada de desenvolvimento profissional. Os dados foram coletados por meio de questionários pré e pós que foram respondidos pelos professores no momento da inscrição e novamente três semanas após um concurso de planos de aula.

Com o objetivo de fomentar uma força de trabalho NV STEAM diversificada e capaz usando drones no currículo do ensino médio, o projeto foi elaborado com contribuições e objetivos específicos em mente e estendeu a experiência de treinamento de dois dias por meio do uso de um curso online e vários *webinars*.

O projeto coletou dados quantitativos e qualitativos por vários meios, incluindo dados de rastreamento do *Learning Management System* (LMS), números de participação, o sucesso dos participantes no desenvolvimento de planos de aula e um *kit* de currículo, e dados pré e pós-pesquisa dos professores participantes.

Uma vez admitidos no programa, o design híbrido do treinamento garantiu que os professores obtivessem uma boa compreensão básica das questões de privacidade e regras de segurança relacionadas ao uso de drones. Planos de aula e notas pós-aula por professores participantes também foram coletados por meio do LMS. Os professores participantes foram obrigados a completar todos os aspectos do treinamento para receber créditos de educação continuada. No entanto, a pesquisa, bem como outros dados, indicou que o recebimento de crédito de desenvolvimento profissional não foi um fator motivador para a participação do professor no projeto. Essa abordagem de métodos mistos simultâneos foi possível com base na inclusão de uma linha qualitativa de investigação em uma pesquisa breve e principalmente quantitativa.

Ao preparar efetivamente 26 membros do corpo docente diversificado de Nevada, o projeto desenvolveu a capacidade do professor de STEAM, por meio de um currículo UAS inovador que teve um impacto a curto prazo de atingir diretamente mais de mil alunos do ensino médio.

Segundo a autora, o projeto foi empolgante porque envolveu um grupo diversificado de professores e alunos e revelou que o UAS pode ser um meio prático e motivacional de ensino e aprendizagem de conteúdo STEAM.

Os dados sugerem que o alcance do projeto excedeu as metas iniciais em termos de benefícios reais para os alunos e que a resposta dos alunos foi altamente positiva. Futuros projetos e pesquisas são necessários para expandir e avaliar os efeitos do uso de drones na sala de aula em termos de desempenho de aprendizagem, bem como impacto sobre os interesses e escolhas de carreira. Inovadores em todo o mundo estão começando a usar o drone como meio de envolver alunos e professores nas áreas de STEAM. Intervenções adicionais devem ser exploradas, pois têm potencial para preparar o caminho para uma força de trabalho diversificada, pronta e capaz de atender às necessidades futuras de uma sociedade sofisticada e tecnologicamente avançada.

### **3.1 Iniciativas particulares/comerciais**

A seguir são apresentadas algumas iniciativas de cunho comercial, disponíveis no momento da execução dos experimentos deste estudo, que propõe recursos e soluções de robótica educativa com drones.

### 3.1.1 *Kit de robótica educativa Airblock*

O drone *Airblock* é um *kit* de robótica educativa que surgiu como uma *QuickStarter* e está atualmente sendo comercializado pela *Makeblock*. A *Makeblock* comercializa diversos *kits* de robótica educativa, todos modulares. No estágio de projeto deste estudo ainda não existiam publicações de pesquisa em educação STEAM com esse drone, no entanto, na etapa atual já existe o trabalho de Breuch e Fislake (2019) e o de Vostinar (Vostinar et al., 2018; Vostinar e Klimova, 2018).

O trabalho de Breuch e Fislake (2019) apresenta uma forma bastante introdutória de uso de drones em aula, sem embasamento em teorias de aprendizagem e sem uma metodologia consistente, se preocupando mais na parte de ensinar programação para posteriormente utilizar o drone *AirBlock* – motivo pelo qual não entrou no levantamento de estudos correlatos desta pesquisa. Dessa forma, não foi localizado nenhum estudo científico utilizando a plataforma *Airblock* que possa efetivamente validar seu uso do ponto de vista pedagógico com base em alguma teoria de aprendizagem, como tecnologia para ensino de alguma disciplina específica além de programação de drones, como é o caso dos trabalhos citados.

Figura 7 - *Makeblock app* - o ambiente de programação do *Airblock*.



Fonte: (Makeblock, 2018)

Segundo os desenvolvedores (*Makeblock*, 2018), o drone *Airblock* é a primeira aeronave que usa uma interface gráfica de programação fácil e intuitiva semelhante ao *Scratch* (figura 7) e um sistema modular para alterar sua configuração, de forma análoga ao *Lego*, possuindo um módulo central que atua como computador e motores em módulos hexagonais com hélices, que podem ser facilmente encaixados no módulo central por um sistema de conectores e imãs (Figura 8).

Figura 8 - Drone Airblock com o módulo central e os módulos contendo os motores.



Fonte: (Makeblock, 2018)

Montado na horizontal, o *Airblock* se torna um drone com plenas capacidades de voo, contudo, basta mudar a configuração dos módulos e adicionar a base flutuante para transformá-lo em um *hovercraft* que navega sobre a água (figura 9). Os desenvolvedores afirmam que a interface gráfica de programação também ajudará o usuário a definir o comportamento do drone e programar suas ações, sendo uma ferramenta divertida para adultos, mas também útil para crianças que podem aprender os fundamentos da programação de maneira simples e imediata.

Figura 9 - Airblock em duas possíveis configurações: drone e hovercraft.



Fonte: (Makeblock, 2018)

### 3.1.2 DroneBlocks

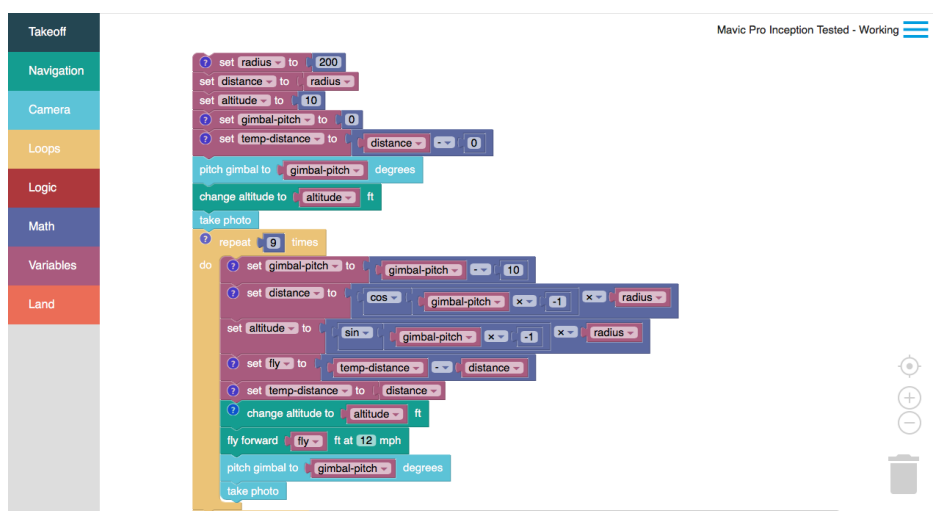
Segundo Sattar et al. (2017) o *DroneBlocks*, baseado no *Ardublock*<sup>4</sup>, usa os princípios de codificação por blocos lógicos e fornece uma interface fácil de usar, desde que a plataforma robótica (drone) seja compatível. O *DroneBlocks* foi desenvolvido

---

<sup>4</sup> *Ardublock* é uma linguagem gráfica de programação inspirada no *Scratch*, voltada para programação de dispositivos Arduino.

visando um conjunto de drones comerciais da DJI, entre os quais o *DJI Phantom 3*, *DJI Phantom 4* e o *DJI Inspire* - atualmente já foram incluídos nessa lista o *DJI Mavic* e o *Tello*, este último fabricado em parceria da DJI com a *startup* chinesa *Ryze Tech*. Os usuários podem planejar o caminho de voo arrastando e soltando blocos na tela para comandar seu drone. Este aplicativo é adequado para iniciantes, podendo ser usado com fins educativos a partir do quarto ano do ensino fundamental.

Figura 10 - Interface do DroneBlocks.



Fonte: (<https://dev.droneblocks.io>)

O *DroneBlocks* torna a definição das missões do drone acessíveis através de uma interface de programação intuitiva e fácil de usar. Na figura 10 pode ser vista a interface do *DroneBlocks* e, nas figuras 11 e 12 os drones com tecnologia DJI compatíveis com essa aplicação. Para drones munidos de sistema GPS, como os da linha *Phantom* e *Mavic*, o *DroneBlocks* disponibiliza ainda uma interface de visualização de missões, possibilitando que os usuários visualizem a trajetória programada para o drone em um mapa do Google e efetuem alterações, se necessário.

Figura 11 - Da esquerda para a direita drones DJI Inspire, Phantom, Mavic e Sparc.



Fonte: (<https://www.dji.com>)

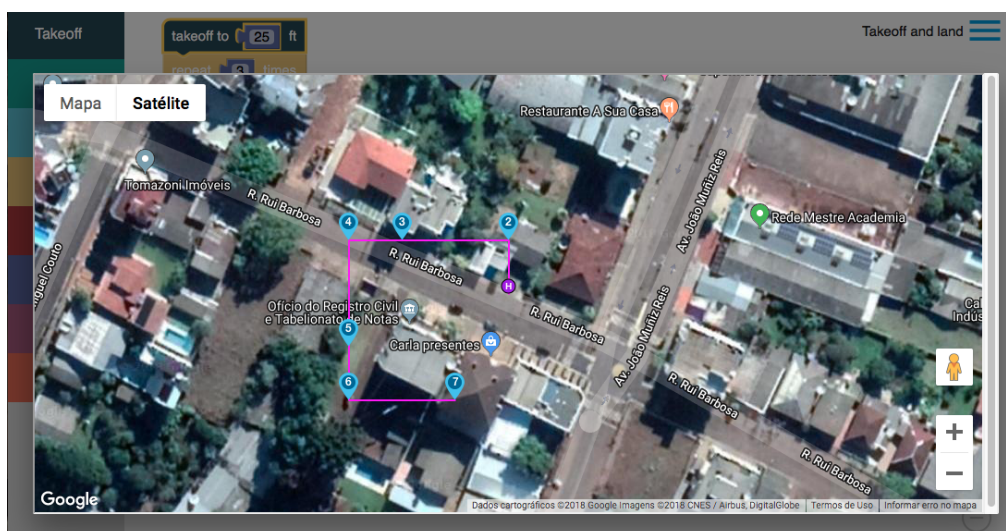
Figura 12 - Drone Tello, produzido pela empresa chinesa Ryze Tech com tecnologia DJI.



Fonte: (<https://www.ryzerobotics.com>)

O recurso de visualização da missão permite que os usuários entendam se pode haver um erro de código que envie seu drone para fora do curso ou de encontro a um obstáculo (figura 13).

Figura 13 - Visualização da missão para drones munidos de GPS.



Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.1.3 Drone4You II Blocks

O *Drone4You II Blocks* (figura 14), produzido pela empresa portuguesa *Science4you* (<https://brinquedos.science4you.pt>) é, na verdade, um pequeno drone de brinquedo, composto por blocos de construção, estilo Lego. Embora as peças não sejam muitas, a montagem acaba por ser um pequeno desafio, especialmente para crianças. Existe ainda a vantagem de poder acrescentar outras peças de Lego, pra dar diferentes



formas ao drone, desde que se leve em conta a estabilidade a capacidade de carga do equipamento.

*Figura 14 - Drone4You II Block da empresa Science4you.*



Fonte: (<https://brinquedos.science4you.pt>)

O *Drone4You II Blocks* tem as crianças como público alvo, enfocando sua aprendizagem sobre drones. O equipamento apresenta diversas limitações em relação aos demais citados neste capítulo, uma vez que não é programável, possui baixa autonomia, pouca estabilidade e quase nenhum tipo de sensor. Contudo, é bastante resistente e representa uma iniciativa interessante para ensino sobre drones para o público infantil.

### **3.1.4 Parrot Mambo Drone**

Segundo matéria veiculada pela *Tynker* (2017) o minidrone *Parrot Mambo* (figura 15) é um drone leve, robusto e fácil de pilotar, mesmo no caso de usuários iniciantes. O drone conta com boa tecnologia, incorporando sensores de alta precisão, o que garante ótima estabilidade. Além dos sensores, dispõe de atuadores como o lançador de bolas de plástico e uma garra, o que abre muitas possibilidades de projetos em robótica educativa.

*Figura 15 - Micro drone programável Parrot Mambo drone.*



Fonte: <https://www.parrot.com/>

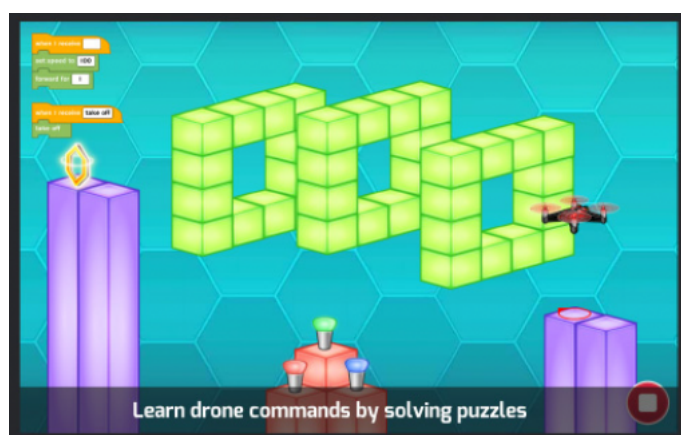
Segundo afirmou Srinivas Mandyam, cofundador e CTO da *Tynker* (2017), "Estamos empenhados em ajudar as crianças a tornarem-se criadoras e realizadoras, ensinando-as a codificar, incentivando-as a ver o seu código em ação", e complementou (tradução nossa):

Temos visto um enorme interesse em drones entre pais e crianças e estamos empolgados em aprofundar nossa parceria com a *Parrot* para revelar uma experiência abrangente e inovadora que inspire a próxima geração por meio do aprendizado baseado em jogos (TYNKER, 2017).

As lições de codificação de drone da *Tynker* oferecem uma abordagem direta e estruturada para que as crianças com idades entre 7 e 14 anos, mesmo aquelas sem experiência prévia, controlem drones em minutos. Novos pilotos podem praticar suas habilidades em um ambiente virtual (figura 16) antes de estarem prontos para executar os comandos em um drone real. O currículo proposto pela *Tynker* inclui 10 níveis de lições e apresenta às crianças um voo seguro e divertido, ao mesmo tempo em que ensina conceitos de programação. Exemplos de missões incluem (Tynker, 2017):

- programar a trajetória de voo de um drone da decolagem ao pouso;
- construir um controlador de drone para pilotar um drone em tempo real;
- programar inversões, curvas e outras acrobacias aéreas;
- integrar *loops* e variáveis para fazer padrões geométricos;
- criar jogos de codificação como *Flappy Drone* e *drone racing*;
- tirar uma foto aérea e compartilhá-la com amigos ou colegas.

Figura 16 - Exemplo de jogo disponibilizado pela *Tynker*.



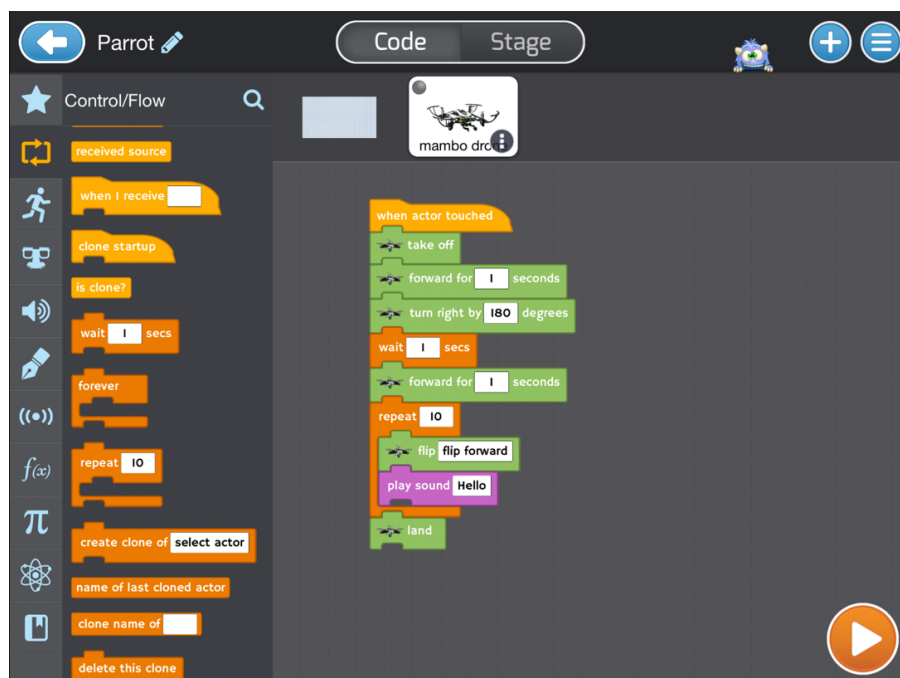
Fonte: <https://www.parrot.com/>

Segundo Jérôme Bouvard, diretor da *Parrot Education* (tradução nossa):

Drones e robótica criarão empregos nos próximos anos, e é importante que as pessoas entendam essa tecnologia agora. Hoje, estamos dando às crianças e aos estudantes acesso e experiência com essa tecnologia de drones. Estamos muito satisfeitos com a colaboração com a *Tynker*, que ajuda a aumentar o conhecimento geral sobre drones, espalhando a mensagem de que os drones são super divertidos e destacando as aplicações úteis e positivas para a tecnologia de drones (Tynker, 2017).

O *Tynker* é uma plataforma de computação criativa (figura 17), baseada em blocos lógicos nos mesmos moldes do *Scratch*, voltada para o ensino de programação para crianças. A plataforma oferece duas interfaces diferentes, uma para o aluno, que permite codificar e acessar lições e questionários, e outra para o professor, que possibilita atribuir aulas e monitorar o desempenho dos alunos.

Figura 17 - Interface do Tynker, ambiente de programação em blocos lógicos compatível com o Parrot Mambo Drone.



Fonte: <https://edu.parrot.com/apps.html>

Como é possível observar, há um maior empenho comercial em desenvolvimento de sistemas e equipamentos que vinculem drones à educação do que iniciativas em termos de pesquisas e levantamentos científicos que proponham e validem esse tipo de equipamentos e suas respectivas possibilidades didáticas. O mercado já detectou esse

nicho e está apresentando propostas, quase todas bastante interessantes, para uso de drones na robótica educativa.

Embora apresente muitos recursos interessantes, não foram encontradas publicações relevantes com uso desse drone em ensino STEAM, com ressalvas ao estudo de Chou (2018), o qual mesmo não se apoiando em teorias pedagógicas, relata uma aplicação com crianças em que se investigou o efeito do uso de drones no desenvolvimento da visualização espacial dos alunos e habilidades de sequenciamento. O estudo foi desenvolvido em uma escola primária pública em Taiwan, com 10 alunos da terceira série.

### 3.1.5 *Tello EDU*

O *Tello EDU* (figura 18) produzido pela empresa chinesa *Ryze Tech* com tecnologia DJI, é uma nova versão do drone *Tello*, desenvolvido com fins educacionais. Pode ser programado diretamente em linguagens como *Scratch*, *Python* e *Swift*. Com um SDK 2.0 atualizado, o drone inclui comandos mais avançados e interfaces de dados aprimoradas em relação ao *Tello*. Completo, com a tecnologia de controle de voo da DJI, o pequeno drone também oferece suporte à estabilização eletrônica de imagem e pode ser comandado por gestos, utilizando seus recursos de visão computacional.

*Figura 18 - Dois Drones Tello EDU com um Mission Pad, produzidos pela empresa chinesa Ryze Tech com tecnologia DJI.*



Fonte: <https://www.rzyzerobotics.com/tello-edu>.

O *Tello EDU* permite a programação de enxames, possibilitando que vários drones interajam na execução de tarefas. Com uso de visão computacional aprimorada o drone

utiliza marcadores (*Mission Pads*) para determinar ações que deve realizar. Os *Mission Pads* são um recurso interessante para aumentar a precisão da programação. Eles servem não apenas como pontos de orientação, mas como gatilhos para ações do drone.

O *Tello EDU* possibilita diversas facilidades para processamento de imagem e desenvolvimento de IA (inteligência artificial) como o desenvolvimento de funções com reconhecimento de objetos, rastreamento, reconstrução 3D por meio de programação, visão computacional e tecnologias de *deep learning*.

Contudo, tem um inconveniente em relação ao *Tello* normal: o custo do *Tello EDU* (combo) no Brasil gira, atualmente, em torno de R\$ 3.000,00, contra os aproximadamente R\$ 800,00 de um combo do *Tello* normal, contendo baterias adicionais e outros acessórios (se adquirir apenas o drone *Tello* padrão é possível encontrar por valores próximos a R\$400,00).

## 4 Materiais, ambiente e instrumentos utilizados

Este estudo visa a análise da viabilidade do uso de um conjunto de tecnologias baseado em drones com cunho pedagógico. O conjunto é composto pelos drones e seus acessórios, componentes adicionais para construção de cenários para resolução dos problemas propostos e por atividades pensadas com base em aspectos de aprendizagem significativa, mediante a resolução de problemas em sala de aula pela metodologia ABP.

O drone selecionado para composição dos *kits* foi o pequeno *Tello* da *Ryze Tech* em parceria com a DJI e, para possibilitar o estudo, foi previamente preparado o ambiente para os experimentos, tornando-o apto ao trabalho com drones em termos de espaço, equipamentos, segurança e recursos adicionais necessários.

Uma vez preparado o ambiente, puderam ser selecionados os grupos de trabalho, aplicado o pré-teste, realizadas as oficinas, aplicado o pós-teste e realizada a entrevista final, conforme detalhamento a seguir.

### 4.1 Drones e componentes adicionais (*kits*)

Entre os drones analisados optou-se pela aquisição do *Tello* da *Ryze Tech/DJI*. A opção se deu em decorrência da facilidade de compra, uma vez que é amplamente vendido em lojas de departamento no Brasil e fácil de conseguir também em comércios da internet. Além disso a aquisição de peças de reposição como hélices, motores e baterias é facilitada e há diversos acessórios a venda no comércio nacional.

Esperava-se que a versão educativa desse drone chegasse a tempo para ser uma opção de uso nos experimentos, mas isso ficou apenas na expectativa, pois somente próximo ao final da execução das oficinas o *Tello EDU*<sup>5</sup> foi disponibilizado comercialmente no Brasil. Contudo, por se tratar de uma novidade, com recursos avançados de visão computacional, o seu valor chegou aproximadamente quatro vezes maior que a versão do *Tello* utilizado neste estudo, além de ser difícil de encontrar no comércio nacional.

---

<sup>5</sup> *Tello EDU* é um pequeno drone, derivado do *Tello*, construído de forma que possa ser programado com *Scratch*, *Swift* e *Python*, oferecendo opções para desenvolvedores iniciantes e avançados. O *kit* vem junto com quatro *Mission Pads* (*waypoints* físicos) que o drone consegue identificar com visão computacional. Graças aos recursos de visão computacional o *Tello EDU* também possibilita o controle por gestos.

A versão utilizada do *Tello* atendeu as exigências do trabalho, sendo um drone de baixo custo, pequeno, para uso primordialmente *indoor*, programável em diversas plataformas (*DroneBlocks*, *Scratch*, *Python*, entre outras), voltado para o uso por jovens e crianças (seguro), extremamente estável em voo e preciso nos movimentos, com conexão *WiFi* permitindo uso de computador, dispositivo móvel ou controle remoto para comandá-lo, possuindo ainda sensores infravermelhos além de câmera frontal e inferior – a frontal com transmissão *WiFi* possibilitando captura de vídeo remoto e a inferior utilizada pelo drone para localização espacial e cálculo de velocidade e distância percorrida.

*Figura 19 - Kit para as oficinas com drones composto por: 1 -Drone Tello Ryze Tech / DJI; 2 -Drone Landing Pad de 55cm com estacas para fixação externa; 3 -Gaiola protetora PGY-Tech; 4 -Carregador de baterias Tello; 5 -Baterias Tello Fullymax; 6 -Hélices sobressalentes; 7 – protetores de hélice.*



Fonte: foto elaborada pelo autor.

Para execução da proposta foram adquiridos três drones *Tello Ryze Tech/DJI*, cada um com: 4 baterias adicionais, um jogo de hélices adicionais, carregador para três baterias simultâneas, gaiola de proteção *PGY-Tech*, protetores de hélices e um *drone landing pad*

(ver figura 19). O conjunto de baterias permitia mais de 40 minutos de autonomia por unidade (em nenhuma oficina foram necessárias mais de três baterias por drone).

## 4.2 Ambiente estruturado para os experimentos

Para realização dos experimentos foi disponibilizado um laboratório de informática do Instituto Federal Farroupilha em Frederico Westphalen/RS, o qual foi adaptado de maneira que desse todas as condições para trabalhar com os drones de forma segura e com espaço adequado para a montagem dos cenários nos quais os drones deveriam se deslocar.

Assim, foi utilizado o LEPEP - ÍCARO (Laboratório de Ensino, Pesquisa, Extensão e Produção - Inteligência Computacional, Automação e Robótica) do Instituto Federal Farroupilha de Frederico Westphalen/RS. O Laboratório ÍCARO conta com uma área de aproximadamente 67m<sup>2</sup>, 13 computadores *iMac* com Intel® *Core*<sup>™</sup> i5, 8GB de *RAM*, HD de 1TB, tela de 21,5" e S.O. *MacOS Sierra* e 2 computadores PC Intel® *Core*<sup>™</sup> i3, 4GB de *RAM*, HD de 500MB, tela de 17" e S.O. *Windows 10*. É munido ainda de condicionador de ar, quadro branco, projetor multimídia interativo, *WiFi* aberta para os alunos e câmera de monitoramento de segurança (figura 20).

*Figura 20 - LEPEP ÍCARO antes da adaptação para as oficinas.*



Fonte: acervo particular.

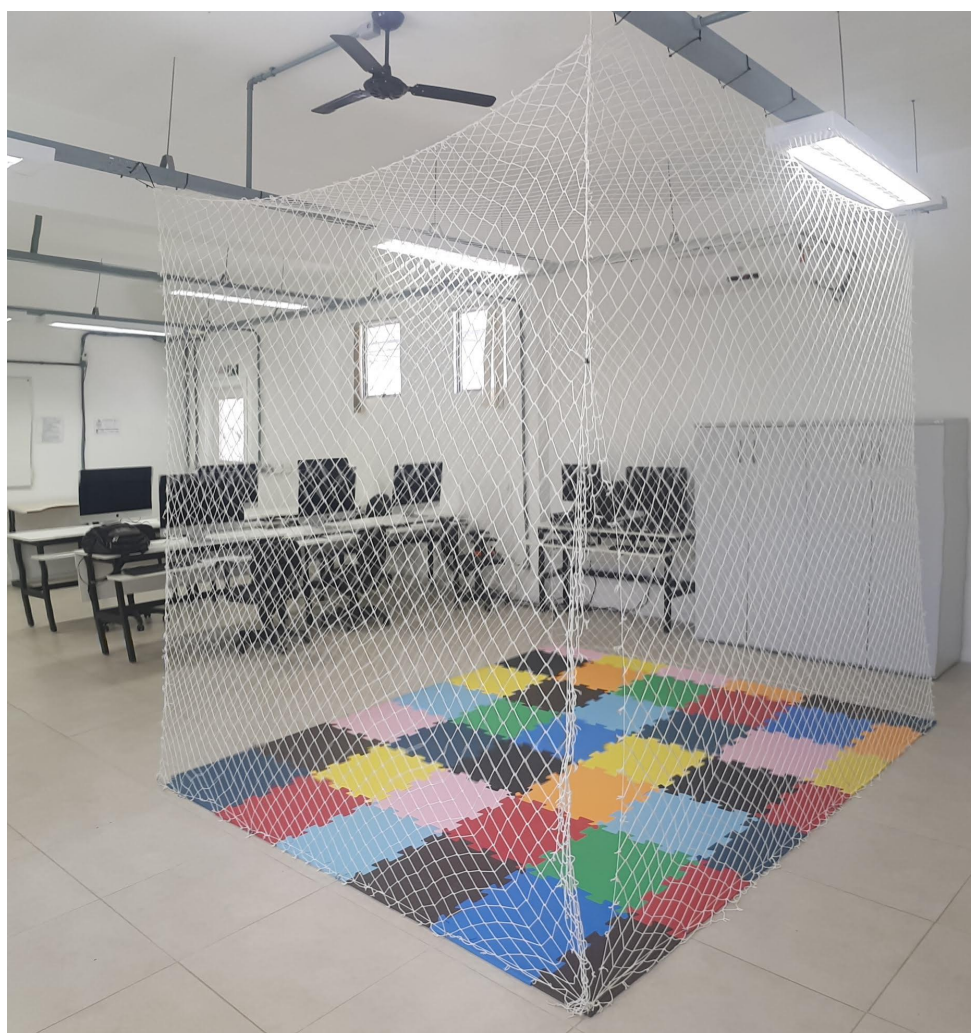
Inicialmente foi construída uma estrutura de 3,1m de largura, por 2,7m de profundidade e 2,7m de altura (ver figura 21), seguindo dimensões de redes comerciais existentes para trabalhar com drones. Contudo, ao realizar testes para validação das



atividades das oficinas, ficou evidente que, em decorrência de uma limitação do drone utilizado, a área não atenderia as necessidades.

A limitação detectada foi a dificuldade do drone realizar curvas com precisão caso o raio da curva fosse inferior a um metro. Nesse caso, o drone por vezes ficava estático durante o comando, executando somente o comando seguinte. Assim, para executar um período completo de uma senoide, por exemplo, o drone necessitaria de ao menos 4 metros, o que excederia os limites do cercado.

*Figura 21 - Primeira estrutura de segurança montada para testes com os drones.*



Fonte: acervo particular.

Deu-se então prosseguimento à estruturação de uma nova área de testes, desta vez dividindo a sala em duas partes: uma para o trabalho dos grupos nos computadores, no planejamento, construção dos códigos e discussão das atividades; e outra separada pela

tela de proteção onde seriam montados os cenários nos quais os drones atuariam (ver figura 22).

*Figura 22 - Pesquisador durante a reestruturação da estrutura de segurança.*



Fonte: foto do acervo do pesquisador.

Essa nova estrutura possibilitou a execução de todas as atividades planejadas, respeitando os aspectos de segurança para os participantes. Contudo, havia o problema dos drones poderem bater nas paredes, janelas e estruturas elétricas na parte superior do cercado, o que foi resolvido com a aquisição de gaiolas para acoplar aos drones. Assim, além da proteção da tela, os drones teriam uma proteção adicional que serviria, além de proteção para os equipamentos em caso de quedas e choque com as estruturas da sala, como uma forma de proteção adicional aos usuários (ver figura 23).

*Figura 23 - Gaiolas de proteção individual dos drones.*



Fonte: acervo particular.

Na figura 24 é possível ver o resultado final da adaptação do laboratório com a separação dos dois ambientes (de trabalho e de testes). A parte de fiação elétrica exposta foi posteriormente protegida por fitas largas de isolamento fixando os cabos ao solo e reduzindo a possibilidade de acidentes.

*Figura 24 - Estrutura final para testes com os drones.*



Fonte: foto elaborada pelo autor.

### **4.3 Material complementar**

Era ainda necessário desenvolver ou adquirir objetos ou materiais adicionais que possibilitassem a montagem de cenários com obstáculos diversos que pudessem ser desviados ou atravessados pelos drones enquanto esses traçavam movimentos programados no ar. Após breve avaliação, decidiu-se por aquisição de bambolês (com 60cm de diâmetro) e pufes (com 35cm de altura e 30cm de lado).

Com os bambolês seria fácil montar e desmontar cenários com objetivos aéreos a serem atravessados, bastando utilizar cordas de diferentes tamanhos com ganchos que permitissem sua fixação nas estruturas do teto do laboratório - foram utilizados ganchos plásticos para evitar risco de perfuração da fiação existente nas calhas. Mesmo assim, apenas o professor responsável pelas oficinas (pesquisador) montava e desmontava os cenários. Já com os pufes seria fácil construir estruturas terrestres e plataformas para serem desviadas horizontalmente, transpostas ou para servirem como ponto de pouso.

Os componentes adicionais (bambolês e pufes) foram conseguidos de forma fácil e barata em lojas de artigos populares. Esses componentes serviram para construção dos cenários dos problemas propostos, podendo representar objetivos a serem atingidos, obstáculos a serem superados, marcadores diversos como ponto de decolagem, ponto de pouso, altitude e percurso. A figura 25 exemplifica alguns componentes que foram utilizados nesse sentido.

*Figura 25 - Área de testes dos drones com cenário montado para atividade da oficina.*



Fonte: foto elaborada pelo autor.

Complementarmente, foram adquiridos 20 óculos de proteção de policarbonato para uso pelos alunos, visando aspectos de segurança, 8 trenas para que os grupos pudessem levantar dados nos cenários e alguns *pendrives* para transporte dos códigos entre os computadores das bancadas dos grupos e os computadores da área de testes dos drones.

#### 4.4 Pré e Pós-teste

De forma a ter uma visão quantitativa como complemento ao estudo, foi selecionado um conjunto de questões versando sobre o conteúdo em foco. Com isso foi possível efetuar comparações entre os desempenhos das turmas (GE e GC), bem como entre os participantes de uma mesma turma antes e após a execução das oficinas.

O material foi elaborado em conjunto com o professor da disciplina de Matemática do segundo ano do curso de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFFar/FW, visando servir como pré e pós-teste, incluindo sete exercícios contemplando questões descritivas, objetivas e de análise e construção de gráficos. Esse conjunto de questões é derivado de um banco de questões do professor contendo 26 atividades de interesse para o tema das oficinas. Para seleção das questões foi utilizada a taxonomia de Bloom revisada (Anderson et al., 2001).

Segundo Anderson et al. (2001) a taxonomia original de Bloom especifica seis categorias do domínio cognitivo, as quais são: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. Essas categorias são organizadas segundo sua complexidade, sendo cumulativas (a categoria mais simples é pré-requisito para a mais complexa). Nesse modelo é realizada a associação de ações (verbos) que ajudam a identificar a classificação das questões da avaliação em um dos níveis da taxonomia. Já na taxonomia revisada de Bloom o tipo de conhecimento a ser assimilado e o processo utilizado para isso são combinados – a dimensão do conhecimento passou a ser designada por substantivos (quadro 1) e os processos cognitivos necessários passaram a ser descritos por verbos (quadro 2). Além disso, os níveis conhecimento, compreensão e síntese receberam nova nomenclatura, considerada mais adequada, sendo alterados para lembrar, entender e criar, respectivamente.

*Quadro 1 - Subcategoria conhecimento no domínio cognitivo da taxonomia de Bloom revisada.*

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li><b>1. Conhecimento Efetivo/Factual:</b> relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados. Conhecimento da Terminologia; e Conhecimento de detalhes e elementos específicos.</li><li><b>2. Conhecimento Conceitual:</b> relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos</li></ol> |
|--|

foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência. Conhecimento de classificação e categorização; Conhecimento de princípios e generalizações; e Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.

**3. Conhecimento Procedimental:** relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar. Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos; Conhecimento de técnicas específicas e métodos; e Conhecimento de critérios e percepção de como e quando usar um procedimento específico.

**4. Conhecimento Metacognitivo:** relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo. Em contraste com o conhecimento procedimental, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura. Conhecimento estratégico; Conhecimento sobre atividades cognitivas incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos); e Autoconhecimento.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010, p. 428).

*Quadro 2 -Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom – revisada.*

**1. Lembrar:** Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.

**2. Entender:** Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.

**3. Aplicar:** Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.

**4. Analisar:** Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.

**5. Avaliar:** Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.

**6. Criar:** Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010, p. 429).

Com as questões selecionadas foi possível a construção de uma avaliação formativa (Bloom et al., 1971), tipo de avaliação que permite uma medida adequada no acompanhamento da aprendizagem escolar. Os exercícios selecionados foram adaptados mediante a utilização da taxonomia de Bloom revisada, o que possibilitou elaborar um instrumento avaliativo que auxiliasse na identificação do estágio de aprendizagem significativa em que se encontra o aluno após as oficinas com drones, tanto individualmente quanto em relação ao resto da turma.

No quadro 3 pode ser observada a classificação das questões utilizadas no teste conforme a dimensão do conhecimento e as dimensões dos processos cognitivos.

*Quadro 3 - Classificação dos exercícios do pré e pós-teste conforme a taxonomia de Bloom revisada.*

Dimensão do conhecimento	Dimensões dos processos cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual		Q2				
Conceitual	Q1	Q3		Q6		
Procedimental			Q5	Q4, Q7		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro 3 apresenta as questões utilizadas no pré e pós-teste (apresentadas com a letra Q seguida de um numeral do 1 ao 7).

A questão 1 (Q1) está vinculada à ação de lembrar terminologias e conceitos específicos. Contudo não requer somente conhecimento factual para sua resolução, necessitando também domínio conceitual.

Para resolver as questões Q2 e Q3 é necessário atribuir algum significado a fenômenos do cotidiano ou a fatos inerentes ao conteúdo da disciplina. O aluno precisa

entender conceitos básicos de trigonometria bem como entender os conceitos e saber associar ao mundo real.

A Q5 foi enquadrada na dimensão 3 dos processos cognitivos (aplicar) e, na dimensão do conhecimento procedimental. Sua solução exige a execução de métodos de resolução. O mesmo ocorre para Q4 e Q7, pois também estão na dimensão do conhecimento procedimental.

No banco de questões utilizado, a predominância era de atividades dentro da dimensão do conhecimento procedimental, que de modo geral estão relacionadas a “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas, de maneira igual ou similar à já utilizada anteriormente em sala de aula. É importante que esse tipo de questões esteja incluído em atividades de aula e nas provas escritas, contudo, se forem apresentadas de forma excessiva reforçam no aluno a ideia de Matemática enquanto “aplicação de técnicas” e que a resolução de problemas se limita aos procedimentos ensinados pelo professor (Cardoso; Oliveira, 2019).

As questões Q4, Q6 e Q7 estão na dimensão de processos cognitivos analisar, e subcategorizadas na dimensão conceitual (Q6) e procedimental (Q4 e Q7) do conhecimento. Para solucioná-las, o estudante deve entender a inter-relação entre as partes do problema, utilizando os métodos e técnicas apropriados.

No banco de questões utilizado não foram encontradas questões que pudessem ser classificadas nas dimensões dos processos cognitivos avaliar e criar, nem na subcategoria de conhecimento metacognitivo.

#### **4.5 Planejamento e estruturação das oficinas**

Na elaboração das oficinas foi levado em consideração que o grupo de alunos participantes do estudo pertence ao segundo ano do curso de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, conseqüentemente, já com noções de algoritmos e programação, o que facilita bastante a parte introdutória com uma linguagem de programação com blocos lógicos.

Para realização dos experimentos foram projetadas quatro oficinas versando sobre programação *Scratch* básica, programação de drones com *Scratch* e funções trigonométricas, cada uma com um conjunto de atividades para suporte ao aprendizado conforme descrito a seguir.



#### 4.5.1 Oficina 01 – Introdução ao *Scratch*

A primeira oficina buscou introduzir os alunos às interfaces e linguagens de programação *Scratch* e *DroneBlocks*, apresentando suas estruturas lógicas, potencialidades e limitações no desenvolvimento de programas.

O objetivo dessa oficina era de apresentar as duas linguagens de programação baseadas em blocos lógicos mais utilizadas para programação de drones, evitando entrar na complexidade exigida por outras linguagens de mais baixo nível, uma vez que o foco seria o aprendizado de funções trigonométricas e não a programação em si.

Assim, a oficina procurou apresentar uma linguagem gráfica bastante intuitiva, possibilitando a aprendizagem significativa mediante a relação entre os seus conceitos fundamentais com subsunçores referentes a conteúdos anteriores de disciplinas voltadas à lógica e programação de computadores.

A oficina, com duração aproximada de 3 horas, abordou a apresentação da linguagem de programação *Scratch*, com a associação dos blocos lógicos aos comandos e estruturas lógicas já conhecidas pelos estudantes em outras linguagens; a execução de exercícios de fixação em *Scratch* por meio de resolução de problemas tradicionais das disciplinas de programação, visando ambientação dos estudantes à nova linguagem, e a apresentação comparativa da *DroneBlocks*, ressaltando suas vantagens e limitações em relação ao *Scratch*.

Nessa primeira oficina, achou-se importante que os alunos trabalhassem individualmente (um por computador), de forma que todos pudessem praticar e permitindo ao pesquisador verificar dificuldades individuais no que se refere à programação, para possível reforço dos subsunçores necessários. Contudo, não houve restrições quanto à interação, sendo possível a conversa e troca de informações para resolução dos problemas.

A atividade da oficina foi desenvolvida com base nos princípios da teoria Ausubeliana, uma vez que o objetivo maior é aprendizagem significativa dos conceitos sobre programação que serão necessários para as atividades com drones. Assim, a atividade pressupõe a aquisição de novos conhecimentos, mediante a relação com proposições e conceitos relevantes já existentes e incorporados de forma não arbitrária e substantiva na estrutura cognitiva do aprendiz.

A aprendizagem de conceitos ocorre por meio do conhecimento de atributos característicos comuns pertencentes aos conceitos e, resulta da experiência direta através de sucessivas etapas de generalização, comprovação e generalização de hipóteses. De modo geral, a aprendizagem conceitual pode ser considerada uma aprendizagem representacional, já que os conceitos são representados por símbolos genéricos ou categóricos (normalmente palavras) e representam abstrações dos atributos comuns dos referentes, portanto, representam equivalência entre objetos ou conceitos (Ausubel, 2000).

No final da oficina esperava-se que os participantes tivessem compreendido os conceitos envolvidos na programação com uso de blocos lógicos, bem como tivessem capacidade de solucionar problemas com uso dessa classe de linguagem de programação.

#### **4.5.2 Oficina 02 – Programação de drones com *Scratch***

A segunda oficina tratou de apresentar os conceitos básicos sobre drones, seu funcionamento, forma de uso e aspectos de segurança. Enfocou também a apresentação dos blocos lógicos do *Scratch* específicos para programação de drones *Tello*.

O objetivo da oficina, além da introdução aos drones, era o de aprender a configurar adequadamente o ambiente de programação e desenvolver missões para o drone *Tello*, possibilitando a aprendizagem significativa por meio da relação entre os conceitos fundamentais abordados na oficina anterior e os novos blocos de comando inseridos.

Essa oficina já foi realizada no LEPEP, devidamente adequado para segurança dos participantes, com os alunos trabalhando em grupos e dispo de 3 conjuntos de drones DJI *Tello*.

Foi realizada uma apresentação versando sobre drones e possibilidades de utilização, incluindo as possibilidades de utilização na área pedagógica; foram apresentadas as normas de segurança a serem seguidas sempre que os drones fossem utilizados; houve a apresentação do novo conjunto de blocos adicionados pela extensão do *Scratch* e a execução de exercícios de fixação em *Scratch* por meio de resolução de problemas com os drones, com uma duração total de aproximadamente 3 (três horas).

Os tópicos foram abordados simultaneamente com atividades de fixação a serem realizadas pelos estudantes em grupos, envolvendo desafios com drones que deveriam ser resolvidos mediante programação de missões, prevendo:

- deslocamento no espaço (x, y, z);
- variações de aceleração;
- execução de curvas;
- controle de dados dos sensores;
- execução de percurso e pouso em alvo determinado;
- desvio de obstáculos e atingimento de objetivos.

Como resultados esperados da oficina, tem-se a compreensão dos conceitos envolvidos na programação de missões para drones com uso de linguagens de programação baseadas em blocos lógicos por parte dos participantes, bem como ter uma boa noção sobre conceitos do voo de drones e suas características básicas.

#### **4.5.3 Oficina 03 – Drones e funções trigonométricas I**

A terceira oficina visou o estudo da função trigonométrica do seno, apresentando a sua definição e o gráfico chamado de senoide. A oficina contou com uma explanação do professor de matemática sobre o conteúdo específico de trigonometria, sendo que o pesquisador, encarregado da parte de programação, teve participação auxiliando em dúvidas de programação.

Para essa oficina o aluno deve possuir conhecimentos prévios sobre trigonometria na circunferência, sobre funções e sobre programação de drones.

Os objetivos previstos para a oficina englobam a apresentação aos alunos da definição de funções trigonométricas e a importância de sua utilização. Os alunos, ao final, devem também compreender o papel das constantes envolvidas no cálculo da função trigonométrica e aprender a modelar fenômenos através das funções trigonométricas, possibilitando assim a aprendizagem significativa por meio da relação entre os conceitos sobre programação de drones com aplicação prática do conteúdo sobre função seno.

A oficina foi realizada no LEPEP ÍCARO, com os alunos trabalhando em grupos, tendo uma duração aproximada de 3 (três) horas. Os tópicos foram abordados simultaneamente com atividades de fixação a serem realizadas pelos estudantes, envolvendo desafios com drones que devem ser resolvidos mediante programação de missões, prevendo:

- deslocamento no espaço  $(x, y, z)$  utilizando conceitos de trigonometria apresentados pelo professor e conhecimento sobre programação de drones;
- execução de percurso e pouso em alvo determinado;
- construção de fórmulas trigonométricas para representação do movimento do drone no espaço;
- desvio de obstáculos e atingimento de objetivo mediante uso da função seno.

Como resultados esperados no final da oficina, têm-se:

- compreensão dos participantes sobre os conceitos envolvidos pela função seno e suas possibilidades de aplicação;
- estruturação de novos subsunçores à estrutura cognitiva dos alunos, propiciando aprendizado significativo tanto com relação à trigonometria quanto à programação de drones.
- desenvolvimento de uma situação prazerosa de aprendizagem, mediada pela interação entre os integrantes dos grupos, o uso de drones e a programação em uma disciplina onde a utilização de tais recursos não é comum.

#### 4.5.4 Oficina 04 – Drones e funções trigonométricas II

Finalmente, a quarta oficina abordou o estudo da função cosseno, apresentando a sua definição e o gráfico denominado cossenoide.

Para obter um aprendizado significativo, o aluno deve chegar nela com conhecimentos prévios sobre trigonometria na circunferência, sobre funções, em especial a função seno, e sobre programação de drones com *Scratch*.

A oficina visa:

- definir para os alunos a função trigonométrica cosseno e sua utilização;
- fazer com que os alunos compreendam o papel das constantes envolvidas no cálculo da função trigonométrica;
- ensinar os participantes a modelar fenômenos através das funções trigonométricas;

- possibilitar a aprendizagem significativa por meio da relação entre os conceitos sobre programação de drones com aplicação prática do conteúdo sobre função seno e cosseno.

Tal como nas oficinas 2 e 3, os alunos trabalharam grupos dentro do LEPEP ÍCARO. A oficina contou com uma explanação do professor de matemática sobre o conteúdo específico de trigonometria, sendo que o pesquisador, encarregado da parte de programação, teve participação auxiliando em dúvidas de programação.

Os tópicos foram abordados simultaneamente com atividades de fixação a serem realizadas pelos estudantes em grupos, envolvendo desafios com drones a serem resolvidos mediante programação de missões, prevendo:

- deslocamento no espaço  $(x, y, z)$  utilizando conceitos de trigonometria apresentados pelo professor e conhecimento sobre programação de drones;
- execução de percurso e pouso em alvo determinado;
- construção de fórmulas trigonométricas para representação do movimento do drone no espaço;
- desvio de obstáculos e atingimento de objetivo mediante uso de funções seno e cosseno.

Como resultados esperados da oficina, têm-se:

- compreensão por parte dos participantes dos conceitos envolvidos pela função cosseno e suas possibilidades de aplicação;
- estruturação de novos subsunçores à estrutura cognitiva dos alunos, propiciando aprendizado significativo tanto com relação à trigonometria quanto à programação de drones.
- desenvolvimento de uma situação prazerosa de aprendizagem, mediada pela interação entre os integrantes dos grupos e o uso de drones e programação em uma disciplina onde a utilização de tais recursos não é comum.

#### **4.6 Entrevista**

Ao final do bloco de oficinas foi realizada uma entrevista com os alunos do GE. Essa entrevista, com duração de 1 h 46 m, teve como objetivo principal fornecer subsídio

para uma análise de satisfação dos alunos com relação às oficinas, ao uso da tecnologia de drones para o ensino e ao sentimento de efetividade ou não do aprendizado.

A opção do pesquisador foi pela entrevista semiestruturada realizada de forma coletiva, visando uma interação do grupo ante os questionamentos, uma vez que a resposta de um dos alunos pode gerar respostas de outros sobre o tema e fomentar diálogos que podem ser de interesse para o estudo. Além disso, por se tratar de uma entrevista semiestruturada, é possível para o pesquisador conduzir os questionamentos de forma mais flexível, incluindo novas perguntas caso seja interessante para o estudo ou modificando as existentes se conveniente para melhores esclarecimentos.

A validação do roteiro inicial da entrevista foi realizada por três professores voluntários, um da área de Computação, um da Matemática e um de Metodologia, que teceram comentários e sugestões, o que resultou na listagem de perguntas-guia que pode ser observada no apêndice C.

## 5 Metodologia

Em decorrência do risco representado pela utilização de drones do tipo quadricóptero, uma vez que esses possuem hélices em alta rotação, o conjunto de tecnologias e seu uso foram pensados sempre visando aspectos de segurança, com protetores de hélice (ou gaiolas) e com motores de menor potência, diminuindo o risco de ferimentos caso suas hélices sejam tocadas pelos alunos. Foi realizada orientação aos usuários com relação aos riscos e foi recomendado o uso de óculos de proteção de policarbonato, os quais estavam à disposição para todos os participantes (figura 26), visando proteger os olhos em caso de choque com o drone, lançamento de estilhaços ou outros materiais que possam ser arremessados pelas hélices.

*Figura 26 - Óculos de segurança em policarbonato.*



Fonte: <https://fg.com.br>

Com relação ao enfoque pedagógico, o conjunto tecnológico foi pensado visando a aplicação das teorias elaboradas por Ausubel (apresentadas no primeiro capítulo deste trabalho), facilitando:

- **Uso de metodologias ativas** - metodologicamente, e falando de forma simplista, a robótica educativa aborda o “aprender-fazendo”, nomeado por Papert como construcionismo. Contudo, quiçá essa seja a característica mais marcante e importante deste trabalho, pois propicia atividades de caráter lúdico com um entorno de aprendizagem atrativo, fomentando o interesse e a curiosidade dos alunos. Neste trabalho foram utilizadas metodologias ativas para o processo de ensino e aprendizagem, envolvendo ABP com uso do conjunto tecnológico, apoiado na aprendizagem significativa, valorizando o aprender a aprender. A ABP exige mudanças no perfil dos participantes (professores e alunos) e, embora

apresente características semelhantes aos métodos tradicionais, apresenta objetivos e resultados diferenciados.

- **Exercício do diálogo e do trabalho colaborativo** - nesse contexto, o conjunto tecnológico proposto se insere propondo atividades em que seja possível reconhecer a relevância da cooperação nos trabalhos em grupo, que são uma oportunidade de formação pessoal e social, fomentando o "saber dividir" mediante o compartilhamento de tarefas, além de incentivar o "não ter medo de errar", uma vez que com o erro há oportunidades para que o aprendiz compreenda a origem do erro e busque novos caminhos para a solução do problema, investigando, explorando, descobrindo por si próprio e mediante interação com os colegas e o professor. As atividades em grupo são diferenciadas, pois promovem a convivência e o relacionamento interpessoal motivando a participação colaborativa, criativa e integrada.
- **Estimulação da criatividade e a análise crítica:** a utilização de robótica educativa em atividades que compõem a grade curricular, tende a gerar um impacto significativo no processo de ensino e aprendizagem, despertando a curiosidade e atraindo o interesse dos alunos, propiciando momentos de descobertas que não são passíveis de realização no ensino tradicional. Isso instiga os alunos a criar soluções, desenvolver estratégias (muitas vezes inesperadas) e inovar, desenvolvendo o raciocínio lógico e capacidade de análise crítica. Esta proposta deve permitir essa flexibilidade criativa aos alunos, mediante a disponibilização de diferentes módulos de construção de ambientes para resolução dos problemas propostos, mas permitindo a liberdade criativa.
- **Aprendizagem significativa:** o conteúdo deve ser proposto pelo professor, sempre levando em conta o aproveitamento de conceitos prévios já assimilados pelos alunos, possibilitando a introdução de novos conceitos que se conectem com esses. Assim, o conjunto de tecnologias baseado em drones e as atividades propostas neste estudo, devem respeitar esse conceito, fornecendo, para cada tema a ser abordado, um conjunto de atividades que evoluam de forma crescente em complexidade e abrangência, partindo de subsunçores previamente detectados pelos professores, de forma a auxiliar na fixação e assimilação de novos conceitos na estrutura cognitiva do aluno. Os alunos, no decorrer do processo, assimilam conceitos fundamentais sobre, por exemplo, eletrônica,



robótica, drones, programação, matemática, física e gradualmente adquirem conhecimentos avançados de desenvolvimento de algoritmos, gerenciamento de projetos, engenharia, mecânica, entre outros.

Para que essas oportunidades de aprendizagem fossem possíveis, foi essencial o levantamento conjunto entre o professor da disciplina em foco (Matemática) e o professor pesquisador (da área de Computação), os quais puderam identificar possibilidades efetivas de uso do conjunto tecnológico proposto, bem como dar suporte na construção das propostas pedagógicas que serviram de embasamento para sua utilização.

## 5.1 Etapas

Para execução deste estudo foi realizada uma ampla revisão bibliográfica, com caráter de levantamento inicial para a proposta – essa pesquisa fundamentou-se em autores e pesquisadores de cada uma das áreas de interesse para o estudo. Como explicado anteriormente, trabalhos que versam especificamente sobre uso de drones na educação são raros, e os poucos apresentados estão em estágios iniciais, ainda sem resultados práticos relevantes em termos de estudos de base científica. Entretanto, o levantamento inicial permitiu avaliar os fundamentos teóricos necessários para dar andamento à Tese, possibilitando avançar na realização de um estudo aprofundado nas etapas posteriores.

Visando o atingimento dos objetivos propostos por este estudo, foram realizadas as seguintes etapas:

1. Complementação e atualização da revisão bibliográfica e construção do texto da Tese, com análise das produções acadêmicas relativas à robótica educativa com uso de drones como ferramenta pedagógica que vieram a surgir no decorrer do trabalho. A revisão bibliográfica foi realizada durante todo o projeto, visando a construção de um corpus teórico e metodológico consistente, o qual culminou com a análise dos dados coletados e apresentação dos resultados obtidos.
2. Execução de um estudo preliminar visando levantar as possibilidades pedagógicas do uso de drones na robótica educativa junto a professores de áreas STEAM, o que serviu para definição de um conjunto básico de atividades passíveis do uso de drones no contexto educativo (no contexto da Matemática), com abordagem relativa a tópicos curriculares da disciplina.

3. Com base nas propostas de atividades/problemas levantados, foi analisada sua viabilidade para implementação com o conjunto de tecnologias proposto e a definição dos seus respectivos componentes adicionais e possibilidades de configuração.
4. Projeto e estruturação do conjunto tecnológico, contendo os drones, com adição dos elementos complementares pertinentes às propostas de atividades levantadas.
5. Definição do pré-teste e do pós-teste que foram aplicados aos estudantes participantes da pesquisa, com base nos conteúdos que seriam abordados nas intervenções.
6. Estruturação e validação do roteiro para a entrevista.
7. Aplicação e correção do pré-teste para todos os alunos do GE e do GC.
8. Intervenção em sala de aula (oficinas) com o GE, abordando tópicos específicos do conteúdo com auxílio do conjunto tecnológico proposto com o acompanhamento do professor responsável pela turma – no mesmo período, o GC estará vendo o mesmo conteúdo da forma tradicional.
9. Aplicação e correção do pós-teste para todos os alunos do GE e do GC.
10. Realização da entrevista coletiva com o GE.
11. Intervenção em sala de aula com o GC, com aula tradicional (sem uso de drones) mediante aplicação dos testes referentes ao mesmo conteúdo abordado com o GE.
12. Em uma nova oferta de oficinas, foram contemplados os estudantes que estavam no GC. Assim eles também participaram das oficinas com os drones com os mesmos conteúdos e atividades do GE.
13. Análise das observações do pesquisador, das gravações, da entrevista e demais dados levantados, possibilitando a verificação da proposição apresentada e do atingimento dos objetivos deste estudo.

## 5.2 Riscos

Com relação aos drones e equipamentos eletrônicos, o conjunto tecnológico foi pensado visando oferecer riscos mínimos na sua utilização por professores e alunos, contudo, como utiliza hélices e motores, sempre há algum risco de ferimento, motivo pelo qual, devem ser respeitadas as orientações repassadas em relação à segurança e foi necessário uso de óculos de proteção sempre que fosse necessário o acionamento de motores. Pelo uso de baixa voltagem na parte eletrônica, não houve previsão de riscos com relação a choques elétricos com os drones.

Em complementação, sempre há probabilidade de acidentes comuns à sala de aula (quedas, deslizos, tropeços etc.) além da possibilidade eventual de perda de interesse pelo tema por parte dos estudantes.

## 5.3 Amostra

O conjunto de tecnologias proposto foi testado de forma prática junto à alunos e professores do ensino técnico integrado ao ensino médio, no curso de Técnico em Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar) em Frederico Westphalen/RS. O procedimento com os alunos foi realizado somente após o aval dos Comitês de Ética em Pesquisa da UFRGS e do IFFar (ver anexos III e IV respectivamente).

A turma participante do estudo estava, no momento do experimento, cursando o segundo ano do ensino médio e os alunos que desejaram participar do experimento, cuja idade aproximada era de 16 anos, foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 15 estudantes cada (GE e GC). Durante as oficinas, os próprios estudantes selecionaram o subgrupo de participação por afinidade com os colegas (4 subgrupos do GE com 3 ou 4 alunos, definidos por afinidade). Ao todo foram 35 alunos na turma, dos quais 30 participaram efetivamente do estudo, 3 participaram das oficinas sem participar da coleta de dados e análises (não entregaram as autorizações, mas desejaram participar das oficinas) e dois não quiseram participar.

As intervenções, na forma de oficinas versando sobre Programação *Scratch* e Funções Trigonométricas, temas específicos da disciplina de Matemática, foram ministradas durante o turno regular dos alunos de forma a não impactar a carga horária

da estrutura curricular, com os horários e dias definidos pela gestão da escola em concordância com os professores envolvidos.

Os alunos que participaram efetivamente do estudo, com respectiva coleta de dados e participação nas observações, deveriam atender os critérios de inclusão listado a seguir. Alunos que não atendessem tais critérios poderiam participar das oficinas caso desejassem, não tendo sua participação, observações, dados e resultados incluídos no processo de análise.

- Critérios de Inclusão:

- O aluno deve estar regularmente matriculado no 2º ano do Ensino Médio Técnico Integrado em Informática no momento da execução do estudo.
- O aluno, em caso de desejar participar, concorda em participar de um dos dois grupos (GE ou GC) de forma aleatória.

- Critério de Exclusão:

- Serão excluídos os estudantes que não desejarem participar ou que não receberem autorização de seus pais ou responsáveis através de um termo de consentimento para participação na pesquisa.

Após consulta prévia aos alunos da turma selecionada para este estudo, a grande maioria revelou grande interesse em participar. As oficinas com os drones foram realizadas em dois blocos – na primeira oferta das oficinas os alunos do GE foram expostos aos tópicos da disciplina com uso dos drones, enquanto os do GC tiveram o mesmo conteúdo da forma tradicional, sem o conjunto de tecnologias proposto. Na segunda oferta, os alunos do GC participaram das oficinas com drones, com o mesmo conteúdo e formato da primeira oferta. Essa informação não foi repassada aos alunos, os quais sabiam somente que participariam do experimento com drones, mas em decorrência do tamanho da turma, seriam duas ofertas de oficinas. Isso foi feito visando evitar possíveis sentimentos de descontentamento e competição entre os grupos, assim, os termos GE e GC foram utilizados somente para relato deste trabalho, sem os alunos serem expostos a esses conceitos.

Para viabilizar essa ação, foram disponibilizados três *kits* de drones, permitindo trabalhar com quatro grupos de três até cinco alunos em cada intervenção.

#### 5.4 Metodologia de coleta e análise dos dados

Este trabalho utiliza uma abordagem qualitativa, que permite analisar a aplicabilidade do conjunto tecnológico proposto em termos de aprendizagem significativa, mas busca também um suporte quantitativo para subsidiar as análises e discussão de resultados.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa quantitativa está enraizada no pensamento positivista lógico e busca enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana, enquanto a pesquisa qualitativa privilegia os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno. Assim, tanto uma quanto outra, apresentam pontos fortes e fracos, entretanto, os pontos fortes de uma complementam as fraquezas da outra.

Quanto à natureza, este trabalho se enquadra como pesquisa aplicada, pois visa geração de conhecimento para aplicação prática na solução de problemas específicos. Sua motivação é direcionada à resolução de problemas que surgem em um dado momento, concentrando-se na forma de colocar em prática as teorias gerais.

Com relação aos objetivos propostos, a pesquisa pode ser enquadrada como pesquisa explicativa, tipo de pesquisa que se preocupa em esclarecer quais fatores são determinantes ou contribuem para a ocorrência de um determinado fenômeno (Gil, 2010). A pesquisa explicativa é a que mais busca aprofundar o conhecimento da realidade, motivo pelo qual está fortemente ancorada em métodos experimentais.

Os dados foram coletados a partir dos resultados obtidos no pré-teste (antes da oferta das oficinas ao GE) e um pós-teste (após o término da oferta das oficinas ao GE), gravações dos alunos durante as oficinas, anotações sobre as observações realizadas pelo pesquisador e pelo professor da disciplina, entrevista final com os alunos e análise de rascunhos e anotações dos alunos nas listas de atividades.

Os dados e demais informações coletadas foram tabulados em planilhas eletrônicas e *softwares* de edição de textos; arquivos de vídeo e áudio foram capturados e posteriormente tratados em *softwares* específicos, visando, no caso de imagens, a preservação do anonimato dos participantes e, no caso dos áudios, uma otimização digital, procurando favorecer a transcrição dos diálogos. Isso possibilitou sua análise e geração de estatísticas, buscando um suporte na validação (ou não) da proposição principal deste

estudo, com base na verificação de diferenças significativas em termos estatísticos entre os resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste, além das demais análises pertinentes.

#### **5.4.1 Procedimentos**

O desenvolvimento do estudo seguiu duas linhas de análise, qualitativa e quantitativa, as quais se diferenciam pelos instrumentos utilizados para efetuar a coleta de dados.

A parte de coleta e análise de dados qualitativos, foi possível mediante a observação direta durante as oficinas; análise das gravações; análise de anotações no diário de pesquisa, anotações dos alunos nas listas de atividades e entrevista em grupo ao final da oferta das oficinas.

A parte quantitativa foi realizada mediante análise estatística dos resultados do pré-teste e do pós-testes aplicados aos alunos participantes e mediante enquetes espontâneas realizadas durante a entrevista com os alunos.

As oficinas e a entrevista foram gravadas com permissão dos participantes e de seus respectivos responsáveis, conforme pode ser observado nos anexos I e II (TALE e TCLE).

Os 30 alunos participantes do experimento foram divididos em dois grupos da seguinte forma:

- 1 – Foram separados os nomes dos estudantes em dois conjuntos (por sexo);
- 2 – Para a primeira oferta das oficinas (GE) foi definido um limite de 15 (quinze) participantes, sendo sorteado um nome de cada conjunto alternadamente até atingir esse total;
- 3 – Os demais alunos, após a estruturação do primeiro grupo, ficaram incluídos automaticamente na segunda oferta (GC);
- 4 – Três dos alunos (uma aluna e dois alunos) não trouxeram as autorizações devidamente assinadas pelos responsáveis, contudo desejavam também participar das atividades. Não foram em momento nenhum questionados sobre o motivo, sendo apenas informados em particular que seus dados não seriam incluídos na pesquisa, mas poderiam participar sem qualquer problema. Esses foram automaticamente incluídos no segundo grupo (GC) – seus nomes não participaram do sorteio, mas eles não tinham essa informação. Eles seguiram

normalmente todas as etapas, incluindo a realização dos testes, mas foram desconsiderados no estudo, de forma a respeitar o desejo, ou qualquer que tenha sido o motivo para não querer seus dados utilizados (seja por eles mesmos ou pelos seus pais).

- 5 – Dois alunos não trouxeram as autorizações assinadas nem demonstraram interesse em participar, sendo dispensados de realizar os testes (pré e pós) que ocorreram em horário regular das aulas. Nos horários das oficinas, por serem horários alternativos previstos na instituição para participação em programas de pesquisa e extensão, eles estavam liberados para outras atividades.

Assim, de um total de 35 alunos (total da turma) os dos dois grupos ficaram com a seguinte estruturação:

**Grupo de Estudo (GE):** 15 participantes (8 alunas e 7 alunos).

**Grupo de Controle (GC):** 15 participantes (7 alunas e 8 alunos).

## 5.5 Tratamento e análise dos dados

Para o tratamento dos dados qualitativos foram efetuadas as transcrições das gravações das oficinas e da entrevista, bem como foram organizadas as anotações com as observações coletadas pelo pesquisador durante a realização dos experimentos e as anotações deixadas pelos alunos nas listas de atividades utilizadas nas oficinas, os quais passaram por análise do pesquisador sob a ótica da teoria da aprendizagem significativa.

Os dados utilizados para a análise quantitativa provêm dos resultados comparativos do pré-teste com o pós-teste, sobre os quais foram efetuadas análises com estatística descritiva, incluindo cálculo de médias, desvio-padrão e porcentagens, seguido por análise com o Teste *t* de *Student* para amostras independentes, possibilitando verificar existência de diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos nos testes (pré e pós) com o GE e com o GC.

A combinação das duas metodologias (qualitativa e quantitativa) possibilitou a obtenção de um maior conhecimento sobre o foco do estudo. Ao final foi realizada uma triangulação, buscando aspectos congruentes entre as diferentes técnicas utilizadas que possam fornecer ou não suporte à proposição deste estudo.

### 5.5.1 Relato e análise do pré-teste e do pós-teste

O teste utilizado como pré e pós-teste foi estruturado com base em exercícios do banco de questões do professor da disciplina. Foi utilizada a taxonomia de Bloom revisada (Anderson et al., 2001) para seleção das questões, enfocando no conteúdo que seria objeto das oficinas – no caso, as funções trigonométricas. O teste continha questões versando sobre conceitos básicos de funções trigonométricas (seno e cosseno), uso de funções trigonométricas no cotidiano, valores máximo e mínimo da função, domínio, imagem, período e gráficos de funções seno e cosseno.

O momento da aplicação do pré-teste foi antes do início das oficinas, mais precisamente no dia anterior à primeira oficina, tomando, para sua realização, uma parte da aula normal da disciplina de Matemática. A aplicação ocorreu durante a manhã do dia 04/11/2019, uma segunda-feira tranquila e um pouco nublada. Ao entrar na sala às 7:40 da manhã, os alunos já olhavam desconfiados por ver o professor pesquisador no canto da sala aguardando o momento do início da aula, enquanto o professor de Matemática organizava seu material na mesa e se preparava para iniciar a chamada.

Como os alunos haviam sido informados dos testes quando foi explicado o estudo (alguns dias antes), pareciam já prever que seria nesse momento e, certamente, a maioria não estava achando agradável chegar na primeira aula do dia e ter que responder um teste, mesmo sabendo que não teria peso para a nota da disciplina – afinal, com nota ou não, é uma espécie de avaliação. Alguém vai corrigir e realizar algum julgamento sobre o resultado.

Entretanto, após a realização da chamada pelo professor da disciplina, houve um momento de conversa e descontração que ajudou a aliviar a tensão dos alunos. Foi feita uma rápida explanação de como seria a oficina no dia seguinte e de como o laboratório estava diferente e adaptado para o trabalho com os drones. Reforçou-se que o teste deveria ser realizado com tranquilidade e honestidade e que não teria influência na nota da disciplina.



Tabela 1 - Notas do Pré e Pós-teste do GE.

GRUPO DE ESTUDO (GE)							
PRÉ-TESTE					PÓS-TESTE		
Aluno(a)	Sexo	Nota	Desvio	Desvio quad.	Nota	Desvio	Desvio quad.
GE01	M	2,00	0,26	0,07	6,10	-0,38	0,14
GE02	M	2,40	0,66	0,44	5,90	-0,58	0,34
GE03	M	2,90	1,16	1,35	9,10	2,62	6,86
GE04	F	1,20	-0,54	0,29	3,50	-2,98	8,88
GE05	M	1,50	-0,24	0,06	6,60	0,12	0,01
GE06	F	3,70	1,96	3,84	8,10	1,62	2,62
GE07	M	2,40	0,66	0,44	4,50	-1,98	3,92
GE08	M	2,50	0,76	0,58	7,20	0,72	0,52
GE09	M	2,20	0,46	0,21	5,00	-1,48	2,19
GE10	F	0,70	-1,04	1,08	7,40	0,92	0,85
GE11	F	0,70	-1,04	1,08	4,30	-2,18	4,75
GE12	F	1,40	-0,34	0,12	8,70	2,22	4,93
GE13	F	0,40	-1,34	1,80	9,00	2,52	6,35
GE14	F	1,40	-0,34	0,12	2,40	-4,08	16,65
GE15	F	0,70	-1,04	1,08	9,40	2,92	8,53
		$\mu: 1,74$		$\Sigma: 12,54$	$\mu: 6,48$		$\Sigma: 67,54$

Fonte: Elaborado pelo autor.

A duração do teste, limitada a duas aulas (aula de 50 minutos), iniciou efetivamente às 8:03 e se estendeu até as 9:27, quando o último aluno entregou a sua prova. A grande maioria entregou nos primeiros 40 minutos, contudo, alguns preferiram realizar um esforço maior e tentaram responder até mesmo as questões para as quais tinham pouco ou nenhum embasamento. As tabelas 1 e 2 apresentam as notas dos testes (pré e pós) realizados pelo GE e pelo GC.

Por se tratar de um conteúdo que os alunos não haviam visto em aula, os resultados obtidos, assim como era esperado, foram bastante baixos – com as notas variando entre 0,4 e 3,7 entre os alunos do GE e entre 0,0 e 2,5 entre os alunos do GC, para um total possível de 10,0 pontos – isso demonstrou, ao analisar as respostas, que para a maioria havia alguns subsunçores já estabelecidos, mas não o suficiente para uma completa compreensão sobre os tópicos abordados.

Tabela 2 - Notas do Pré e Pós-teste do GC.

GRUPO DE CONTROLE (GC)							
PRÉ-TESTE					PÓS-TESTE		
Aluno(a)	Sexo	Nota	Desvio	Desvio quad.	Nota	Desvio	Desvio quad.
GC01	M	1,70	0,35	0,12	3,70	-0,94	0,88
GC02	F	2,40	1,05	1,11	6,40	1,76	3,10
GC03	M	1,70	0,35	0,12	5,70	1,06	1,12
GC04	M	1,20	-0,15	0,02	4,90	0,26	0,07
GC05	F	0,40	-0,95	0,90	5,40	0,76	0,58
GC06	F	0,00	-1,35	1,81	2,00	-2,64	6,97
GC07	M	1,80	0,45	0,21	8,30	3,66	13,40
GC08	F	1,20	-0,15	0,02	8,50	3,86	14,90
GC09	F	2,00	0,65	0,43	2,50	-2,14	4,58
GC10	M	0,80	-0,55	0,30	3,70	-0,94	0,88
GC11	F	2,40	1,05	1,11	3,70	-0,94	0,88
GC12	M	0,20	-1,15	1,31	5,30	0,66	0,44
GC13	M	1,40	0,05	0,00	1,90	-2,74	7,51
GC14	F	0,50	-0,85	0,72	5,30	0,66	0,44
GC15	M	2,50	1,15	1,33	2,30	-2,34	5,48
		<b><math>\mu</math>: 1,35</b>		<b><math>\Sigma</math>: 9,52</b>	<b><math>\mu</math>: 4,64</b>		<b><math>\Sigma</math>: 61,22</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A diferença das notas entre os dois grupos levantou a suspeita de uma diferença expressiva entre eles, o que poderia influenciar o resultado do experimento. Dessa maneira, foi realizado o Teste  $t$  de *Student* para verificar se tal variação nas notas teria caráter significativo.

Para execução do Teste  $t$  foi utilizada a planilha disponibilizada pelo S.O.S. Estatística da UNICAMP (<https://sosestatistica.com.br/>). O resultado obtido pode ser observado no quadro 4, tendo como base a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) a seguir:

$$H_0: \mu_{GE} - \mu_{GC} = 0$$

$$H_1: \mu_{GE} - \mu_{GC} \neq 0$$

Quadro 4 - Teste *t* de Student realizado com as notas do pré-teste dos grupos GE e GC.

Notas Pré-teste		Resultados Teste <i>t</i> de Student	
GE	GC	Estatística	Valor
2,00	1,70	N GE	15
2,40	2,40	N GC	15
2,90	1,70		
1,20	1,20	Média GE	1,7400
1,50	0,40	Média GC	1,3467
3,70	0,00		
2,40	1,80	D.P. amostral GE	0,9463
2,50	1,20	D.P. amostral GC	0,8245
2,20	2,00	S p	0,8875
0,70	0,80		
0,70	2,40	Estatística T	1,21376
1,40	0,20	Modo	Bicaudal
0,40	1,40	Tipo	Amostras independentes
1,40	0,50	P-valor	0,2352
0,70	2,50	Nível do teste (alpha)	0,0500

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme resultado obtido no Teste *t* (Quadro 4) foi possível observar que a hipótese nula ( $H_0$ ) foi validada, uma vez que P-valor é maior que o nível do teste (alpha), o que confirma, não existir variação significativa entre as notas obtidas pelos alunos do GE e do GC.

Com relação ao pós-teste aplicado, ele nada mais era do que o mesmo conjunto de questões do pré-teste – cabe ressaltar que as questões do pré-teste não haviam sido comentadas, devolvidas aos alunos ou passado por correção em aula.

O pós-teste foi realizado com todos os participantes (GE e GC) no dia seguinte à realização da última oficina pelo GE. Momento no qual os dois grupos, de formas diferentes, já haviam abordado os conteúdos do teste. O GE nas oficinas e o GC na aula tradicional.

Tal como no primeiro teste, o pós-teste foi aplicado durante uma aula da disciplina de matemática, na tarde do dia 28/11/2019. Desta vez os alunos estavam mais tranquilos do que no dia da aplicação do pré-teste. O professor realizou a chamada da disciplina, seguida de uma breve explicação realizada pelo pesquisador sobre o teste e sobre a última etapa que seria a entrevista.

Como no pré-teste, foi disponibilizado o tempo equivalente a duas aulas de 50 minutos para responder às questões apresentadas. A atividade teve início às 15:35 e, às

15 52 os primeiros alunos começaram a entregar os testes respondidos. Exatamente às 16:36 a última aluna entregou seu teste.

Como esperado, os resultados foram superiores aos do pré-teste, pois os alunos haviam sido expostos aos conteúdos abordados tanto da forma tradicional (GC) quanto com as oficinas de drones (GE). Porém, visualmente, era evidente uma diferença nas notas dos dois grupos, com as notas variando entre 2,4 e 9,4 entre os alunos do GE e entre 1,9 e 8,5 entre os alunos do GC, para um total possível de 10,0 pontos.

Para iniciar uma análise desses resultados foi aplicado o Teste *t* de *Student* também nesse conjunto de dados, buscando verificar se haveria diferença significativa nas notas dos dois grupos.

O resultado obtido no Teste *t* pode ser observado no quadro 5, tendo como base a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ) a seguir:

$$H_0: \mu_{GE} - \mu_{GC} = 0$$

$$H_1: \mu_{GE} - \mu_{GC} \neq 0$$

Quadro 5 - Teste *t* de *Student* realizado com as notas do pós-teste dos grupos GE e GC.

Notas Pós-teste		Resultados Teste <i>t</i> de <i>Student</i>	
GE	GC	Estatística	Valor
6,10	3,70	N GE	15
5,90	6,40	N GC	15
9,10	5,70		
3,50	4,90	Média GE	6,4800
6,60	5,40	Média GC	4,6400
8,10	2,00		
4,50	8,30	D.P. amostral GE	2,1965
7,20	8,50	D.P. amostral GC	2,0911
5,00	2,50	S p	2,1444
7,40	3,70		
4,30	3,70	Estatística T	2,3498
8,70	5,30	Modo	Bicaudal
9,00	1,90	Tipo	Amostras independentes
2,40	5,30	P-valor	0,0261
9,40	2,30	Nível do teste (alpha)	0,0500

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme resultado obtido no Teste *t* (quadro 5) sobre as notas do pós-teste, foi possível observar que a hipótese nula ( $H_0$ ) foi refutada, uma vez que P-valor é menor que

o nível do teste ( $\alpha$ ), o que confirma a existência de uma variação significativa, com 95% de confiança, entre as notas obtidas pelos alunos do GE e do GC, com os alunos do GE obtendo uma média significativamente superior aos do GC.

Partindo dessa observação, deu-se sequência ao estudo com a análise dos dados coletados nos dois testes aplicados.

Inicialmente foi realizada uma análise com separação das notas por sexo dos alunos participantes do experimento. Com exceção do pré-teste do GE, não houve variação significativa entre as médias dos participantes do sexo masculino e feminino nos demais testes aplicados ao GE e ao GC.

A tabela a seguir (tabela 3) exibe os dados referentes ao pré e pós-teste realizado pelo GE e pelo GC com separação dos resultados por sexo. Ao observar a mediana obtida no pré-teste pelo conjunto feminino é possível notar uma aparente discrepância em relação à do conjunto masculino – discrepância que parece diminuir no resultado do pós-teste.

Tabela 3 - Comparativo dos testes de acordo com o sexo.

GRUPO DE ESTUDO (GE)								
Sexo	Qt d	%	PRÉ-TESTE			PÓS-TESTE		
			Média	Mediana	Desv. Padrão	Média	Mediana	Desv. Padrão
Fem	8	53,33	1,28	<b>0,95</b>	1,16	6,60	<b>7,75</b>	2,77
Masc	7	46,67	2,27	<b>2,40</b>	0,72	6,34	<b>6,10</b>	1,53
	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>1,74</b>	<b>1,50</b>	<b>0,95</b>	<b>6,48</b>	<b>6,60</b>	<b>2,20</b>

GRUPO DE CONTROLE (GC)								
Sexo	Qt d	%	PRÉ-TESTE			PÓS-TESTE		
			Média	Mediana	Desv. Padrão	Média	Mediana	Desv. Padrão
Fem	7	46,67	1,27	1,20	1,01	4,83	5,30	2,29
Masc	8	53,33	1,41	1,55	0,70	4,48	4,30	2,06
	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>1,35</b>	<b>1,40</b>	<b>0,82</b>	<b>4,64</b>	<b>4,90</b>	<b>2,09</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao efetuar o Teste *t* de *Student* (quadro 6) foi evidenciada a significativa variação nas notas para as hipóteses  $H_0$  e  $H_1$  dadas a seguir, indicando uma superioridade do conjunto masculino na amostra do GE. Por outro lado, há uma aparente inversão no

resultado do pós-teste, no qual o mesmo conjunto feminino obteve uma mediana superior à do conjunto masculino (tabela 3). Contudo, a vantagem inicial do conjunto masculino foi estatisticamente anulada, bem como a aparente discrepância entre as médias dos dois conjuntos no pós-teste, que aparentava uma vantagem para o conjunto feminino, não apresentando mais significância no Teste *t*.

$$H_0: \mu_{Fem} - \mu_{Masc} = 0$$

$$H_1: \mu_{Fem} - \mu_{Masc} \neq 0$$

Quadro 6 - Teste *t* de Student sobre as médias do Pré-teste do GE por sexo.

Notas Pré-teste		Resultados Teste <i>t</i> de Student	
Fem.	Masc.	Estatística	Valor
1,20	2,00	N Fem.	8
3,70	2,40	N Masc.	7
0,70	2,90		
0,70	1,50	Média Feminino	1,2750
1,40	2,40	Média Masculino	2,2714
0,40	2,50		
1,40	2,20	D.P. amostral Fem.	1,0471
0,70		D.P. amostral Masc.	0,4386
		S p	0,8241
		Estatística T	-2,33616
		Modo	Bicaudal
		Tipo	Amostras independentes
		P-valor	0,0347
		Nível do teste (alpha)	0,0500

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o GC não houve variação estatística significativa entre esses conjuntos (masculino e feminino) segundo o Teste *t*, tanto no pré quanto no pós-teste.

Analisando o resultado dos testes separados por faixas de notas, de 0 a 10 em escala de dois em dois pontos (tabela 4), é possível observar uma distribuição mais homogênea das frequências das notas entre as amostras feminina e masculina do GE e do GC. Tanto no GE quanto no GC, o pré-teste concentrou todas as notas nas duas primeiras faixas de valores (< 4) para os conjuntos masculino e feminino, com a variação significativa evidenciada pelo fato do conjunto feminino do GE ter, na grande maioria, permanecido com as notas na primeira faixa (0 |- 2), enquanto o conjunto masculino teve a maioria das notas na segunda faixa (2 |- 4).

Tabela 4 - Frequência das notas dos testes por faixa e sexo.

Faixa	GRUPO DE ESTUDO				GRUPO DE CONTROLE			
	Pré-teste		Pós-teste		Pré-teste		Pós-teste	
	$f_i$		$f_i$		$f_i$		$f_i$	
	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc
0  -- 2	7	1	0	0	4	7	0	1
2  -- 4	1	6	2	0	3	1	3	3
4  -- 6	0	0	1	3	0	0	2	3
6  -- 8	0	0	1	3	0	0	1	0
8  -- 10	0	0	4	1	0	0	1	1
	8	7	8	7	7	8	7	8

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já no pós-teste, o conjunto feminino do GE apresentou 4 das notas mais altas (50% na faixa de 8 --10) enquanto o conjunto masculino ficou com somente um integrante nessa faixa (14%), o que levanta a possibilidade de um melhor aproveitamento por parte do sexo feminino, mas mostra uma distribuição maior dos resultados do conjunto feminino entre as faixas 2 e 5 (de 2 |-- 10) enquanto o conjunto masculino concentrou mais entre as faixas 3 e 5 (de 4 |-- 10). Ou seja, aparentemente, cabendo aqui mais testes e análises, alguns elementos do conjunto feminino aproveitaram melhor as oficinas com drones que outros do mesmo sexo, enquanto o conjunto masculino teve um aproveitamento mais uniforme.

No grupo de controle, seguindo a metodologia de ensino tradicional (sem drones), é evidente uma melhora na frequência das notas em ambos os sexos, contudo com uma concentração maior das notas nas faixas 2 e 3 (de 2 |-- 6 pontos), sinalizando um melhor aproveitamento do conteúdo por parte do GE (ver tabela 5).

Tabela 5 - Frequência geral das notas dos testes por faixa.

Faixa	GRUPO DE ESTUDO				GRUPO DE CONTROLE			
	Pré-teste		Pós-teste		Pré-teste		Pós-teste	
	f <sub>i</sub>	f <sub>ri</sub>	f <sub>i</sub>	f <sub>ri</sub>	f <sub>i</sub>	f <sub>ri</sub>	f <sub>i</sub>	f <sub>ri</sub>
0  -- 2	8	0,53	0	-	11	0,73	1	0,07
2  -- 4	7	0,47	2	0,13	4	0,27	6	0,40
4  -- 6	0	-	4	0,27	0	-	5	0,33
6  -- 8	0	-	4	0,27	0	-	1	0,07
8  -- 10	0	-	5	0,33	0	-	2	0,13
	<b>15</b>	<b>1,00</b>	<b>15</b>	<b>1,00</b>	<b>15</b>	<b>1,00</b>	<b>15</b>	<b>1,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Efetuada uma análise geral, sem subdivisões, fica mais fácil de visualizar a concentração de 100% das notas do pré-teste nas duas faixas iniciais (de 0 |-- 4) para os dois grupos (GE e GC), conforme pode ser observado na tabela 5. Entretanto, fica mais evidente também que o GE obteve um desempenho superior ao do GC, o que é possível observar com mais clareza nas frequências acumuladas da tabela 6, com 80% dos alunos do GC com notas inferiores a 6, concentrando-se nas faixas de 1 a 3 (0 |-- 6), enquanto o GE apresenta somente 40% das suas notas nessas faixas, concentrando a maior parte (60%) nas faixas mais altas (6 |-- 10), o que corrobora com o resultado do Teste *t* para o pós-teste de GE (ver quadro 5, pg.110).

Tabela 6 - Frequência das notas do pós-teste do GE e do GC por faixa.

Faixa	GRUPO DE ESTUDO				GRUPO DE CONTROLE			
	f <sub>i</sub>	f <sub>ri</sub>	F <sub>i</sub>	F <sub>ri</sub>	f <sub>i</sub>	f <sub>ri</sub>	F <sub>i</sub>	F <sub>ri</sub>
0  -- 2	0	-	-	-	1	0,07	1	0,07
2  -- 4	2	0,13	2	0,13	6	0,40	7	0,47
4  -- 6	4	0,27	6	0,40	5	0,33	12	0,80
6  -- 8	4	0,27	10	0,67	1	0,07	13	0,87
8  -- 10	5	0,33	15	1,00	2	0,13	15	1,00
	<b>15</b>	<b>1</b>			<b>15</b>	<b>1</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor.



Para a última análise sobre o pré e o pós-teste, foi realizada a compilação de acertos por questão em cada aplicação do teste por grupo (GE e GC). A tabela 7 apresenta essa totalização, contemplando acertos para questões com tarefas múltiplas separadamente.

*Tabela 7 - Quantidade de acertos por questão do teste para cada grupo (GE e GC).*

Questão	Pré-teste		Pós-teste	
	GE	GC	GE	GC
1	4	2	10	10
2	11	7	14	13
3	6	3	6	6
4a	10	8	14	13
4b	8	7	13	12
4c	0	0	8	4
4d	0	0	14	8
4e	0	0	14	11
5a	0	0	10	5
5b	0	0	7	1
6	6	3	12	13
7a1	2	2	15	9
7a2	0	0	6	4
7a3	0	1	10	5
7a4	0	0	10	8
7b1	0	0	9	3
7b2	0	0	7	2
7b3	0	0	5	1
7b4	0	0	8	3
7c1	0	0	10	9
7c2	0	0	7	3
7c3	0	0	4	6
7c4	0	0	7	6
7d1	0	0	13	7
7d2	0	0	7	4
7d3	0	0	8	6
7d4	0	0	10	8
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>33</b>	<b>258</b>	<b>180</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela obtida (tabela 7) permite observar o total de acertos por questão/subquestão para cada grupo. Isso pode levar a uma análise incorreta, pois se for levado em conta que o GE passou de 47 acertos no pré-teste para 258 acertos no pós-teste, tendo um incremento de ~549%, enquanto o GC com 33 acertos no pré-teste e 180

acertos no pós-teste apresentou um incremento de ~545%, o que, teoricamente, seria praticamente o mesmo rendimento. Contudo, dessa forma não fica evidente a diferença entre os o total de acertos e o tipo de questão segundo a taxonomia de Bloom revisada (Anderson et al., 2001), o que permite uma avaliação mais profunda dos resultados obtidos.

Com base no cruzamento entre a tabela 7 e o quadro 3 (classificação dos exercícios do pré e pós-teste conforme a taxonomia de Bloom revisada, p.88) foi elaborada uma nova tabela para análise. Para tanto, as questões abertas ou de resposta única foram contadas unitariamente, enquanto questões que continham componentes adicionais (tarefas adicionais para o mesmo enunciado) foram computadas pela média de acertos. Por exemplo, a questão um, contendo um questionamento, contou uma unidade para cada acerto; já a questão quatro, contendo cinco atividades para responder, foi computada pela média de acertos do grupo amostral.

O resultado dessa compilação foi acrescido da classificação da questão dentro das duas dimensões da taxonomia de Bloom revisada, englobando as dimensões dos processos cognitivos (factual, conceitual, procedimental e metacognitivo) e as dimensões do conhecimento (lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar) nas quais cada questão foi previamente classificada, tendo como resultado a tabela a seguir (tabela 8).

*Tabela 8 - Total de acertos por questão em relação à Taxonomia de Bloom revisada.*

Questão	Pré-teste		Pós-teste		Dimensões da Taxonomia de Bloom revisada	
	GE	GC	GE	GC	Processos Cognitivos	Conhecimento
1	4,00	2,00	10,00	10,00	1	2
2	11,00	7,00	14,00	13,00	2	1
3	6,00	3,00	6,00	6,00	2	2
4	3,60	3,00	<b>12,60</b>	<b>9,60</b>	4	3
5	0,00	0,00	<b>8,50</b>	<b>3,00</b>	3	3
6	6,00	3,00	12,00	13,00	4	2
7	0,13	0,19	<b>8,50</b>	<b>5,25</b>	4	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a tabela 8 nota-se uma relativa proximidade entre os resultados do pré-teste dos dois grupos, com uma pequena vantagem para o GE na maioria das questões, contudo, segundo o Teste *t* de *Student* (quadro 4), tal diferença não é significativa, sendo então desconsiderada. É possível ainda observar que as questões com maior quantidade de acertos encontram-se dentro das dimensões dos processos cognitivos 1 e 2 (lembrar e entender) e das dimensões do conhecimento 1 e 2 (conhecimento factual e conceitual), o que seria esperado, pois eles não tiveram contato ainda com diversos conceitos abordados no teste, tendo somente alguns subsunçores e organizadores prévios que auxiliaram a responder algumas das questões mais básicas.

A questão 6 do pré-teste teve um total de acertos fora do previsto, mas isso provavelmente se deve ao fato de ser uma questão de múltipla escolha, respondida com um alto grau de aleatoriedade, conforme foi constatado posteriormente em conversas do pesquisador com os alunos.

Ainda no pré-teste, as questões 7 e 4 e em algum grau também a questão 6, tiveram algum percentual de acerto provavelmente por parte de alunos que estão adiantando seus estudos de forma autônoma para o ENEM, uma vez que no momento das oficinas estavam concluindo o segundo ano do ensino médio e almejando uma boa colocação no exame nacional, com vistas ao ingresso no curso universitário desejado. Esse fator levantou desconfiança do pesquisador sobre possível influência na estruturação dos grupos, contudo ao questionar os alunos durante as oficinas sobre estudos paralelos tanto no GE quanto no GC, poucos confirmaram estar executando um esforço adicional extraclasse (2 ou 3 de cada grupo).

Finalmente, observando o resultado do pós-teste na tabela 8, nota-se uma equivalência na quantidade de acertos das questões 1, 2 e 3, que se enquadram nas dimensões dos processos cognitivos mais básicas 1 e 2 (lembrar e entender) e nas dimensões do conhecimento 1 e 2 (conhecimento factual e conceitual). Contudo, há uma vantagem positiva para o GE nas questões 4, 5 e 7, que englobam níveis mais elevados nas dimensões, sendo o nível 3 e 4 (aplicar e analisar) para as dimensões dos processos cognitivos, e o nível 3 (conhecimento procedimental) das dimensões do conhecimento – dimensão do conhecimento mais elevada utilizada nas questões do teste.

A questão 6, que exige capacidade de análise e conhecimento conceitual apresentou uma equivalência entre os testes do GE e do GC.

Assim, com base na análise dos testes utilizados no experimento, há fortes indícios de um aprendizado significativo por parte dos alunos do GE, uma vez que apresentaram melhor desempenho em questões de nível mais elevado, apesar de ter desempenho semelhante ao GC em questões mais básicas, onde se detecta mais o aprendizado mecânico. Há ainda o reforço dado pelo Teste *t* de *Student*, sinalizando uma diferença significativa entre as médias dos pós-testes do GE e do GC (quadro 5).

### 5.5.2 Relato e análise das oficinas

Das quatro oficinas ofertadas, a primeira teve caráter instrucional, visando ambientação com a ferramenta de programação a ser utilizada nas demais oficinas, mas sem abordar conteúdo específico sobre trigonometria. Como os alunos já possuem conhecimentos sobre algoritmos e linguagem de programação, a oficina apresentou os conceitos da linguagem a ser utilizada (*Scratch*) tecendo um paralelo com as linguagens e estruturas lógicas já conhecidas pelos alunos.

A segunda oficina apresentou especificações e fundamentos sobre drones, aspectos de segurança a serem seguidos no uso dos equipamentos, comandos específicos para programação de missões no drone *Tello* e serviu para introduzir os participantes no sistema tridimensional de coordenadas, necessário para compreender e programar os movimentos do drone no espaço. Essa oficina, além da introdução ao sistema 3D foi utilizada para rever alguns conceitos de trigonometria que o professor da disciplina julgou de interesse, com base na análise do pré-teste e conhecimento pessoal das carências em termos de subsunçores por parte do grupo de alunos.

A terceira e a quarta oficina já tiveram um enfoque mais específico no objeto de estudo deste trabalho. Contudo, as duas primeiras oficinas eram vitais para sua realização e para a fixação de conceitos necessários ao aprendizado significativo esperado. Assim, essas duas últimas oficinas se ativeram ao aprendizado e fixação do conteúdo sobre as funções trigonométricas seno e cosseno, com ênfase na interpretação de gráficos e sua descrição matemática, utilizando os drones como tecnologia motivadora para esse fim. É no resultado dessas duas oficinas que se concentra o maior interesse deste estudo.

A seguir é realizado um relato dos desdobramentos das oficinas, incluindo uma descrição breve e menos aprofundada das duas primeiras.

### 5.5.2.1 *Oficina de introdução ao Scratch*

A primeira oficina, com duração aproximada de 3 horas, ocorreu na tarde do dia 05/11/2019. Deveria inicialmente ser ministrada no LEPEP ÍCARO, mesmo laboratório em que ocorreriam as atividades com os drones, contudo, como o número de participantes superou a quantidade de computadores disponíveis no laboratório e nessa oficina não haveria interação com os drones, foi transferida para um laboratório normal da instituição, no qual havia disponibilidade de máquinas para todos os alunos.

O conteúdo abordado abrangeu uma breve introdução às interfaces e linguagens de programação *Scratch* e *DroneBlocks*, apresentando suas estruturas lógicas, potencialidades e limitações no desenvolvimento de programas.

Nas 3 horas de duração, com 20 (vinte) minutos de intervalo adicionais para lanche e descontração, a oficina visou apresentar as duas principais linguagens de programação baseadas em blocos lógicos que permitem programar missões para drones. Buscou proporcionar a aprendizagem significativa, mediante a relação entre os conceitos fundamentais das linguagens com subsunçores referentes a conteúdos anteriores de disciplinas voltadas à lógica e programação de computadores.

A oficina transcorreu sem grandes novidades ou interações dos alunos. Pelas características do *Scratch*, os alunos, de forma geral, não apresentaram problemas de adaptação, sendo bastante fácil para a grande maioria desenvolver pequenos programas na linguagem, muitos partindo inclusive para a construção de pequenos jogos e animações entre uma atividade e outra, utilizando os recursos da interface. Vários permaneceram durante quase todo o intervalo nos computadores, pois estavam gostando de utilizar o *Scratch* e aproveitaram para brincar com alguns recursos que eram novidade para eles. Apenas levantaram para um rápido lanche e um copo de refrigerante, retornando logo aos seus lugares. Outros, no entanto, prolongaram ao máximo a conversa e demoraram um pouco além do limite do intervalo para retornar aos trabalhos.

Durante o intervalo alguns alunos procuraram o professor, mais encorajados pelo momento de descontração – talvez por vergonha de fazer questionamentos durante a oficina, quando seriam alvo de atenção dos colegas. Esses alunos, no caso os alunos GE05-M e GE13-F, questionaram por que o *Scratch* não é utilizado no ensino de algoritmos:

**(GE05-M)** *“Professor... Por que o professor de algoritmos de programação não utiliza isso para ensinar? Seria bem mais fácil de entender. Tá em Português e facilita para montar o programa, porque é só encaixar. Ai a gente não se confunde tanto no início.”*

**(GE13-F)** *“Verdade! Seria bem mais legal aprender assim do que do jeito que foi nas aulas. Acho que hoje entendi mais do que o ano passado inteiro na disciplina.”*

Porém, houve alunos que já na primeira oficina pareciam bastante apáticos. Alguns em momentos esporádicos, mas demonstrando bastante interesse em outros momentos. Uma aluna acabou chamando a atenção do pesquisador (GE14-F) por chegar com mais de 20 minutos de atraso para o início da oficina e por se mostrar bastante desinteressada, saindo diversas vezes do laboratório, olhando várias e longas vezes para o celular e não realizando as tarefas.

Ao conversar com ela, o pesquisador tentou levantar o motivo do desinteresse em uma conversa casual durante o intervalo (sem nenhum tipo de constrangimento), único momento em que ela demonstrou bastante entusiasmo. Provavelmente pelo lanche farto e pela conversa com os colegas. Segue um trecho da conversa anotado no diário do pesquisador.

**(Pesquisador)** *“Então GE14-F, notei que não te chamou muito a atenção o tema de hoje da oficina. Há algo que achas que podemos melhorar?”*

**(GE14-F)** *“Ah, professor... queria era mexer com os drones. Scratch já conheço.”*

**(Pesquisador)** *“Na próxima oficina já vai trabalhar com os drones. Espero que isso levante teu ânimo. Esta oficina era necessária, pois nem todos os alunos já utilizaram o Scratch. Na verdade, a grande maioria nem conhecia.”*

**(GE14-F)** *“Beleza, professor. Mas vem cá... a participação neste projeto vai valer carga horária de ACC, né?”*

**(Pesquisador)** *“Sim, como toda atividade no campus que vocês realizam fora do horário de aula. As horas serão computadas pela coordenação do curso como ACC.”*

As ACCs são Atividades Complementares de Curso. Trata-se de uma carga horária (120 horas) que os alunos devem cumprir como requisito para obtenção do certificado de conclusão do curso de Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, o que serve de motivador para que eles procurem participar de atividades de ensino, pesquisa e extensão extraclasse, em geral, proporcionadas pela própria instituição ou pelo incentivo para participação em eventos externos.

Certamente, alguns dos alunos não têm plena motivação em participar das oficinas apenas pelo interesse de trabalhar com programação de drones, mas também pela carga horária para as ACCs. Resta avaliar nas próximas oficinas qual será a repercussão desse fator, e se ele pode vir a impactar o estudo em decorrência do aluno(a) estar nas oficinas sem maior interesse, apenas como requisito para cumprir as ACCs.

A oficina correu normalmente e de forma tranquila, com exceção para os momentos em que os alunos brincavam com eventos de som no *Scratch*, tornando quase insuportável a repetição de diversos efeitos sonoros (com destaque para o conhecido miado de gato do *Scratch*). Isso foi relevado para deixar o clima mais descontraído e, afinal de contas, eles estavam utilizando corretamente a interface na execução das atividades e se divertindo simultaneamente.

Foi seguido o programa previsto, com a apresentação da interface do *Scratch* e dos conjuntos de blocos lógicos; criação e manipulação de variáveis; entrada e saída de dados; operadores lógico-matemáticos; estruturas condicionais e de repetição; uso de listas e de funções. Tudo permeado pela resolução de exercícios de fixação, seguindo o padrão já visto por eles nas aulas de algoritmos e programação.

Essa primeira oficina com foco na programação de computadores, abordando temas já vistos pelos alunos em disciplinas regulares do curso de técnico em informática, evidenciou, segundo observações do pesquisador, que a grande maioria possuía os subsunçores necessários para a aquisição dos novos conhecimentos necessários para trabalhar com programação em uma linguagem de blocos lógicos, como o *Scratch* ou o *DroneBlocks*, mediante a relação com proposições e conceitos já existentes, incorporados de forma não arbitrária e substantiva na estrutura cognitiva.

Ao acompanhar o desenvolvimento das atividades propostas, ficou evidente que a maioria dos alunos não encontrou problemas na utilização da ferramenta (*Scratch*) e dos seus recursos, tendo maiores dificuldades na parte de raciocínio lógico para a construção da solução codificada. Contudo, uma vez que entendiam bem o problema e conseguiam mentalizar a lógica para a sua solução o programa era construído rapidamente, sendo concluído com sucesso, na maioria dos casos, após alguns poucos ajustes.

Entretanto, uma pequena parcela (GE04-F, GE11-F e GE14-F) teve bastante dificuldade em se adequar à ferramenta, não compreendendo bem sua forma de utilização. Pelas observações do pesquisador, esses alunos estavam mais dispersos que os demais

durante as explicações dos conceitos e das dúvidas apresentadas pelos colegas sobre os enunciados das atividades. Poderia ser simples desinteresse ou desmotivação pela falta dos subsunçores necessários para uma boa compreensão.

Reavaliando o atendimento aos requisitos do processo de aprendizagem utilizado (Ausubel et al., 1983) para verificar onde poderia ter ocorrido algum empecilho para o devido engajamento desses alunos (e outros que não tenham sido devidamente observados), constatou-se que o conteúdo era potencialmente significativo (próximo ao interesse e experiência dos alunos); o aprendizado era funcional (todos os conceitos assimilados pelos alunos eram úteis para aplicação com os drones) e esse fato ia sendo evidenciado com exemplos de sua utilização durante a explanação do professor; porém, o critério de o aluno ter de estar motivado a aprender pode não ter sido atingido na sua totalidade, uma vez que isso inclui muitas variáveis fora do controle do professor (problemas familiares do aluno, problemas de relacionamento com colegas, entre outros).

Sobre a fase do aprendizado significativo em que os estudantes podem ser classificados (Shuell, 1990) após a primeira oficina, no que se refere à capacidade de programação com *Scratch*, segundo observação individual do pesquisador, pode-se dizer que uma boa parte da turma (60% do GE) partilha características das fases inicial e intermediária de aprendizagem e, em menor quantidade, da fase terminal (40% do GE).

Nota-se que, apesar de os alunos estarem no final do segundo ano do curso, com disciplinas de programação desde o primeiro ano, alguns ainda apresentam dificuldades básicas para estruturar a lógica de forma computacional, preferindo, por exemplo, a replicação sequencial de blocos de comando ao invés de utilizar laços de repetição.

Ao final da oficina os alunos aparentavam estar cansados, mas satisfeitos. Ao que parecia o momento, apesar de extenso, foi interessante para eles – a oficina iniciou pontualmente às 13:30 sendo finalizada 16:48. Alguns saíram logo no momento do encerramento, mas mais da metade dos alunos permaneceram no laboratório até o horário do ônibus: três acessando a internet nos computadores, dois verificando as novidades nas redes sociais nos seus celulares, e seis brincando com o *Scratch* e trocando ideias de jogos que poderiam fazer com a ferramenta.



### 5.5.2.2 *Oficina de programação de drones com Scratch*

A segunda oficina, também com uma previsão de três horas de duração, planejada para iniciar às 13:30 e encerrar às 16:50, foi ministrada na tarde do dia 12/11/2019, na terça-feira seguinte à primeira oficina.

Ficou claro que essa oficina era bastante esperada pelos alunos, pois durante a semana vários perguntaram, ao encontrar o professor pesquisador pelos corredores do prédio de Informática, se realmente já trabalhariam com os drones nesse dia. Alunos do terceiro e do primeiro ano do curso também perguntavam se poderiam participar das oficinas ou se teria outras oportunidades posteriormente.

A oficina iniciou apresentando o laboratório adaptado para trabalhar com os drones, o que já deixou os alunos empolgados, pois era diferente dos laboratórios a que estavam acostumados, com uma rede dividindo a sala, os drones e diversos outros objetos coloridos espalhados na área destinada aos testes com as pequenas aeronaves.

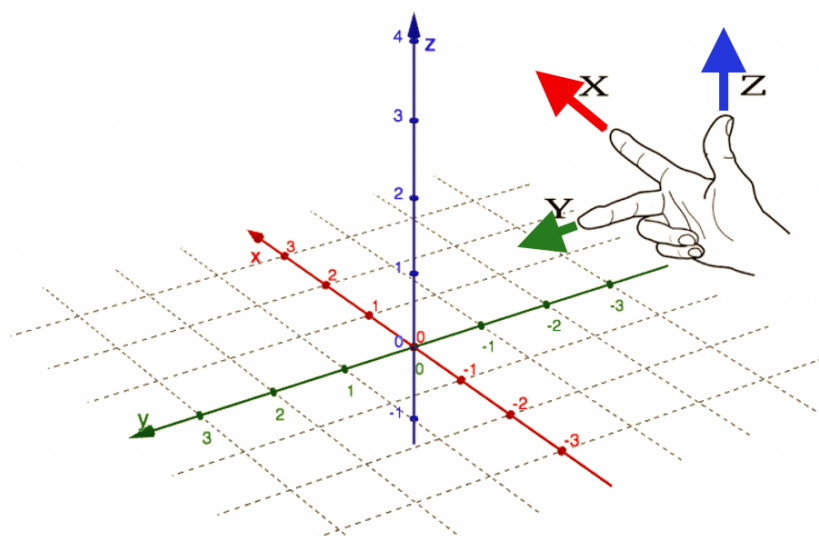
Na sequência foi apresentado um breve tutorial sobre drones, mostrando as suas características de voo, tipos de drones, possibilidades de utilização e as características e limitações dos drones que seriam utilizados nas oficinas. Foi falado também sobre as normas de segurança que deveriam ser seguidas ao trabalhar com esses equipamentos, o que incluía o uso de óculos de proteção e ativação dos drones somente dentro da área protegida por rede quando não houvesse nenhum aluno no interior, pois mesmo sendo pequenos sempre existia a possibilidade de algum acidente.

Após essa parte introdutória sobre os drones, a atenção retornou novamente para o *Scratch*, onde aprenderam a instalar a biblioteca de blocos lógicos para programação das missões dos drones, efetuar a conexão dos computadores com os drones via WiFi, leitura dos parâmetros dos sensores e envio de comandos.

Antes de entrar na programação propriamente dita, teve mais uma explanação bastante importante, pois era um conteúdo de matemática fora da grade curricular dos alunos nesse ano - o sistema tridimensional de coordenadas. A introdução ao sistema de coordenadas 3D foi realizada utilizando como orientação a regra da mão direita (figura 27) com o sentido dos eixos utilizado pelo drone Tello. Assim, o professor de matemática efetuou a explicação do sistema 3D ilustrando com imagens projetadas do GeoGebra 3D online (<https://www.geogebra.org/3d?lang=pt>) para auxiliar na compreensão, e o

professor pesquisador auxiliava mostrando os gráficos projetados na forma de movimentos dos drones dentro da área de testes.

Figura 27 - Regra da mão direita para sistema de coordenadas 3D do drone Tello.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, conheceram os blocos de comandos específicos para controle dos drones e iniciaram a execução do conjunto de atividades proposto, desta vez em grupos organizados por afinidade, constituindo três grupos de 4 alunos e um grupo de 3 alunos, cada grupo tendo uma bancada com computadores à sua disposição. Nesta oficina já foi seguida a metodologia de ABP, com os alunos discutindo os enunciados, verificando os pontos em que necessitam informação complementar que, caso não conseguissem suprir de forma autônoma, deveriam buscar em conversa com o professor do conteúdo necessário (matemática ou programação). Ao final de cada problema, deveriam chamar o professor para apresentar a solução juntamente com o teste no drone.

Ficaram disponíveis três *kits* completos para os quatro grupos, mas em nenhum momento foram utilizados mais do que dois *kits* – em parte pelo espaço disponível que, mesmo sendo relativamente amplo, apresentava limitações para uso com mais de um drone de acordo com os movimentos que fossem programados. Uma preocupação era com a duração das baterias, pois cada *kit* continha quatro baterias com aproximadamente 11 minutos de autonomia de voo cada. Assim, ao esgotar uma bateria essa era prontamente colocada para recarregar. Contudo, foram raras as vezes durante todas as oficinas em que foram utilizadas três baterias e em nenhuma foi necessário o uso de uma

quarta bateria. Ou seja, o tempo de compreensão, discussão e solução dos problemas era bastante superior ao tempo de uso efetivo dos drones.

Na oficina, os alunos tiveram que utilizar bastante conhecimento sobre medidas e ângulos, relembrar conceitos e aplicação de fórmulas de trigonometria e sobre plano cartesiano. Tudo isso, adaptando-se à nova perspectiva do ambiente tridimensional.

No decorrer das atividades do dia foi fácil verificar o interesse dos alunos pelo sistema de coordenadas 3D, pois, apesar de vários deles efetuarem associação com jogos de computador, notava-se que havia dificuldade em compreender esse terceiro eixo, e ainda por cima invertendo o plano XY que eles tinham na cabeça como sendo largura (X) e altura (Y) ao invés de largura (X) e profundidade (Y). Assim, a inserção de um terceiro eixo representando a altura (Z) deixou-os de início bastante confusos na hora de resolver os problemas.

Frequentemente era possível vê-los pesquisando na Internet sobre coordenadas 3D (figura 28), o que acabava causando mais confusão, pois de acordo com o lugar pesquisado, havia variações da regra que deveria ser seguida para programação do *Tello*, que segue o padrão mostrado na figura 27. A rotação sobre os eixos (*yaw*, *pitch* e *roll*) também exigiu um esforço maior para a compreensão, pois era algo que os confundia bastante. Houve momentos em que boa parte dos alunos estava olhando para os monitores com os dedos da mão em riste na posição da regra da mão direita (muitos com a mão esquerda) tentando interpretar os enunciados.

*Figura 28 - Tela do computador mostrando pesquisa paralela dos alunos sobre coordenadas 3D.*



Fonte: Fotografia elaborada pelo autor.

Surgiram então questionamentos do tipo:

**(GE08-M)** *“Professor, que coisa chata. Por que não fizeram um comando tipo assim: para cima, para frente e para o lado, em vez desse XYZ? Ficaria bem mais fácil de entender. Isso é só pra confundir a gente.”*

**(GE14-F)** *“Eu já não me acho com X e Y. Quem dirá com X, Y e Z...”*

**(GE09-M)** *“É, professor... Trabalhar com drones TAVA legal.”*

Apesar das dificuldades em se adaptar a uma nova visão do sistema de coordenadas, as atividades fluíram muito bem na oficina, com todos os grupos conseguindo resolver os problemas propostos.

Era evidente a ânsia dos alunos para carregar o código nos drones e verificar se haviam acertado. Por vezes, ao apresentar o código resultante (antes de testar no drone) o pesquisador notava algum erro e forçava um *brainstorming* entre o grupo para que verificassem mentalmente o movimento que estaria sendo executado pelo drone. Caso chegasse numa situação em que o grupo não conseguisse detectar o problema, ia com os alunos à área de testes e realizavam a execução do código no drone que, invariavelmente, apresentava um erro de trajetória, parava no local errado, batia ou tentava descer mais do que a altura mínima permitida pelos sensores do drone (uns 10cm do chão) sem ser um comando de pouso. Visualizando o movimento incorreto do drone e acompanhando simultaneamente as linhas de comando, finalmente eles compreendiam o erro e rapidamente conseguiam realizar os ajustes necessários.

O pesquisador agia dessa forma para evitar que os alunos permanecessem apenas na “tentativa e erro”, o que iria sobrecarregar o uso dos drones e dificultar que eles conseguissem compreender efetivamente os movimentos dentro do sistema de coordenadas 3D. Assim, os grupos apenas iam à área de testes com os drones se o código estivesse correto (ou próximo disso), ou se fosse realmente necessário para que eles entendessem onde estavam errando. O objetivo é que eles conseguissem mentalizar todo o problema e sua solução antes de testar, como estavam acostumados a fazer nas disciplinas de programação, nas quais vão programando e testando em conjunto até que, mesmo sem ter certeza do porquê, o programa funciona.

O último problema proposto foi o que demandou mais esforço dos alunos, mas foi resolvido por todos os grupos. Com algumas variações, os quatro grupos chegaram a um

código como o da figura 32, elaborado pelo grupo 02, dos alunos GE03-M, GE09-M e GE05-M.

Inicialmente, os alunos perceberam que a variável  $Z$ , referente ao eixo da altura, poderia ser desconsiderada nos cálculos, pois os movimentos de interesse seriam apenas no plano  $XY$  (após o drone estar na altura desejada de 1,50m). A seguir, deduziram, que para os cálculos corretos, na primeira posição do círculo o valor de  $Y_1$  seria 0 (zero), enquanto o de  $X_1$  seria o valor do raio, equivalente ao deslocamento no eixo  $X$ . Agora necessitavam descobrir o valor do próximo ponto, dado por  $X_2$  e  $Y_2$ . Para isso dispunham apenas do ponto inicial  $P_1(100, 0)$ , do valor do raio (p.ex. 100). O grupo estava trabalhando com a hipótese de um movimento com 8 etapas.

Para solução do problema, seguiu-se o seguinte conjunto de diálogos pelo grupo:

...

**(GE03-M)** “Cara! A gente tem o ângulo também. Se o círculo é 360 e o drone vai fazer isso em oito passos, é só dividir 360 por 8. Não é professor?” (pergunta ao professor que estava acompanhando o raciocínio do grupo).

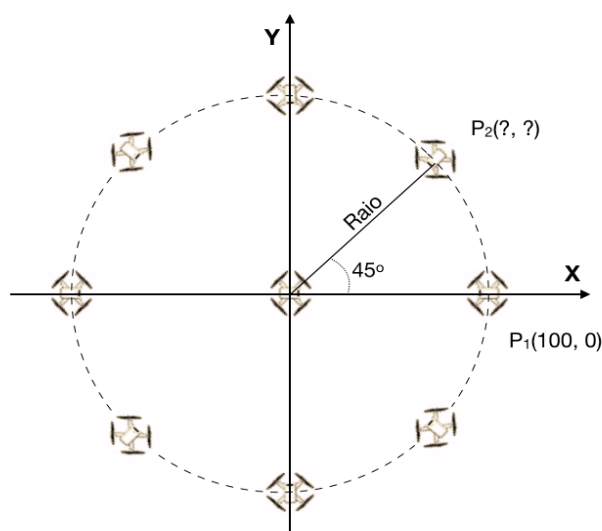
**(Pesquisador)** “Correto. Muito bem. E pra que isso vai servir?”.

**(GE03-M)** “Calma lá... isso ainda não sei. Mas como tem que usar seno e cosseno, com certeza vai precisar.” (Responde em tom de brincadeira).

...

Até esse ponto do problema, o grupo já estava conseguindo visualizar parte dos dados necessários para a solução, como pode ser visto na figura 29.

Figura 29 - Imagem com os dados parciais compreendidos pelo grupo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

...

**(GE09-M)** “Ah! Mas aí tá fácil. Olha as fórmulas aqui... para  $X_2$  é cosseno do ângulo vezes hipotenusa e  $Y_2$  é seno vezes hipotenusa. Aí é só colocar em um laço e ir calculando a cada deslocamento. Aí usa o bloco Fly to XYZ para ir deslocando. Aí o  $X_2$  e  $Y_2$  passam a ser  $X_1$  e  $Y_1$  e usa eles para calcular os novos  $X_2$  e  $Y_2$ .”

**(GE03-M)** “Mas por que tem a fórmula de distância entre dois pontos aqui?”

**(Pesquisador)** “Apenas lembrem do sistema de coordenadas do drone. O que acontece a cada novo movimento?”

**(GE09-M)** “O  $(0, 0, 0)$  passa a ser a nova posição do drone. Não é isso?”

**(Pesquisador)** Exato. A origem, o ponto  $(0, 0, 0)$ , passa a ser o ponto onde o drone parou após o último comando.”

**(GE09-M)** “Mas então...” (Permanece em silêncio olhando o enunciado do problema).

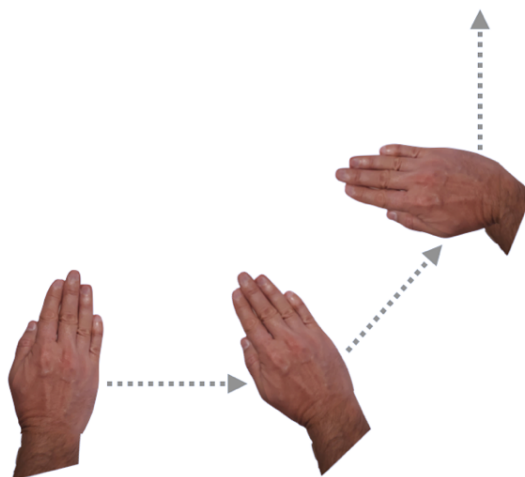
**(GE03-M)** “Mas se a gente sabe o raio, sabe que tem que deslocar oito vezes para completar o círculo... sabendo a distância entre os dois pontos do início, é só repetir a mesma distância oito vezes que vai fechar o círculo. Não?”

**(Pesquisador)** “Está no caminho, mas pensem bem pois ainda tem coisa faltando para funcionar corretamente.”

...

Nesse momento o grupo se debruçou sobre a lista de atividades discutindo o problema. Em um determinado momento, GE03-M sentou apoiado no encosto da sua cadeira e posicionou a mão no ar, simulando a posição do drone e iniciou uma espécie de *debug* gestual do algoritmo que estava na sua cabeça.

Figura 30 - Movimento do drone simulado pelo aluno para explicar aos colegas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a palma da mão estendida para a frente na horizontal, efetuou um movimento de uns 20 cm reto para a direita, girou o pulso um pouco no sentido anti-horário e deslocou a mão novamente para a direita, desta vez na diagonal à frente. Mais uma vez, girou o pulso um pouco e deslocou a mão para a frente. O próximo movimento foi interrompido, pois ficou impossível girar mais o pulso (figura 30). Enquanto realizava essa demonstração para os colegas, explicava:

...

**(GE03-M)** *“Assim que o drone tem que fazer, oh! Tem que se mover, girar, se mover, girar... pra ficar com a frente para o centro, até completar toda a volta e parar no ponto que começou.”*

**(GE05-M)** *“Mas precisa girar? Na hora que vai para a outra posição já não vai girando por conta?”*

**(GE03-M)** *“Claro que não... Olha. Se se deslocar para a direita, para aqui. Aí, se mandar ir pra direita novamente, para aqui. E assim por diante. Tem que girar sempre antes de deslocar para a direita.”* (Exemplificou novamente mostrando o movimento da mão, como pode ser visto na figura 31).

*Figura 31 - Movimento do drone simulado pelo aluno para demonstrar erro na trajetória por não aplicar a rotação.*



Fonte: Elaborado pelo autor.

**(GE09-M)** *“Então, feito! Só calcula a distância entre os dois pontos e repete essa distância num <for>, sempre girando o ângulo necessário para fechar o giro antes.”* (Ao falar em *for*, o aluno se refere ao laço de repetição).

**(GE03-M)** *“Isso. Calcula tudo antes e é só fazer um laço para repetir a quantidade de etapas que o usuário digitar. E o giro vai ser os 360 dividido pelo número de etapas. Barbada!”*

...

Após essa produtiva conversa entre o grupo, foi desenvolvido o código exibido na figura 32. Esse código final necessitou um teste no drone antes de ser concluído corretamente, pois ainda haviam esquecido de realizar o deslocamento inicial do drone

do centro à borda onde seria realizado o movimento, o que acabou por fazer o drone colidir com a parede no primeiro teste.

Figura 32 - Código desenvolvido pelo grupo para solução da última atividade da segunda oficina.

```

quando a tecla espaço for pressionada
pergunte Informe o raio: e espere a resposta
mude raio para resposta
pergunte Informe a quantidade de deslocamentos: e espere a resposta
mude passos para resposta
mude incrAngulo para 360 / passos
mude x1 para raio
mude y1 para 0
mude x2 para cosseno de incrAngulo * raio
mude y2 para seno de incrAngulo * raio
mude distancia para raiz quadrada de (x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2
takeoff
fly up 100 cm
fly forward raio cm
rotate 180 degree clockwise
repita passos vezes
  espere 3 seg
  rotate incrAngulo degree counter clockwise
  fly right distancia cm
land
  
```

Fonte: Código em *Scratch* elaborado pelos alunos na oficina 2.

Vários alunos de outros grupos, ao exemplo do GE03-M e do GE09-M, demonstraram um grau de compreensão mais profundo dos mecanismos necessários para solução dos problemas propostos, conseguindo se enquadrar na fase intermediária da aprendizagem (Shuell, 1990), uma vez que começaram a ver semelhanças e relações entre as partes conceitualmente isoladas de informações, formando novos esquemas com maior poder conceitual, contudo, ainda bastante dependentes da confirmação e aprovação do professor pesquisador.

É observável que os alunos apresentaram formas mais significativas de aprendizado proposicional e processual e alcançam uma maior compreensão do conteúdo, conseguindo raciocinar com ele e demonstrando possibilidade de aplicação em diversos



contextos conforme (Shuell, 1990). Além disso, vários alunos mostraram capacidade de repasse de conhecimento, como foi o caso dos alunos GE03-M e GE09-M do grupo 02.

Interações semelhantes ocorreram nos demais grupos em praticamente todos os problemas propostos, por vezes com troca de conhecimento entre diferentes grupos. Foi algo bastante satisfatório, tanto para o pesquisador quanto para os alunos, uma vez que ficou claro para ambos a compreensão dos alunos sobre o funcionamento dos drones, o sistema de coordenadas 3D e a capacidade de resolver problemas mais complexos com pouco ou nenhum auxílio do professor pesquisador.

Isso ressaltou a possibilidade de um aprendizado significativo no contexto abordado na oficina, incluindo a fixação de subsunçores necessários para as próximas oficinas que abordariam especificamente as funções trigonométricas seno e cosseno.

### **5.5.2.3 Oficina de drones e funções trigonométricas I – Seno**

A terceira oficina, foi realizada na tarde do dia 19/11/2019 com a mesma duração e tempo de intervalo das oficinas anteriores. Como a maioria dos alunos (provavelmente todos) almoça no RU do campus quando têm atividade na parte da tarde, todos já estavam aguardando a chegada dos professores no corredor em frente ao laboratório onde estavam ocorrendo as atividades com os drones. A tarde estava bastante quente, e os alunos estavam literalmente esparramados pelo chão, sentados nas escadas, encostados nas paredes, ou em pequenos grupos deitados com as cabeças nas mochilas e conversando sobre os acontecimentos dos últimos dias.

O clima estava bastante descontraído e eles estavam excepcionalmente animados nesse dia, provocando os professores com brincadeiras e questionando sobre o cardápio do lanche da tarde, pois estavam acostumados com os “lanches pedagógicos” apenas com suco e bolacha de água e sal.

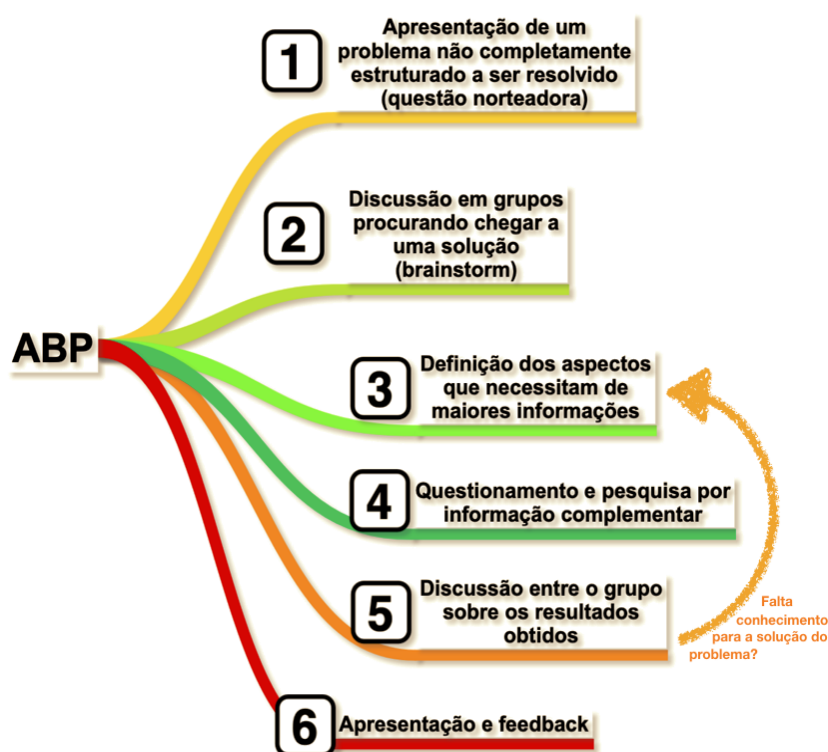
Entraram animados no laboratório, cada grupo já se acomodando na sua respectiva bancada. Acionaram os computadores e aguardaram que os professores dessem início às atividades enquanto aproveitavam para conversar.

O professor pesquisador explicou como seriam as atividades do dia, que teriam início com uma explanação do professor de Matemática sobre funções seno e, a seguir, teria uma série de atividades sobre esse conteúdo com o uso dos drones, tudo seguindo a metodologia adotada a partir da segunda oficina (ABP). Como em todo início de oficina,

lembrou aos alunos que eles estariam sendo gravados e fotografados, mas que todo o material era confidencial para a pesquisa e não teria divulgação de informação pessoais nem das gravações, a não ser no contexto do estudo e, mesmo assim, mantendo o anonimato dos participantes.

Para reforçar a forma de trabalho, a qual seria de maior interesse nas duas últimas oficinas, foi reforçada a metodologia com a apresentação do diagrama representando os procedimentos a seguir na resolução dos problemas (figura 33). Os alunos já haviam trabalhado dessa forma na oficina anterior, mas nesta etapa final era vital que não tivessem dúvidas sobre a forma de trabalho.

Figura 33 - Diagrama das etapas do trabalho sob a metodologia ABP.



Fonte: elaborado pelo autor.

Era importante, para bom andamento do estudo, que os alunos entendessem e respeitassem as regras de trabalho para as oficinas. Segundo Lopes (2010) há uma ideia incorreta e frequente de que aplicar teorias derivadas do construtivismo na escola é o simples “deixar fazer”, sem imposição de limites para os alunos. Obviamente a robótica educativa não deve ser tratada dessa forma, deve seguir uma metodologia de trabalho com objetivos claros e bem definidos.

Na sequência, o professor de Matemática tomou a palavra e iniciou o repasse do conteúdo específico sobre funções trigonométricas (função seno), realizando uma explanação da mesma forma que seria realizada em uma aula tradicional. Utilizou os mesmos recursos que seriam utilizados normalmente com todos os alunos, como o *software GeoGebra* para facilitar a compreensão dos gráficos. Cada um dos alunos recebeu um resumo do conteúdo apresentado pelo professor juntamente com a lista de atividades do dia.

O apêndice A apresenta o roteiro seguido pelo professor ao ministrar o conteúdo, bem como a sequência de atividades realizadas pelos alunos na oficina. Durante a fala do professor os alunos participaram de forma tímida, mesmo sendo motivados com frequência para tirar dúvidas e interagir. Contudo, permaneciam animados tecendo conversas paralelas em voz baixa.

Em cada um dos quatro grupos era fácil observar que ao menos um ou dois dos integrantes estavam com a atenção focada nas explicações do professor (ao todo sete dos quinze alunos), enquanto os demais mantinham uma atenção parcial, intercalada com conversas – essas conversas seguidamente se referiam às atividades constantes na lista de problemas da oficina, em especial, às atividades que envolviam movimentos mais complexos dos drones, passando por aros e desviando obstáculos.

Os alunos se ativeram bastante ao uso do *GeoGebra*, pois o *software* facilitava a compreensão dos efeitos de alterações nas variáveis das funções sobre o gráfico gerado e, pelo que haviam observado nas atividades com os drones, isso seria bastante útil para conseguir resolver adequadamente o que era solicitado. Aqui o pesquisador notou que os drones por si já estavam motivando os alunos previamente na compreensão do conteúdo, pois eles queriam entender corretamente o que deveria ser feito posteriormente na parte de programação e resolução dos problemas.

Seguiram-se alguns poucos exercícios com o professor de Matemática, para fixação do que ele havia explicado, antes de começarem a resolver os problemas com os drones. Tais atividades visavam uma contextualização maior do conteúdo, de forma que os alunos percebessem que não servia tão somente para trabalhar com os drones, mas sim tinha muitas outras aplicações no mundo real. Assim, o foco da oficina era a estruturação de novos subsunçores à estrutura cognitiva dos alunos, gerando uma aprendizagem significativa tanto com relação à trigonometria quanto à resolução dos problemas com os drones, dando sequência aos conteúdos abordados nas duas oficinas anteriores.

O trabalho dos grupos nas questões iniciais de Matemática fluiu bem. Com a permissão de troca de informações entre os grupos, os alunos que concluíam uma atividade auxiliavam os outros a entenderem como a haviam resolvido, nos mesmos moldes que trabalharam nas oficinas anteriores. Alguns alunos, como o GE03-M e GE06-F, faziam questão de concluir as atividades rapidamente e visitar os outros grupos oferecendo ajuda. Já outros alunos, mesmo concluindo os exercícios e sabidamente tendo um bom domínio do assunto, não faziam questão de auxiliar os colegas, a menos que requisitados por esses – dentro do que foi possível observar, nenhum negou auxílio.

Apesar disso o resultado foi positivo, pois mesmo podendo chamar o professor para auxiliar muitas vezes os alunos preferiam chamar um colega – algumas vezes por vergonha, como foi constatado pelo pesquisador ao questionar esses alunos, pois achavam que o questionamento era coisa simples e que o professor iria chamar a atenção por não terem prestado atenção na explicação inicial.

O primeiro problema apresentado servia para reforçar a ancoragem de subsunçores que já deveriam estar na estrutura cognitiva dos alunos. Assim, eles deveriam lembrar e fixar os conceitos básicos da função seno e de programação de drones com *Scratch*, especialmente a construção de curvas. Reforçando também pontos de ancoragem de proporção, sistema métrico e visão espacial 3D (conseguir visualizar a solução do problema no espaço).

Houve um breve lapso dos alunos ao iniciar as atividades que envolviam o uso dos drones, aparentemente acreditavam que algo deveria mudar nas funções. Que por ser algo aplicado, deveria ser diferente dos exemplos passados pelo professor de matemática. Não estavam de todo errados, como é possível observar na conversa seguinte.

...

**(GE07-M)** “*Aqui é a função da senoidal básica...*” (Busca confirmação com o professor de Matemática, apontando para o campo a preencher com a função do movimento no primeiro problema).

**(GE12-F)** “*Tem que fazer alguma adaptação?*”.

**(Prof. Mat.)** “*Não. Não precisa.*”.

**(GE12-F)** “*Só colocar?*”.

**(Prof. Mat.)** “*Sim. Esta aqui é a básica que a gente viu em aula. É a mesma. Bem assim como fizeram. Essa é a pura aquela.*”.

**(GE07-M)** “Sei...”.

...

Notando uma certa dúvida dos alunos para iniciar as atividades, o professor de matemática reforça a explicação sobre as questões da primeira atividade. Os alunos, principalmente o GE07-M e a GE12-F participam ativamente adiantando a fala do professor, mostrando domínio sobre os conceitos teóricos e capacidade de adaptação aos problemas apresentados. Nesse momento, o professor repassa uma informação importante, talvez o que os estava deixando inseguros, pois sentiam que algo deveria ser diferente.

...

**(Prof. Mat.)** “Pessoal. Só uma informação. Mais cedo, quando vimos a função seno e cosseno, lembram que eu falei para vocês que o domínio eram todos os Reais?”.

**(GE07-M)** “Sim.” (Responde em coro com mais alguns poucos colegas).

**(Prof. Mat.)** “E que ela continua infinitamente? Só que aqui nós temos uma situação prática, né? Onde a gente vai ter que limitar esse domínio. Então, aqui já não é  $X$  pertence aos Reais, né? Domínio vai ser simplesmente esse espaço aqui ó. Vai coincidir com quê?”.

**(GE12-F)** “Com o período.”.

**(Prof. Mat.)** “Com o período. Exatamente.  $X$  vai assumir somente esses valores. De 0 até 4. Nesse caso.”.

**(GE??-M)** “Então é entre 0 e 4?”.

**(Prof. Mat)** “Isso. Pode colocar entre colchetes lá. De 0 a 4 fechado.”.

...

Após essa explicação parece que os alunos se sentiram prontos para iniciar a resolução dos problemas, gerando conversas como a seguinte, que reflete o processo de construção da solução do primeiro problema com os drones.

...

**(GE03-M)** “Professor, vem cá.”.

**(GE03-M)** “Aqui eu estava bolando para fazer a curva. Então eu colocaria, considerando o ponto que ele tá até o ponto que ele tem que ir. Então tem que fazer isso para cada ponto desses dessa curva aqui” (sinalizando com o dedo no gráfico da atividade, o ponto inicial e final da curva).

**(Pesquisador)** “Ó! Tu vais pegar cada um dos dois segmentos de curva aqui.”.

**(GE03-M)** “Sim.”.

**(Pesquisador)** “Então. Ele está saindo daqui. Do  $(0, 0, 0)$ .”.

**(GE03-M)** “*Ahã.*”.

**(Pesquisador)** “*A primeira curva tu vais fazer até aqui.*”.

**(GE03-M)** “*Tá.*”.

**(Pesquisador)** “*Tá? Então ele vai sair do (0, 0, 0), qual é o próximo ponto?... X....?*”.

**(GE03-M)** “*X... é...*” (fica aguardando o professor completar a frase).

**(Pesquisador)** “*X é 1m, né? 100cm. E Y?*”.

**(GE03-M)** “*Y... 100cm.*”.

**(Pesquisador)** “*Isso. 100cm. E o próximo ponto, X?*”.

**(GE03-M)** “*Mais 100 metros (quis se referir a 100cm). 200!*”.

**(Pesquisador)** “*Centímetros. X 200cm e Y?*”.

**(GE03-M)** “*Zero.*”.

**(Pesquisador)** “*Zero. Pronto! E aí o próximo é praticamente a mesma coisa só que o Y...?*”.

**(GE03-M)** “*O Y vai ser menos (negativo). Tá!*” (e retorna à análise do gráfico para determinar os parâmetros do próximo bloco de comandos).

**(GE03-M)** (Sussurrando, enquanto realiza anotações sobre a imagem da atividade 01) “*X vai ser... 100, ... 200... 0...*” (atribuindo os valores de X, Y e Z e, simultaneamente, inserindo os dados no código do *Scratch*).

...

Na sequência do seu raciocínio, GE03-M vai gesticulando e sussurrando seus pensamentos, tentando entender o que deve ser feito, como pode ser observado no seu diálogo introspectivo em frente ao computador.

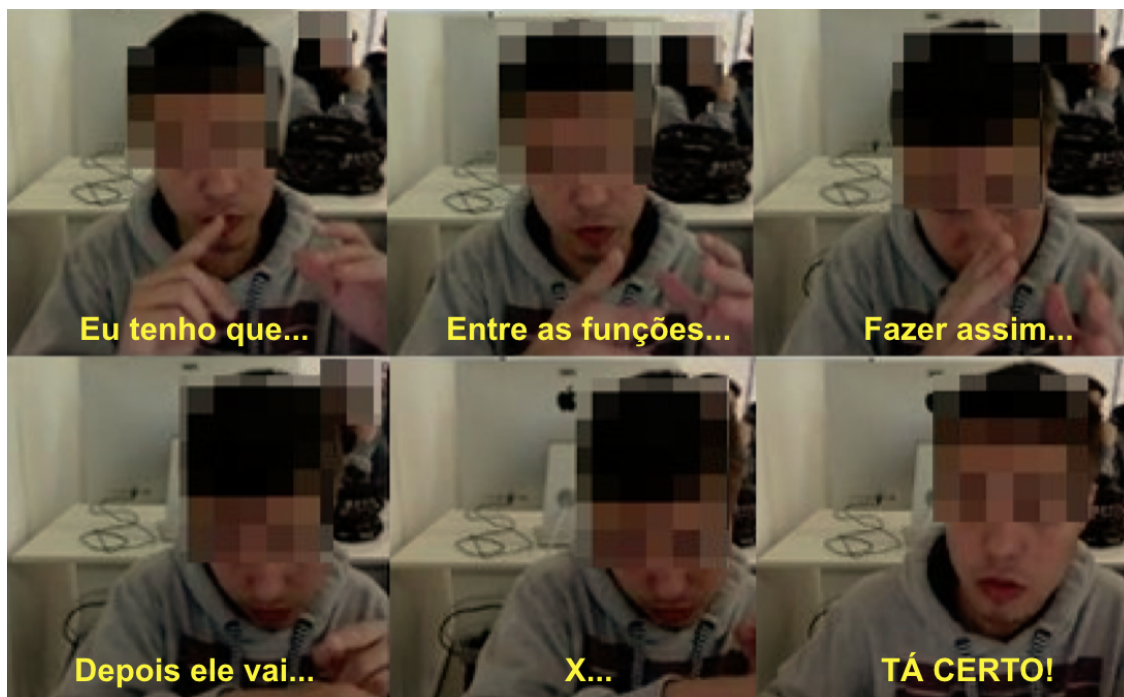
...

**(GE03-M)** “*Eu tenho que... entre as funções... fazer assim...* (imitando o movimento do drone com a mão) *depois ele vai... X... TÁ CERTO!*” (acenando com a cabeça e se lançando na construção do código. A imagem foi como se algo ligasse no seu cérebro e ele finalmente compreendesse o que devia fazer).

...

Na sequência de imagens (figura 34) é possível perceber como o aluno internalizou os conceitos sobre o sistema de coordenadas 3D, uma vez que efetua corretamente os movimentos que o drone deve realizar no espaço sem nem ao menos ter que recorrer à regra da mão direita para verificar o sentido dos movimentos nos eixos X, Y e Z.

Figura 34 - Sequência com o raciocínio do aluno GE03-M na resolução do problema 01 da terceira oficina.



Fonte: Arquivo das gravações realizadas durante as oficinas.

Nesse momento é possível afirmar que o aluno possui já na sua estrutura cognitiva um conjunto de informações que se relacionam de forma não arbitrária e substantiva com as ideias pré-existentes, tal como expresso por Ausubel (2000). Essa confirmação se solidificará posteriormente, ao observar o aluno auxiliando os colegas na compreensão não apenas de conceitos de programação e de sistema de coordenadas 3D, como também sobre funções trigonométricas, demonstrando capacidade de transferência.

Posteriormente GE03-M complementa e analisa o código na tela, trocando ideias com o GE09-M. Insere um bloco de pouso (bloco *Land*) no final. Até o momento, o único erro está no comando *FlyUp*, no qual ele comanda uma subida de 2m, sem descontar os 80 cm iniciais – o drone ao receber o comando *TakeOff* (decolar) sobe automaticamente 80 cm e estabiliza esperando novos comandos – ou seja, o *FlyUp* deveria ser de 120 cm e não 200 cm como o grupo colocou no código. O diálogo seguinte apresenta a interação entre grupos que ajudou a solucionar o problema.

...

(GE03-M) “Professor...” (o professor está atendendo outro grupo, mesmo assim, GE03-M insiste impaciente).

(GE03-M) “Eu acho que ele já sobe 80...” (falando com o GE09). “Professor!”.

**(GE09-M)** *“FlyUp 200?”.*

**(GE03-M)** *“Só que não sobe 200. Porque você tem que descontar a altura quando ele decola. Quero saber essa altura.”.*

**(GE09-M)** (Apontando para a lista de atividades) *“Mas olha aqui, ó. Ele tem que subir 2 m pra fazer a curva.”.*

**(GE03-M)** *“Eu sei, mas não pode subir 2m, pois ele já sobe um pouco quando ele decola. Então tem que subir só mais um pouco.”.*

**(GE09-M)** (Aponta para um bloco na tela iniciando seu argumento) *“FlyUp... Ah! Tá. Eu entendi agora...”.*

**(GE09-M)** *“Professor! O TakeOff é quantos centímetros?”.*

**(GE12-F)** (uma colega de outro grupo) *“80!”.*

**(GE09-M)** *“80?”.*

**(GE12-F)** *“Isso!”.*

**(GE03-M)** *“Ele sobe 80. Então vou colocar 120.”.*

**(GE09-M)** (conclui uma conversa ininteligível com a GE12-F e se volta para o GE03-M) *“Tá. Então coloca um e vinte.”.*

**(GE03-M)** *“Tá certo. Coloquei já. 120.”.*

**(GE03-M)** *“Eu não sei se vai dar certo...”* (Insere o pendrive, salva o arquivo).

...

Esse tipo de interação entre os grupos foi bastante frequente e, pelo que se observou, bastante positiva. Os colegas de grupos diferentes se auxiliavam com pequenas informações que ajudavam na compreensão e no progresso para a solução do problema e, até mesmo, com integrantes migrando entre grupos para auxiliar no “entender e fazer”. O interessante é que foi algo espontâneo dos alunos, provavelmente por não ter sido motivado nenhum tipo de competição e sim um ambiente descontraído e de colaboração. Não havia preocupação com notas ou com avaliação, o que tornou o momento das oficinas algo prazeroso para os participantes.

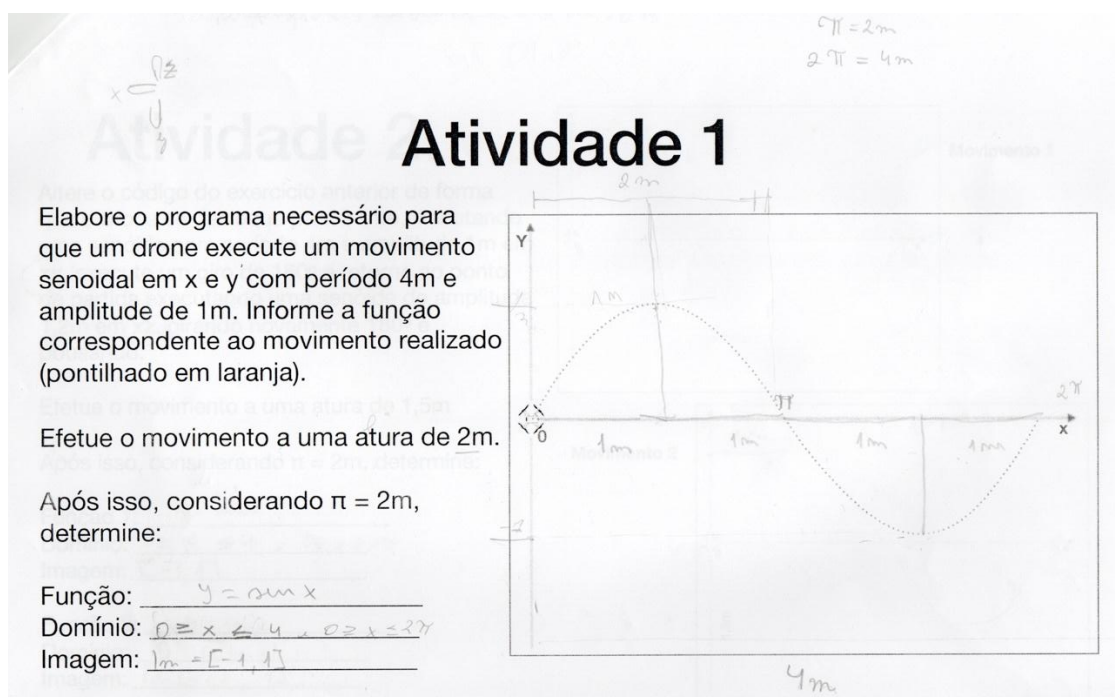
Alguns grupos resolviam os problemas com maior facilidade, o que parecia angustiar um pouco alguns dos componentes de outros grupos, que pareciam ficar abalados ao ver outro grupo já testando a atividade seguinte enquanto eles ainda estavam presos na anterior. Entretanto, durante a observação foi notado que não se tratava de querer terminar antes, mas sim de angústia por não estar entendendo algo que,



aparentemente, o outro grupo resolveu facilmente. Logo se via esses alunos trocando informações com os outros grupos para conseguir compreender onde e porque estavam errando e conseguindo avançar nas atividades.

Finalmente o grupo 02, do aluno GE03-M, termina de responder as questões referentes às funções na folha do problema e chama o professor novamente, desta vez para apresentar o código elaborado, as respostas das questões e poder testar no drone. Como é possível observar na figura 35, os alunos não tiveram dificuldades em responder as questões do primeiro problema proposto.

Figura 35 - Primeiro problema resolvido pelo grupo 02 com anotações dos alunos.



Fonte: Material utilizado pelos alunos durante a oficina 03.

Por não ser foco o sistema de coordenadas 3D, todos os problemas dessa oficina tiveram sua visualização dividida nos planos utilizados (XY ou XZ) de maneira a facilitar a compreensão dos movimentos que deveriam ser executados, trabalhando com dois planos 2D, bem como as respostas das questões. Entretanto, no decorrer da oficina ficou claro que os alunos conseguiram atingir uma boa compreensão do sistema de coordenadas com os três eixos, uma vez que para solucionar diversos problemas, tinham que trabalhar mentalmente com os três parâmetros (altura, largura e profundidade).

No decorrer das atividades, é possível perceber como os alunos vão se apropriando de termos com amplitude, período, domínio e imagem, incorporando-os à sua estrutura cognitiva de forma natural, sendo esses termos cada vez mais utilizados para descrever

os limites dos movimentos que devem ser executados pelos drones. A adoção desses termos pelos professores ao descrever os movimentos dos drones, auxiliou na compreensão por parte dos alunos e facilitou a interpretação dos gráficos para geração das funções representantes dos deslocamentos.

Fica claro aqui, que os professores utilizaram facilitadores para aquisição dos conceitos de forma significativa por parte dos alunos (Ausubel et al., 1983), utilizando os organizadores prévios como altura, percurso, distância, já bem conhecidos e internalizados pelos alunos, para auxiliar na assimilação dos conceitos necessários ao conteúdo de trigonometria.

A segunda atividade foi desenvolvida sem maiores contratempos pelos grupos, pois era uma variação da primeira com poucos adendos. Nota-se (figura 36) que a maior quantidade de anotações se concentra na primeira parte do problema. Após a compreensão, a segunda parte exigiu menos dos alunos, mesmo sendo um movimento em sentido contrário (após o giro de  $180^\circ$ ) com alteração de eixos e com amplitude diferente.

Figura 36 - Segundo problema resolvido pelo grupo 04 com anotações dos alunos.

## Atividade 2

Altere o código do exercício anterior de forma que o drone se desloque para frente executando uma senóide com período 4m e amplitude 1m em  $xy$ , execute um giro de  $180^\circ$  e retorne ao ponto de partida executando uma senóide de amplitude 1,2m em  $xz$ , girando novamente  $180^\circ$  e pousando.

Efetue o movimento a uma altura de 1,5m

Após isso, considerando  $\pi = 2m$ , determine:

Função 1:  $y = \sin(x)$

Domínio:  $(0, 4)$

Imagem:  $(+1, -1)$

Função 2:  $y = 0 + 1,2 \cdot \sin(x)$

Domínio:  $(0, 4)$

Imagem:  $(+1,2, -1,2)$

Fonte: Material utilizado pelos alunos durante a oficina 03.

Essa atividade busca originar ou reforçar, com base nos organizadores prévios existentes, os subsunçores necessários para compreensão da função seno e seus

parâmetros (no caso o período e a amplitude), bem como trabalhar o terceiro eixo (Z) de forma mais incisiva, tornando-o efetivamente parte do problema.

A solução dada pelo grupo (figura 36) mostra ainda a dificuldade de diferenciar a dependência dos eixos nas funções, uma vez que estão habituados a trabalhar com funções do tipo “ $Y = \dots X \dots$ ”, onde o Y depende do valor de X, errando de forma mecânica na solução da segunda função, que deveria ser “ $Z = \dots X \dots$ ”, pois nesta é o eixo Z que depende do valor de X.

O terceiro problema apresentava um aumento de dificuldade ao não apresentar nenhum suporte gráfico para compreensão do problema e adicionar um deslocamento do eixo da senoide inicial. Demorou um pouco para os alunos compreenderem esses requisitos e conseguirem resolver o problema de forma adequada. Inicialmente, a maioria não entendeu o deslocamento de +1 em Y, mas tão logo ficou claro, conseguiram visualizar a representação na função senoidal.

...

**(GE13-F)** “*Ó Professor... Na atividade três vai ter que andar 640 centímetros?*”.

**(Pesquisador)** “*Sim. 640 cm.*”.

**(GE15-F)** “*Não é muito?*” (se referindo aos limites da área de testes).

**(Pesquisador)** “*Ali tem sete e meio*” (Olhando para a área de testes e apontando em sentido ao comprimento do espaço reservado para os drones).

**(GE15-F)** “*Tá.*”.

**(Pesquisador)** “*640 cm é o período inteiro, né?*”.

**(GE13-F)** “*Mas, tipo assim, mais um metro em Y não vai acrescentar mais um metro pra frente?*”.

**(Pesquisador)** “*Não esquece a regra da mão direita. Que que acontece quando você soma um valor a uma função seno?*” (Como ninguém responde, o professor continua).

**(Pesquisador)** “*Aqui ó* (apontando no desenho do gráfico elaborado pelo grupo). *Se tu estás no ponto zero aqui (0,0,0 do gráfico), o drone está aqui. Você soma 1, ele virá pra cá* (mostra no gráfico) *e aí vai fazer o movimento senoidal.*”.

**(GE13-F)** “*Aaaahh, entendi.*” (em coro com as colegas).

**(Pesquisador)** “*Na verdade você vai ter que se deslocar em Y, ou seja, deslocar para a esquerda 100cm.*”.

...

Esse problema visou reforçar os subsunçores sobre gráficos da função seno, a influência dos parâmetros da função no deslocamento do gráfico nos eixos, alterações no período do deslocamento e o trabalho com ângulos. Cabe ressaltar que essa mudança de ângulo, no caso das oficinas tem forte influência no aprendizado sobre localização espacial, uma vez que a origem de cada novo movimento do drone  $(0, 0, 0)$  se desloca para a última posição do movimento anterior. Ou seja, um giro de  $180^\circ$ , por exemplo, significa uma inversão no sentido de deslocamento nos eixos X e Y.

O processo de compreensão e construção do código pelos grupos é bastante intenso. Há bastante diálogo, mesmo que por vezes não envolva todos os componentes do grupo.

No grupo 01 é possível ver a aluna GE06-F bastante preocupada com a compreensão não apenas do problema, mas também da sua solução matemática, procurando auxílio com professores e colegas; enquanto a GE10-F prefere permanecer codificando, consultando suas notas de aula e pesquisando na Internet. A GE14-F e GE11-F acompanham o raciocínio de GE10-F e trocam ideias com GE06-F (GE11-F de forma mais tímida).

No grupo 02 o esforço e a troca de informações se concentram entre GE03-M e GE09-M, enquanto GE05-M permanece mais disperso e mais interessado apenas em testar os códigos nos drones.

No grupo 03, as alunas GE15-F e GE13-F parecem mais interessadas e esforçadas em resolver os problemas. GE08-M intercala momentos de interesse com distração e GE04-F, apesar de participar algumas vezes com boas ideias, permanece a maior parte do tempo distraída e alheia às conversas do grupo.

Finalmente, no grupo 04, há um maior entrosamento entre GE12-F e GE07-M, mas GE01-M e GE02-M não deixam de estar presentes auxiliando e opinando.

Segundo o professor de matemática da turma, com a divisão aleatória alguns alunos com os quais há maior entrosamento desses que estão mais dispersos, ficaram no outro bloco de oficinas (GC) e pode ser que estejam um pouco deslocados, o que poderia explicar alguns momentos de apatia e retração.

Os problemas quatro e cinco exigiam que os alunos coletassem as medidas necessárias dentro do cenário, de forma a conseguir resolver o problema de forma adequada. Nessa atividade entrou uma questão inesperada, que era o desconhecimento por vários alunos dos sistemas de medidas constantes nas trenas utilizadas. Isso foi

detectado somente quando se notou que diferentes grupos tinham coletado valores muito discrepantes entre si, o que não deveria acontecer, pois se trata de um conjunto de medidas de um cenário fixo em espaço restrito. Logo, as medidas deveriam ser bastante próximas.

Os alunos estavam tirando as medidas e, enquanto alguns anotavam os valores corretamente em centímetros, outros estavam anotando os valores em polegadas. O professor teve que dar uma rápida explicação sobre a forma de utilização das trenas e a diferença dos dois sistemas de medidas para que todos conseguissem coletar os dados de forma semelhante no sistema métrico.

Para o quarto problema os alunos deveriam considerar a descrição da função desde o ponto de decolagem do drone, tendo esse ponto como a origem do sistema. Ou seja, deveriam incluir na função o deslocamento vertical no eixo  $Z$ , manipulando adequadamente os parâmetros da função. Para isso, eles já dispunham dos organizadores prévios necessários, sendo preciso então fixar os conceitos repassados anteriormente na mesma oficina pelo professor de matemática, versando sobre os parâmetros da função seno dada a seguir, de forma a criar os subsunçores necessários para o aprendizado significativo desses conceitos.

$$f(x) = a + b \cdot \text{sen}(c \cdot x + d)$$

Mais uma vez, o maior complicador não foi a interpretação do movimento para construção da função e sim a coleta dos dados espaciais necessários para resolver o problema. Todos os grupos conseguiram resolver o problema sem maiores dificuldades, após terem todos os dados necessários e compreenderem todo o trajeto que o drone realizaria no espaço definido pelo cenário.

Assim, nesse problema (4), os alunos tiveram que utilizar as trenas disponibilizadas para coletar os dados necessários na área de testes, sabendo apenas a trajetória do drone, o qual deveria passar por dois aros suspensos em alturas diferentes, traçando uma senoide em  $X$  e  $Z$ , considerando uma proporcionalidade na qual  $PI$  equivaleria a 2,2m.

Enquanto, durante o intervalo do lanche, o pesquisador auxilia os alunos na área de testes, coletando medidas e compreendendo a trajetória dos drones, GE06-F conversa com as colegas sobre temas diversos fora do assunto da oficina. Contudo, várias vezes direciona o olhar para a área de testes curiosa com a atividade dos colegas. Finalmente

ela decide finalizar o lanche e retomar a solução do problema 4, no que se segue o seguinte diálogo e conjunto de ações:

Tempo desde o início das atividades: 01:52:48

(GE06-F) “GE11-F, empresta papel para ir lá anotar as medidas.”.

(GE11-F) “Que têm que ver essas medidas?” (Provoca em tom de brincadeira).

(GE06-F) “Por que eu quero ir anotar. Se eu quiser o que que eu faço? Faço o que eu quero!” (responde sorrindo).

(GE11-F) “Então... que que tu quer que eu faça?” (Rindo).

(GE06-F) “Eu tô estressada, porque eu não dormi. Vem comigo...”.

...

GE06-F e GE11-F vão coletar as medidas na área de testes enquanto as colegas permanecem sentadas conversando.

Tempo desde o início das atividades: 01:55:41

GE06-F e GE11-F retornam aos seus postos e GE06-F se debruça sobre as anotações realizadas no desenho disponibilizado na lista de atividades.

Tempo desde o início das atividades: 01:58:32

GE06-F Levanta e vai novamente à área dos drones para conferir seus dados e coletar novas informações do cenário físico.

Tempo desde o início das atividades: 02:06:09

Ao fundo se escuta o “Ó professor...” da GE06-F, pedindo auxílio sobre os dados coletados.

Tempo desde o início das atividades: 02:06:16

GE06-F retorna e vê que a GE10-F está no seu lugar. Pega seu celular e usa a calculadora para verificar alguns parâmetros adicionais necessários e faz algumas anotações na lista de atividades. Como a GE10-F está no seu lugar, utiliza outra mesa para isso – é visível seu descontentamento.

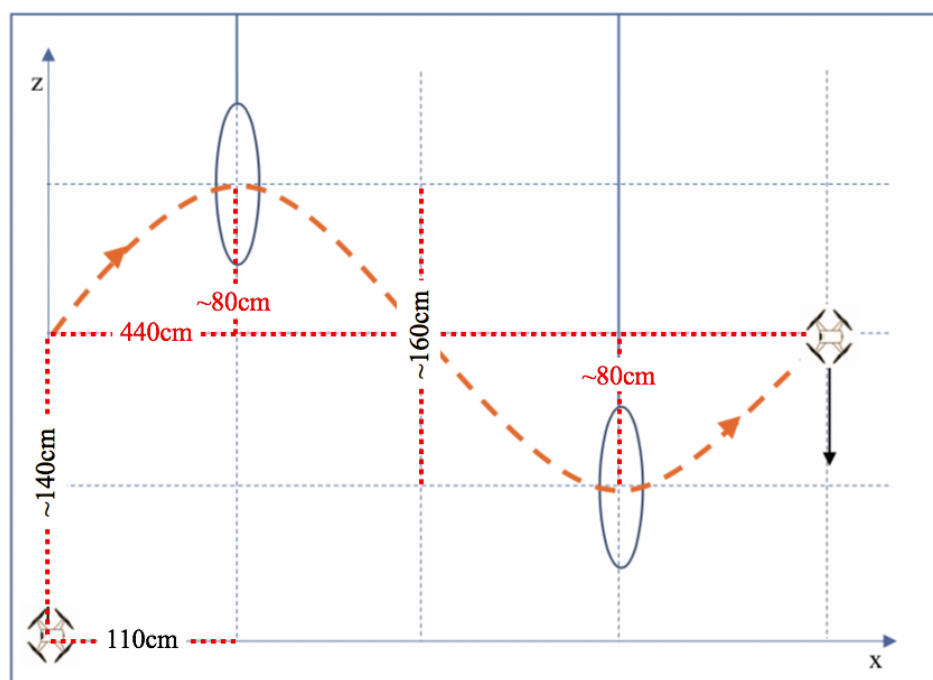
Tempo desde o início das atividades: 02:09:54

GE06-F vai mais uma vez conferir medidas, e conversar com o Professor, retornando em seguida ao trabalho na lista de atividades.

No conjunto de diálogos e ações anterior é possível verificar que a aluna levou aproximadamente 17 minutos só para coletar as medidas no cenário. Observando a coleta realizada, o pesquisador notou que GE06-F tinha dificuldades em compreender a distribuição de medidas para resolução do problema – e as colegas não estavam

colaborando como deveriam. Por exemplo, sabia que o drone teria que subir, mas demorou em determinar quanto ele deveria subir para traçar a senoide passando pelos dois arcos suspensos no cenário. Era algo relativamente simples, mas os alunos (de todos os grupos) tinham esse mesmo problema quanto à noção espacial. Bastava imaginar o eixo X passando na distância intermediária entre o centro do aro superior e o centro do aro inferior, como pode ser visto na figura 37.

Figura 37 - Exemplo de medidas necessárias para resolver o problema 4 da oficina 3.



Fonte: elaborado pelo autor.

Ou seja, bastava a coleta de três dados: a distância do centro de um aro ao outro ( $\sim 160\text{cm}$ ), com a qual eles já conseguiriam determinar onde passa o eixo X do movimento e a amplitude da senoide ( $\sim 80\text{cm}$ ); a distância do solo até o eixo X imaginário que passa no ponto intermediário entre os aros, o que possibilita saber a altura em Z em que inicia o movimento (origem); e a distância do ponto de partida do drone (demarcado no piso) até o primeiro aro ( $\sim 110\text{cm}$ ) que determina  $\frac{1}{4}$  do período a ser realizado, totalizando um período de 4,40 m.

Provavelmente, se as colegas de GE06-F apresentassem um maior engajamento em auxiliar, esse problema teria sido identificado com maior agilidade.

Para o pesquisador, essa dificuldade inicial é normal, pois os alunos não estão acostumados a trabalhar dessa forma, tendo que coletar os dados para resolver um

problema não totalmente estruturado. De maneira geral, os problemas tradicionalmente apresentados em sala de aula são totalmente estruturados, com todos os dados necessários disponibilizados no enunciado.

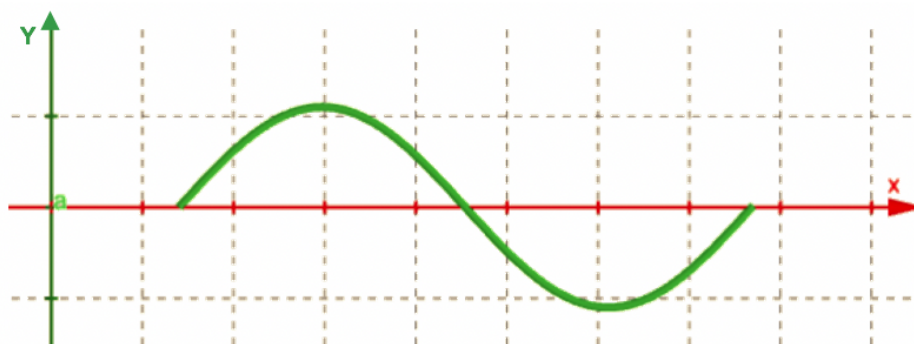
No entanto é um fator interessante a ser analisado, pois representa uma inovação no estudo não prevista na sua totalidade. Quando se pensou no trabalho com drones envolvendo o sistema de coordenadas tridimensionais, não se visualizou a magnitude do impacto junto aos alunos. Foi possível observar a evolução deles na internalização desse novo conhecimento de forma significativa, analisar como teceram a relação com o sistema cartesiano 2D ao qual estavam acostumados e como estranharam o fato de achar complicado algo tão presente no dia a dia deles, uma vez que estão imersos em um universo que contém, além de outras, essas três dimensões.

O quinto problema, tal como os problemas 2 e 3, necessitou um esforço dos alunos na localização espacial em relação à perspectiva do drone, sempre pensando na posição da frente do drone e na regra da mão direita. Mais uma vez o problema foi fornecido de forma não totalmente estruturada, tendo os alunos que levantar dados espaciais no cenário e detectar as mudanças do ponto de origem de cada movimento.

Esse problema exigia uma boa compreensão sobre a função seno e seus parâmetros, incluindo o deslocamento no eixo  $X$ , alterações no período e na amplitude da função e alterações de altitude em  $Z$  para cada novo percurso do drone. Tudo isso visando a ancoragem dos respectivos subsunçores vinculados a esses conceitos e técnicas.

A figura 38 apresenta o primeiro movimento com um deslocamento do gráfico à direita e com o drone tendo que passar entre dois aros suspensos no cenário, com valores que devem ser determinados pelos alunos para atender os requisitos do problema.

*Figura 38 - Primeira senoide do problema 05.*

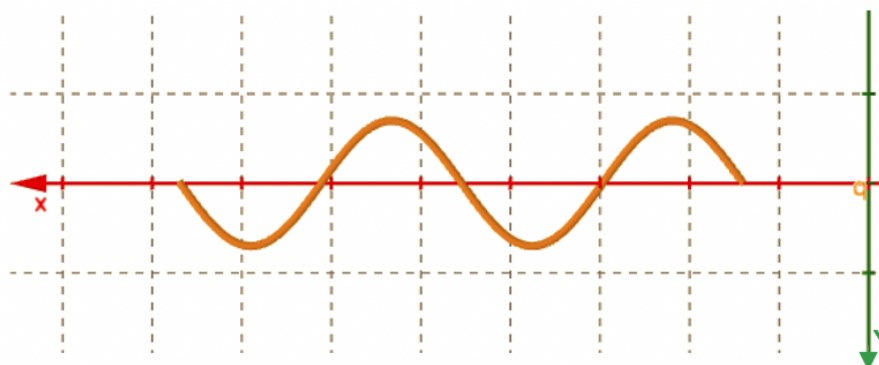


Fonte: elaborado pelo autor.



A figura seguinte (figura 39) mostra o segundo movimento que deve ser realizado pelo drone, desta vez a uma altura menor, próxima ao solo, desviando um conjunto de 4 obstáculos. Aqui o aluno deve levar em conta que o drone efetuou um giro de 180 graus no final do primeiro movimento e que a origem se encontra agora na direita do gráfico, com crescimento positivo para a esquerda e consequente inversão de sinal do eixo Y.

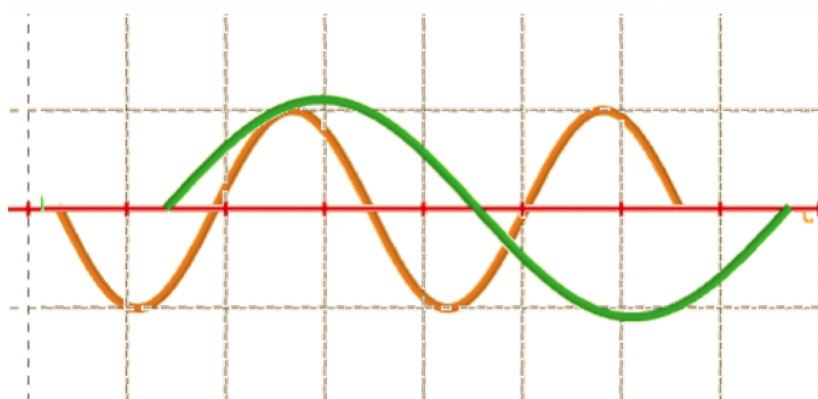
*Figura 39 - Segunda senoide do problema 05 com eixos X e Y invertidos em relação ao primeiro movimento.*



Fonte: elaborado pelo autor.

Sobrepondo os dois gráficos tem-se o resultado final esperado para solução do problema, tendo cada trajeto sua origem e sua respectiva função (figura 40):

*Figura 40 - Sobreposição final representando o movimento resultante do drone no problema 05.*



Fonte: elaborado pelo autor.

O primeiro a concluir a atividade 5 foi o grupo 2. O tempo de resolução, como pode ser observado no diálogo e conjunto de ações a seguir, foi bastante reduzido. Mesmo sendo o problema mais complexo até o momento, levaram aproximadamente 10 minutos para coletar os dados, codificar e responder as questões – cabe salientar que o cenário não estava montado ainda, pois os demais grupos estavam ainda na atividade anterior. Logo,

embasaram seus cálculos na previsão do local onde estariam os obstáculos, confirmando esses dados com o pesquisador.

Tempo desde o início das atividades: 02:27:39

(GE09-M) (Vai e retorna da coleta de dados na área de testes – levou aproximadamente 1 minuto) *“Aqui tem o valor total.”* (atividade 5).

(GE03-M) *“E a amplitude. A gente tem esses dois. Sabe de uma coisa?”* (deixa os colegas e vai conversar com o professor para confirmar a posição dos obstáculos, retornando logo). *“Eu acho que dá pra fazer, sim.”* (Há um pouco de preocupação, pois o cenário ainda não foi estruturado, tendo apenas as informações da atividade como guia).

(GE09-M) *“Vamos fazer. Vamos fazer pelo esquema aqui, teu. Faz o código, depois acerta.”*

(GE03-M) *“Tá.”*

Tempo desde o início das atividades: 02:28:16

(GE03-M) *“Ele vai... Aqui a gente ignora isso daqui ó.”* (Zera o parâmetro do FlyForward, deixando para preencher posteriormente). *“Aqui ele vai ficar... ele vai fazer...”* (Se debruçam sobre a lista conversando em voz baixa e rabiscando no papel).

Tempo desde o início das atividades: 02:30:32

O grupo continua codificando a atividade 5. O GE03-M vai estruturando o código enquanto GE09-M e GE05-M vão auxiliando no raciocínio e realizando os cálculos que o GE03-M vai solicitando para definir os parâmetros.

Tempo desde o início das atividades: 02:33:56

(GE03-M) (Finalizando o código) *“Ó pessoal, não sei se vai dar certo, não sei o que que vai acontecer nisso daqui, mas se tudo estiver certo conforme.... Tá.”* (Salva no pendrive).

Tempo desde o início das atividades: 02:35:04

GE03-M e GE09-M se debruçam sobre as questões de trigonometria do problema e respondem em pouco mais de 2 minutos.

O grupo 2 apresenta a solução do problema 5 ao professor pesquisador, que elogia a rapidez na coleta dos dados e solução da atividade. Com a liberação do pesquisador e com o cenário já estruturado, o grupo vai para a área de testes, realiza alguns pequenos ajustes para o drone não colidir com os obstáculos do chão, e executa o código com sucesso. Após isso, não retornam mais para seu lugar, permanecendo em circulação pelo laboratório auxiliando os colegas e acompanhando os testes dos demais grupos com os drones).

Os trabalhos, até o problema 5, foram concluídos por todos os grupos, ficando apenas o sexto sem resolução em decorrência do tempo escasso. Assim, o professor realizou a correção deste último em conjunto com os alunos, apresentando os dados necessários para a solução, codificando colaborativamente com os alunos, respondendo às questões de trigonometria em conjunto e executando o código no drone para visualização e encerramento das atividades do dia.

A sexta atividade foi penalizada pela falta de tempo, uma vez que as oficinas foram planejadas para ter a mesma duração da aula tradicional de matemática que abordaria os mesmos conteúdos com o grupo de controle (sem uso de drones, 3D ou coleta de dados espaciais), contudo, o pesquisador notou que os alunos não tiveram dificuldade em compreender as mudanças dentro do sistema de coordenadas 3D do problema, bem como deduziram rapidamente que ao utilizar o módulo da função, o gráfico da senoide seria representado com as curvas voltadas para o lado positivo de Y.

#### ***5.5.2.4 Oficina de drones e funções trigonométricas II - Seno e Cosseno***

A quarta e última oficina ocorreu na tarde do dia 26/11/2019, nos mesmos moldes da oficina anterior. Ao chegarem no laboratório, os professores encontraram os alunos já aguardando espalhados pelo corredor, como era costume durante a semana – sempre, após o almoço, descansavam dentro do prédio da Informática aguardando o início das aulas e aproveitando o bom sinal de WiFi dentro do recinto.

Os alunos estavam animados com a última oficina da série. Brincavam dizendo que por ser a última oficina, o lanche tinha que ser especial – e era. Desta vez além dos salgados variados e refrigerantes gelados, havia um pacote grande de bombons para complementar e comemorar o final de uma etapa dos trabalhos.

Entraram no laboratório conversando muito e rindo alto, mas logo se organizaram nas bancadas com seus respectivos grupos e aguardaram conversando enquanto seus computadores inicializavam e os professores organizavam o material, dando início às atividades do dia.

O professor pesquisador, como de costume, explicou como seriam as atividades do dia, começando com uma explanação do professor de Matemática sobre a função cosseno, seguida por uma série de atividades sobre esse conteúdo com o uso dos drones. Tudo utilizando a metodologia ABP, como havia sido explicado desde a segunda oficina. Tal como nas oficinas anteriores, lembrou aos alunos sobre a duração das atividades (mesma

das oficinas anteriores) e que estariam sendo gravados e fotografados, mas que todo o material era confidencial para a pesquisa e não teria divulgação de informação pessoais nem das gravações, a não ser no contexto do estudo e, mesmo assim, mantendo o anonimato dos participantes.

Concluindo rapidamente suas explicações, passou a palavra para o professor de Matemática que iniciou o repasse do conteúdo específico sobre funções trigonométricas (função cosseno), realizando uma explanação da mesma forma que seria realizada em uma aula tradicional. Mais uma vez utilizou os mesmos recursos que seriam utilizados normalmente com todos os alunos, como o *software GeoGebra* (Silva et al., 2016) para facilitar a compreensão dos gráficos. Cada um dos alunos recebeu um resumo do conteúdo apresentado pelo professor juntamente com a lista de atividades do dia.

O apêndice B apresenta o roteiro seguido pelo professor ao ministrar o conteúdo, bem como a sequência de atividades realizadas pelos alunos na oficina. O repasse do conteúdo específico de Matemática correu, como na oficina anterior, de forma tranquila e praticamente sem questionamentos dos alunos. O professor seguiu o roteiro proposto, realizou alguns exercícios de fixação em conjunto com os alunos, utilizando o *GeoGebra* para visualização dos gráficos.

Teve então início a resolução dos problemas com uso dos drones. Desta vez eram apenas quatro problemas propostos, mas de maior complexidade que na oficina anterior, abordando todo o conteúdo visto desde a terceira oficina (funções seno e cosseno). O professor de Matemática realiza uma explicação sobre o primeiro problema proposto junto com uma breve revisão sobre o sistema de coordenadas 3D e a Regra da Mão Direita.

Enquanto o prof. efetuava a revisão de conceitos e as colegas de grupo prestavam atenção, GE10-F foi construindo o esqueleto do código da primeira atividade, propiciando o seguinte diálogo com as colegas:

...

**(GE14-F)** “*Já fez a 1?*” (Olhando para a tela do computador e analisando rapidamente o código elaborado por GE10-F).

**(GE10-F)** “*Eu tentei.*” (Abre espaço ao seu lado para GE14-F poder se acomodar)

...

GE14-F se posiciona na frente do computador e começa a avaliar o código da GE10-F. As duas conversam sobre o problema, recostadas sobre o espaldar das cadeiras. Por ficarem afastadas do microfone, é possível deduzir que falam sobre o problema, mas não é possível entender a conversa. Nota-se que estão conferindo as coordenadas, pois ambas posicionam a mão conforme a regra da mão direita, e conversam sobre o posicionamento dos eixos X, Y e Z – contudo, estão utilizando a mão contrária para entender o problema (figura 41). Após a conversa contemplativa do problema, se debruçam novamente sobre a bancada e continuam:

*Figura 41 - Alunas analisando o sentido dos eixos com a mão errada (esquerda).*



Fonte: Arquivo imagens capturadas durante as oficinas.

...

**(GE10-F)** “Esse é o X, Y e Z.” (Mostrando na mão, mas mais uma vez utilizando a mão esquerda e não a direita, o que pode levar a incorreções na codificação).

**(GE11-F)** “Qual que é o X? É esse?” (Mostra o indicador).

**(GE10-F)** “X, Y, Z.” (repete sinalizando os dedos com o indicador da outra mão).

**(GE14-F)** “Z é a altura.”.

**(GE10-F)** (Se dirigindo ao professor e mostrando a mão esquerda representando os eixos)  
“Como que é mesmo? X, Y e Z?”.

...

O professor mostra a mão direita, posicionada conforme a regra, identificando o eixo correspondente a cada dedo:

...

**(Prof. Mat.)** “ $X$ ,  $Y$  e  $Z$ . O  $X$  é para frente e o  $Y$  para o lado. O  $Z$  é a altura.”

**(GE10-F)** “Ah. Então tá certo. A não... invertei a mão!” (notou o erro).

...

Errar a mão no momento de verificar a regra da mão direita foi uma constante nas oficinas, mas era algo que logo os alunos acabavam notando e não chegou a ser um entrave para a resolução dos problemas.

Após se localizar dentro do sistema de coordenadas 3D e conseguir construir o código corretamente, o grupo já tinha uma boa compreensão dos deslocamentos que seriam realizados pelo drone no espaço. No entanto, faltava ainda representar esses movimentos matematicamente, bem como identificar seus parâmetros. As alunas concluíram as respostas das questões sobre funções trigonométricas do problema e chamaram o professor de matemática para conferir o resultado. O diálogo seguinte apresenta a linha de raciocínio das alunas para resolver o problema e o suporte dado pelo professor.

...

**(GE10-F)** (Chama o prof. de Matemática) “Professor! Confere a função...”.

**(Prof. Mat.)** “Vamos só ver aqui... Qual é o movimento? O primeiro?”.

**(GE10-F)** “Isso.”.

**(Prof. Mat.)** “Qual é o comprimento de  $X$  ao todo?”.

**(GE10-F)** “400.”.

**(Prof. Mat.)** “400. Então ok, esse é o período. Tá. Qual é essa altura máxima aqui?” (Mostra na ilustração).

**(GE10-F)** “100.”.

**(Prof. Mat.)** “100 centímetros ou 1 metro. A gente poderia pensar  $1\cos(x)$  ou  $100\cos(x)$ . Ok. Então deixa te perguntar o seguinte... é que tem um pouco de confusão porque tem três eixos né? Então tu estás considerando aqui o  $X$  variando, e quem é que está variando aqui?” (Aponta na ilustração um dos eixos adicionais ao  $X$ ).

**(GE10-F)** “O  $Z$ .”.

**(Prof. Mat.)** “Então veja bem: o  $Z$  depende de  $X$ . Então aqui é  $Z$  (mostra na função criada pelo grupo). Entende?”.

**(GE10-F)** “Ah!”.

**(Prof. Mat.)** “Tem que pensar: quem é que depende de quem. Né?”.

(GE10-F) “Mas é cosseno de Z?”.

(Prof. Mat.) “Calma... calma aí. Fechou a primeira? Total em metros é quanto?”.

(GE10-F) “4 metros.”.

(Prof. Mat.) “4 metros. Pi valia quanto então? 2 Pi é o todo. Metade são esses 200cm.”  
(Apontando a resposta do grupo para a proporcionalidade utilizada).

(GE10-F) “E a amplitude? Tá certa?”.

(Prof. Mat.) (Mostrando na ilustração) “A amplitude é essa aqui ó. Vocês não falaram que é 100?”.

(GE14-F) “Sim. Mas aí seria 200 considerando o todo ou só 100?”.

(Prof. Mat.) “Como vocês colocaram. Só 100. Porque é só esse movimento aqui, não é? O domínio, nesse caso aqui, vai coincidir com o período. Lembram que a gente viu na oficina passada?”.

(GE10-F) “Não...”.

(Prof. Mat.) “Porque (desenhando no ar com o dedo) os valores aqui nesse eixo, a gente vai considerar 4 metros...”.

(GE10-F) “Ah! Verdade.”.

(Prof. Mat.) “Que seria o período também, então é a mesma coisa. Mas vai escrever o início e o fim do período entre colchetes. Domínio seria de 0 a 400. Tá. Agora deu para ter uma ideia?”.

(GE10-F) “Sim” (Assente com a cabeça).

(Prof. Mat.) “Aí, agora precisamos fazer um outro...”.

(GE10-F) “A função dois.”.

(Prof. Mat.) “A dois aqui.” (Analisa a ilustração) “Esse aqui é embaixo.”.

(GE10-F) “Então só é -100... só muda o sinal?”.

(Prof. Mat.) “Exatamente. Muda para menos. O resto não vai mudar praticamente nada. Só que, como é para baixo, vai ficar -100...”.

(GE10-F) (interrompendo o raciocínio) “Só um minutinho... no primeiro a gente estava olhando a Imagem. Por que que é primeiro -1?”.

(Prof. Mat.) “Imagem... esse aqui a gente não tinha visto (revisado). A Imagem... qual o primeiro que vocês colocaram?”.

(GE10-F) “-1.”.

(Prof. Mat.) “Tá, mas olha aqui ó.” (e aponta para a ilustração).

(GE10-F) “Mas é -1... é -100 na verdade.”

(Prof. Mat.) “Sim, mas olha aqui ó. Só este movimento (Aponta para o movimento 1 da atividade). Este movimento está considerando só esta curva aqui. Só essa.”

(GE10-F) “Aaaah... é.”

(Prof. Mat.) “Então, se tu pensares na imagem, é de 0 até 1. Ok?” (Não de -1 até 1 como o grupo havia colocado, deduzindo a partir da ilustração como um todo, e não apenas do movimento 1 – ver resposta do campo imagem da primeira função na figura 42 que, por distração, o grupo não corrigiu).

(GE10-F) “Uhummm.” (Assente com a cabeça demonstrando que compreendeu).

...

O prof. de Matemática se retira, deixando para o grupo a revisão e conclusão das demais questões da atividade, o que é rapidamente efetuado. O grupo então verifica o código com o professor pesquisador e, após aprovação, se dirigem à área de testes dos drones para conferência do funcionamento e ajustes finais. A figura 42 exhibe as respostas do grupo para o primeiro problema.

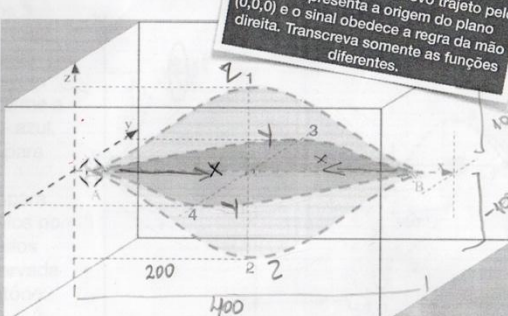
Figura 42 - Folha da lista de atividades do Grupo 04, com anotações e respostas das alunas.

## Atividade 1

Construa o programa necessário para que o drone siga os trajetos tracejados em laranja entre os pontos A e B conforme a figura, utilizando movimentos cossenoidais. Lembre de respeitar os limites impostos pela área de uso dos drones e, caso seja necessário, podem ser tiradas medidas adicionais do espaço para auxiliar nos cálculos. Após o quarto deslocamento (em movimentos de ida e volta), o drone estará de volta ao ponto de partida e deverá realizar o pouso.

Após isso determine os dados abaixo, informando a proporcionalidade utilizada para cada  $\pi$ :

**Atenção:**  
Para efeito de escrita das funções, o ponto de início de cada novo trajeto pelo drone representa a origem do plano (0,0,0) e o sinal obedece a regra da mão direita. Transcreva somente as funções diferentes.



O DRONE PARTE DE A PARA B (1), GIRA 180°, PARTE DE B PARA A (2), GIRA 180°, PARTE NOVAMENTE DE A PARA B (3), GIRA 180° E FINALIZA Indo DE B PARA A (4) E POUSSANDO.

Funções:

$f(x) = 100 \cdot \cos(x)$	$g(x) = -100 \cdot \cos(x)$	$h(x) = 100 \cdot \cos(x)$
Domínio: $[0, 400]$	Domínio: $[0, 400]$	Domínio: $[0, 400]$
Imagem: $[100, -100]$	Imagem: $[-100, 100]$	Imagem: $[100, 100]$
Período: $400$	Período: $400$	Período: $400$
Amplitude: $100\text{cm}$	Amplitude: $100$	Amplitude: $100\text{cm}$
Proporcionalidade utilizada: $\pi = 300$ cm	Proporcionalidade utilizada: $\pi = 200$ cm	Proporcionalidade utilizada: $\pi = 200$ cm

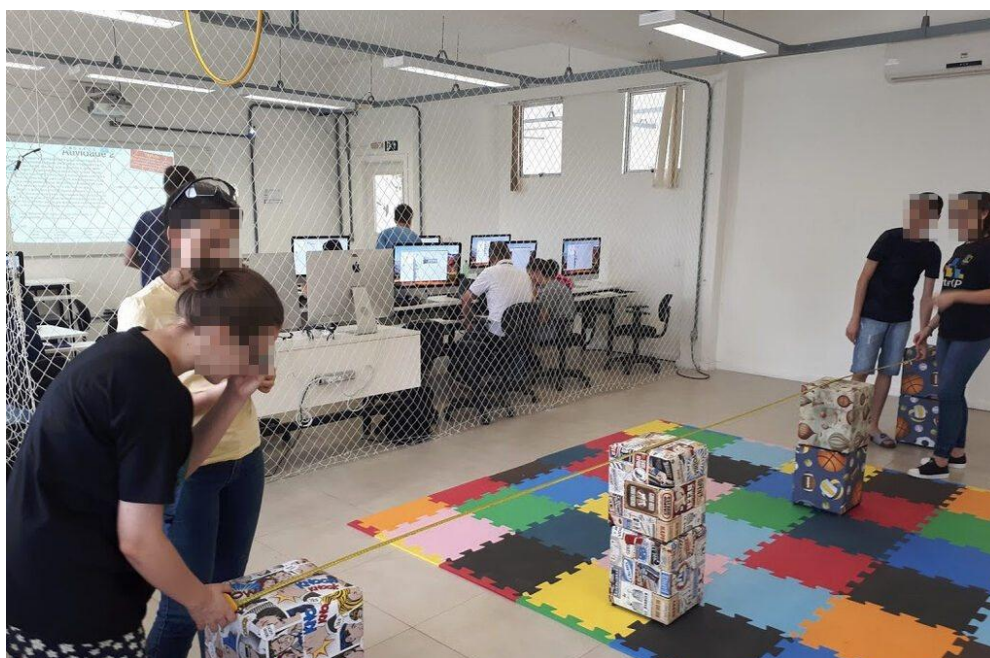
Fonte: Material utilizado pelos alunos durante a oficina 04.

O grupo 4 inicia a codificação do segundo problema, mas nota que neste será necessário coletar os valores das distâncias dentro do cenário preparado na área dos drones. A reação dos alunos ao ver a representação gráfica dos problemas é muito mais amena do que na oficina anterior, quando lhes parecia algo bem mais complexo.



Ficou claro na observação que eles já conseguiam interpretar facilmente os movimentos que deveriam ser executados pelo drone, embora ainda encontrassem alguns entraves como o fato de não ter todos os dados no enunciado do problema, tendo que coletar dados no cenário. Para dificultar, os dados que cada grupo coletava, divergiam dos dados coletados pelos demais grupos, o que os deixava inseguros quanto à fidelidade de suas coletas (figura 43).

*Figura 43 - Alunos do GE coletando medidas do cenário.*



Fonte: Arquivo de fotos realizadas durante as oficinas.

Isso também foi superado à medida que constatavam que, mesmo com dados diferentes, obtinham os mesmos resultados com os drones e funções aproximadas. Mesmo sendo a terceira oficina com drones, ainda incorriam na repetição de alguns erros, em quantidade muito menor e, geralmente, com detecção rápida pelo aluno ou por um colega do grupo, como no caso de confundir o sistema de medida das trena (como pode ser visto no diálogo a seguir) ou ainda tentando verificar o sentido dos eixos de deslocamentos do drone pela regra da mão direita utilizando a mão esquerda.

...

**(GE12-F)** “É fácil fazer. Só que tem que ter as medidas certas.”.

**(GE02-M)** “Onde?”.

**(GE12-F)** “Aqui, ó. Aqui.”.

**(GE07-M)** “De um puf até outro é 100.”.

**(GE12-F)** “*Não é 100.*”.

**(GE02-M)** “*É cento e alguma coisa. 130. Do meio de um puf até outro dá 160.*”.

**(GE12-F)** “*Tá. Então vamos usar isso. Mas eu preciso do terceiro, de trás pra frente, até o ponto final. Dá a trena...*” (vai tirar as medidas).

**(GE12-F)** (Retorna) “*Mas é muito pouco 1,61... Me dá a trena.*”.

GE07-M Alcança a trena e a GE12-F examina o que havia feito.

**(GE12-F)** “*Não é aqui?*”.

**(GE07-M)** “*Não, né? É aqui embaixo, ó. Tem que ser em centímetros.*” (GE12-F havia coletado o valor em polegadas).

GE12-F Vai puxando o metro até chegar na medida que ela havia coletado.

...

No diálogo anterior pode ser visto o processo de compreensão e detecção do erro na coleta de dados do cenário físico do problema. A aluna que realizou a coleta dos dados notou, instintivamente, que o valor estava muito pequeno para o espaço previsto no cenário. Efetua a confirmação com o colega e conclui a construção do código em conjunto com os demais componentes do grupo.

GE12-F verifica que 161 polegadas correspondem aproximadamente a 410 cm na trena, como pode ser visto na figura 44, e continua:

*Figura 44 - Comparação de valores entre diferentes unidades de medida realizada pela aluna.*



Fonte: Foto elaborada pelo autor.

...

**(GE12-F)** “*Quatro e dez (4m10cm).*”.

**(GE06\_F)** “*4,10?*”.

**(GE12-F)** “*XI.*”.

**(GE06\_F)** “*205.*”.

(GE12-F) “205. E o Y? Acho que é a mesma distância do primeiro.”.

(GE06\_F) “Qual distância? 140?”.

...

GE12-F continua codificando e insere 140 em como parâmetro no campo correspondente a Y1.

...

(GE06\_F) “Mas é -140 ou +140?”.

...

GE12-F para, passa a mão no rosto e para com os dedos sobre a boca, pensativa, enquanto olha para o monitor tentando entender.

...

(GE12-F) “Vai ser -140” (Coloca -140 em Y1, 0 em Z1, 410 em X2 e para com o cursor sobre Y2).

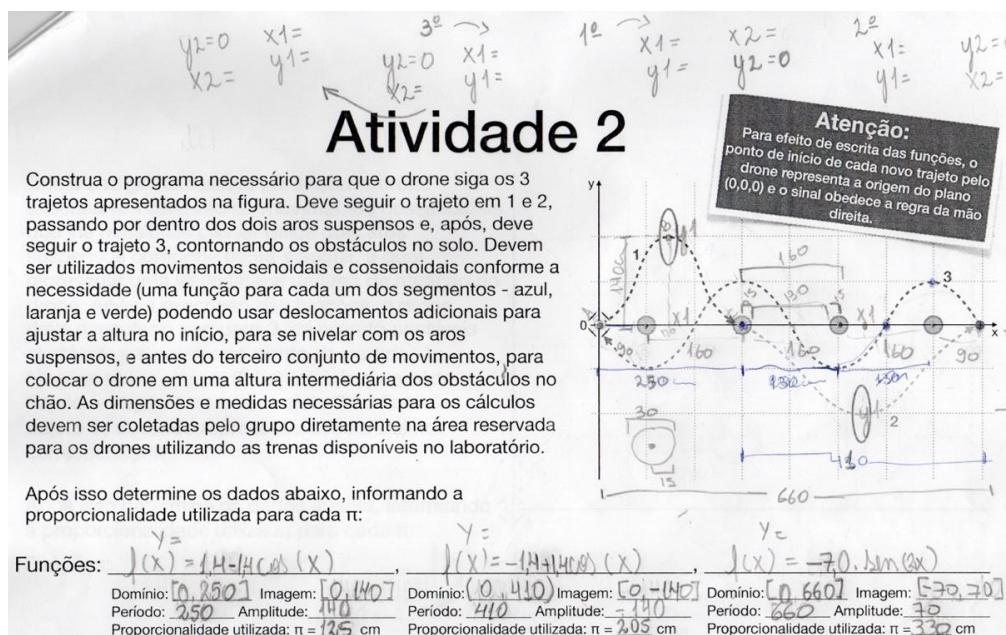
(GE06\_F) “Zero. Acho que sim, porque ele vai tá aqui, ó.”.

(GE06\_F) “Ah sim. Tá certo.” (Coloca 0 em Y2 e Z2).

...

Após a codificação, utilizam os dados do programa e as métricas tomadas no cenário para elaborar as respostas das questões de trigonometria. Para confirmar se acertaram o sentido das curvas das funções, utilizam o *GeoGebra*, pois se confundiram um pouco ao fazer manualmente as inversões e deslocamentos do gráfico.

Figura 45 - Folha com anotações e solução do segundo problema da oficina 4.



Fonte: Material utilizado pelos alunos durante a oficina 04.

Na figura 45 é possível visualizar o conjunto de respostas e anotações realizadas pelo grupo 4 na folha do problema, o que auxilia a compreender a linha de raciocínio seguida pelos alunos.

Em conversa do pesquisador com o professor de matemática, foi constatado que o último não notou uma demanda muito além do normal sobre dúvidas na resolução das atividades. Entretanto notou um pouco mais de ansiedade para concluir logo e ir testar o código nos drones. Em geral, esses alunos tiram as dúvidas nos primeiros exercícios e a demanda pelo professor vai reduzindo gradualmente nos seguintes, quando vão ganhando confiança nas suas respostas e chamam principalmente para validar suas respostas (figura 46).

*Figura 46 - Professor de Matemática auxiliando um dos grupos na compreensão matemática do problema 2 da quarta oficina.*



Fonte: Foto elaborada pelo autor.

No entanto o pesquisador, que auxiliava na parte de programação dos drones, notou alta demanda dos alunos. Principalmente para verificar se os parâmetros das funções estavam corretos, uma vez que estavam ainda inseguros com o sistema de coordenadas 3D que os confundia um pouco.

O problema 3 abordava o deslocamento do drone nos eixos X e Z, traçando duas cossenoides seguidas com diferentes amplitudes e, posteriormente, retornando ao ponto de partida.

O diálogo seguinte mostra o suporte dado pelo aluno GE03-M atendendo demanda do grupo 1 por ajuda. Cabe destacar que o professor pesquisador estava, nesse mesmo momento, explicando essa parte do problema para toda a turma. Assim, ou o grupo preferiu a explicação do colega que, pela proximidade afetiva, pode ter mais facilidade

para auxiliar, ou então o grupo não prestou atenção à fala do professor para identificar que era resposta ao mesmo questionamento – a única exigência do pesquisador sobre ajuda externa ao grupo era de que houvesse realmente preocupação em auxiliar os colegas a entender, não podendo simplesmente dar as respostas.

...

**(GE14-F)** (Enquanto as três olham descrentes para a tela do computador) “*Será que é isso mesmo? Não pode baixar demais.*” (medo de o drone bater no chão).

**(GE10-F)** “*Aqui ó. -150*” (Aponta para o parâmetro Z1 no bloco de código).

**(GE14-F)** “*Vou chamar o GE03-M... Ó GE03-M. Você fez a três? Vem cá ver se a nossa tá certa.*”.

**(GE03-M)** (Senta em frente ao computador) “*Fala.*”.

**(GE14-F)** “*Dá uma olhada se o nosso raciocínio tá certo.*”.

**(GE03-M)** (Corrige o Z2 do primeiro bloco Curve, explicando que o Z tem que retornar à posição inicial (0) e não subir até 100). “*Ele tá em 0, vai para -100 e tem que voltar para 0.*”.

**(GE10-F)** “*Ah! Verdade.*”.

**(GE03-M)** “*A segunda... tá certo. Agora só tem que adicionar um Rotate pra ele voltar pra cá (mostra na ilustração). FlyDown... vocês subiram 150, então vão descer... 170. Falando nisso, eu botei 170 no meu e ficou alto. Melhor botar 175*” (insere um *FlyDown* 175).

GE03-M insere um *FlyForward*.

**(GE14-F)** “*100 mais 100 mais 219...*”.

GE03-M preenche o *FlyForward* com 419 e finaliza com um *Land*.

**(GE10-F)** “*Certo?*”.

**(GE03-M)** “*Testa. Depois é só ajustar o código.*”.

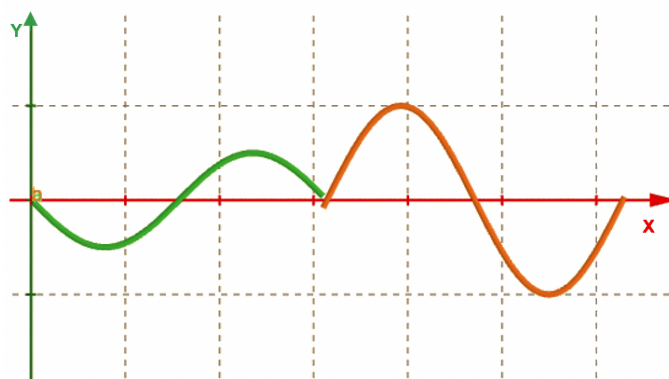
...

GE14-F assume o computador, salva o código no *pendrive* e o grupo se concentra na resposta das questões do problema para apresentar ao professor e poder ir testar no drone.

De modo geral, as questões sobre funções trigonométricas foram respondidas de forma rápida e correta com base nos dados utilizados na codificação. O grupo demonstrou que tinha domínio da parte matemática, com subsunçores bem ancorados, encontrando ainda um pouco de dificuldade na coleta dos dados do cenário e consequente codificação.

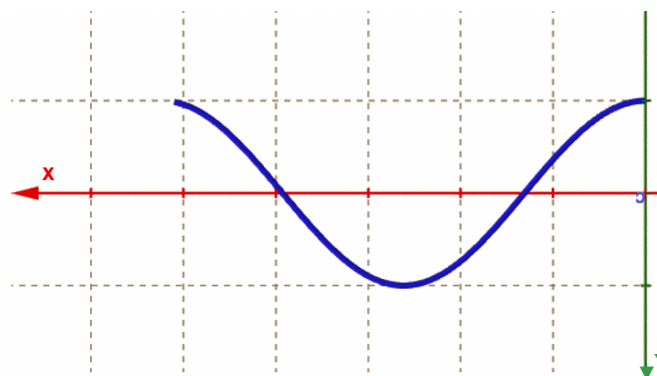
O último problema proposto na oficina exigia a construção de duas senoides consecutivas com variação de amplitude (figura 47), seguidas de uma inversão de eixos (rotação do drone em 180°) e uma cossenoide (figura 48). As imagens mostram a representação gerada no *GeoGebra* das funções criadas pelos alunos com base no levantamento de dados do cenário e no código gerado pelo grupo 4.

Figura 47 - Primeiros dois movimentos senoidais da atividade 4 da oficina 4.



Fonte: elaborado pelo autor.

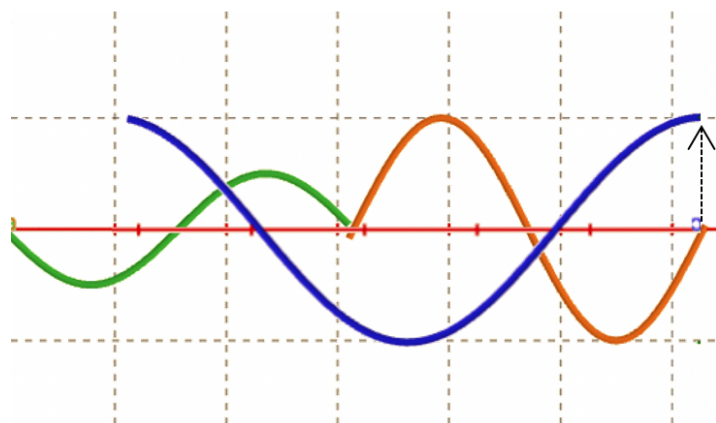
Figura 48 - Terceiro movimento cossenoidal do problema 4 da oficina 4 com eixos invertidos.



Fonte: elaborado pelo autor.

A figura seguinte (49) apresenta a sobreposição dos gráficos das funções desenvolvidas pelo grupo 4 desconsiderando os sentidos dos eixos, mostrando que os alunos conseguiram uma boa aproximação com relação ao problema proposto, com todos os grupos conseguindo cumprir o percurso corretamente com o drone.

Figura 49 - Sobreposição dos movimentos do drone gerados no problema 4 da oficina 4.



Fonte: elaborado pelo autor.

Na figura 50 pode ser analisada a página da lista de atividades com o problema 4 resolvido pelo grupo 4, contendo suas anotações sobre a coleta de dados, respostas dos questionamentos e cálculos paralelos para obter o período correto (ou aproximado) para a terceira função (cossenoide).

Figura 50 - Página com rascunho e solução do problema 4 da oficina 4 do grupo 4.

## Atividade 4

Construa o programa necessário para que o drone siga os 3 trajetos apresentados na figura. Os percursos 1 e 2 devem ser executados perto do solo, desviando os obstáculos (círculos vermelhos). No percurso 3 o drone deve passar por dentro do aro suspenso, podendo usar deslocamentos adicionais para ajustar a altura no início do primeiro trajeto e antes do segundo conjunto de movimentos. As dimensões e medidas adicionais para os cálculos devem ser coletadas pelo grupo diretamente na área reservada para os drones, utilizando as trenas disponíveis no laboratório.

Após isso determine os dados abaixo, informando a proporcionalidade utilizada para cada  $\pi$ :

Funções:  $f(x) = \sin(x)$ ,  $f(x) = 2\sin(x)$ ,  $f(x) = 2\cos(0,6x)$

Domínio: $[0, 3,60]$	Imagem: $[-1, 1]$	Domínio: $[0, 3,60]$	Imagem: $[-2, 2]$	Domínio: $[0, 6,30]$	Imagem: $[-2, 2]$
Período: $3,60$	Amplitude: $1$	Período: $3,60$	Amplitude: $2$	Período: $6,30$	Amplitude: $2$
Proporcionalidade utilizada: $\pi = 1,80$ cm		Proporcionalidade utilizada: $\pi = 1,80$ cm		Proporcionalidade utilizada: $\pi = 3,15$ cm	

**Atenção:**  
Para efeito de escrita das funções, o ponto de início de cada novo trajeto pelo drone representa a origem do plano  $(0,0,0)$  e o sinal obedece a regra da mão direita.

Fonte: Material utilizado pelos alunos durante a oficina 04.

A aprendizagem significativa depende do engajamento voluntário dos alunos em torno de uma atividade potencialmente significativa que os envolva de forma ativa, construtiva, intencional, autêntica e colaborativa. No lugar de simplesmente testar conhecimento inerte às instituições de ensino devem guiar os alunos no aprendizado de como organizar e resolver problemas, como entender novos fenômenos que lhes sejam apresentados e como construir modelos mentais representativos desses fenômenos, de maneira que consigam frente a uma nova situação, definir objetivos e promover o auto aprendizado (Howland et al., 2012).

O aluno GE03-M demonstrou grande engajamento durante as oficinas com os drones. Tanto ele quanto a aluna GE15-F no final das oficinas procuraram o professor pesquisador querendo realizar o TCC em algum estudo com uso de drones – os referidos alunos continuaram os estudos e realização do TCC sob orientação do pesquisador, contudo, não conseguiram viabilizar o TCC com uso de drones em decorrência da pandemia de Covid-19<sup>6</sup>, causada pelo Sars-Cov-2, e suas restrições de distanciamento social. A aluna estava, durante o momento da escrita deste trabalho, trabalhando na área de segurança biométrica com Arduino e o aluno desenvolvendo um projeto de otimização de cargas com Algoritmos Genéticos, trabalhos que foram passíveis de realização em casa, sem necessidade de instalações especiais ou de testes com grupos de alunos.

*Figura 51 - Aluno GE03-M (em pé ao centro) verificando o trabalho dos demais grupos e auxiliando-os na codificação dos problemas, enquanto seus colegas coletam dados no cenário do próximo problema.*



Fonte: Foto elaborada pelo autor.

Na figura seguinte (figura 51) o aluno GE03-M encontra-se em pé, no meio do laboratório, enquanto seus colegas coletavam as medidas do cenário para o próximo

---

<sup>6</sup> No dia 11 de março de 2020, em Genebra/Suíça, o diretor-geral da Organização Mundial da Saúde (OMS), Tedros Adhanom Ghebreyesus, anuncia que a Covid-19, doença causada pelo novo coronavírus, passa a ser caracterizada como uma pandemia, exigindo cuidados especiais mediante ações de governos, órgãos de saúde e população (<https://www.paho.org/pt/brasil>).



problema. Nesse intervalo ele aproveita para ver o andamento dos demais grupos e auxiliar os colegas com dúvidas, principalmente na parte de programação.

Durante as oficinas foram comuns as abordagens de alunos aos professores, questionando se haveria uso de drones em outras oportunidades ou outras disciplinas. Foram constantes comentários como:

...

**(GE05-M)** *“Ó professor...”* (se dirigindo ao professor de Matemática) *“Pela primeira vez na vida estou gostando da aula de matemática. Fiz todos os exercícios.”*

...

**(GE13-F)** *“O IF podia adotar isso para vários conteúdos. É divertido. Só é um pouco chato ter que programar.”*

...

**(GE07-M)** *“Muito da hora esses drones. Vi que tem uma camerazinha na frente e outra por baixo. Daria para usar também nas aulas de biologia, tipo quando a gente vai recolher lixo no Panelão. Para fazer filmagem e fotos.”* (O “Panelão” é um riacho dentro das terras do Instituto, onde seguidamente professores e alunos fazem passeios ecológicos e realizam ações ambientais).

...

**(GE15-F)** *“Eu gostei dessas coisas agora!”* (Se referindo ao conteúdo de matemática).

...

Com o encerramento das oficinas para o GE, foi agendado o dia e horário para realização da entrevista, a qual tem o seu detalhamento descrito a seguir.

### 5.5.3 Relato e análise da entrevista

A entrevista procurou seguir um roteiro com perguntas abertas (entrevista semiestruturada) e foi realizada de forma coletiva com os alunos do GE no miniauditório do prédio de Informática, fora do horário regular das aulas. Assim, ocorreu na manhã do dia 29/11/2019, ocupando duas aulas livres dos alunos, no dia seguinte à realização do pós-teste.

Inicialmente, o pesquisador agradeceu a presença e colaboração espontânea dos alunos, repassando as informações necessárias à condução dos trabalhos. Do total de 15 alunos do GE três não compareceram à entrevista, contudo, isso não foi considerado um problema, visto que a representatividade atingia 80% dos participantes.

O roteiro dividia a entrevista em dois blocos: um versando sobre a metodologia adotada nas oficinas e outro sobre a plataforma tecnológica utilizada. A seguir é realizada

uma análise sobre as respostas aos questionamentos da entrevista (apêndice C) em cada um desses blocos, bem como os desdobramentos que surgiram.

### 5.5.3.1 *Bloco 1 da entrevista: Sobre a metodologia adotada*

**Questão 1:** Vocês compreenderam todas as atividades propostas nas oficinas?

A maioria respondeu o questionamento com um “sim” ou um firme aceno positivo com a cabeça. A pergunta foi seguida pelo seguinte diálogo entre alunos e pesquisador:

...

**(GE03-M)** *“Nós acompanhamos mais fácil.”*

**(Pesquisador)** *“Como assim? O que vocês acharam mais fácil?”*

**(GE03-M)** *“Aprender daquele jeito... com os drones. Com certeza.”*

**(GE09-M)** *“É tipo trabalho policial... porque a gente ia medir e tudo. Tinha que pegar todos os dados no cenário.”*

**(GE04-F)** *“É.”*

**(GE03-M)** *“E depois desenvolver.”*

**(GE10-F)** *“Pra depois entender o conteúdo de matemática.”*

**(Pesquisador)** *“E como isso facilitou? A impressão pelas respostas é de que deu mais trabalho.”*

**(GE14-F)** *“É. Mais trabalhoso, mas mais legal. Mais dinâmico. Como a gente ainda não teve o conteúdo, daí a gente começou a ver as funções e a gente viu de uma forma mais real... não ficou só no papel.”*

**(GE05-M)** *“Deu uma clareada assim...”*

**(GE12-F)** *“No início achei difícil. Mas agora não confundo mais centímetros com polegadas.” (Complementa rindo).*

...

Nesse momento o GE03-M continua a conversa, mas levantando outra questão importante:

...

**(GE03-M)** *“Matemática tem bastante cálculo e tudo. Só que pra que serve isso aí?”*

**(GE09-M)** *“ENEM.”*

**(vários)** *“É... ENEM.”*

**(GE03-M)** *“Pois é. E com os drones deu outra cara pra coisa. Ficou interessante. Eu consegui associar com coisas que não levava em conta antes. Tipo a interpretação dos movimentos que podem virar uma fórmula. Aí dá pra entender como nos games os movimentos parecem reais, porque fazem isso. Usam fórmulas que imitam essa realidade. Vejo isso no Fifa quando chuta a bola, no GTA com o carro se movendo, tudo... Muito legal.”* (Os colegas concordaram de forma unânime. Alguns deram mais exemplos semelhantes.).

...

Pelo que o pesquisador pôde observar, os alunos, no caso de aulas no modelo tradicional, não conseguiam associar uma aplicação prática aos conteúdos. O objetivo das oficinas era reforçar a compreensão na construção e interpretação de funções e, ao que tudo indica, esse objetivo foi alcançado, com os alunos (ou ao menos a maioria deles) conseguindo visualizar uma senoide e uma cossenoide de forma mais concreta, na vida real e com uma aplicação que não fosse unicamente conseguir uma boa nota em um exame necessário para ingresso em um curso superior.

O diálogo anterior mostra como, apesar de uma resistência inicial como a descrita por GE12-F, o desafio de ter que coletar dados no cenário e interpretar corretamente de maneira a conseguir resolver os problemas propostos, colaborou para tornar todo o processo mais interessante, com os alunos tendo que resolver problemas de forma interdisciplinar e colaborativa.

Em termos de aprendizado significativo, constata-se evidências como a claramente apresentada na última fala do aluno GE03-M, conseguindo associar o que aprendeu com outros contextos. Esse aluno, em especial, demonstrou grande habilidade para transmissão do conhecimento adquirido nas oficinas, mostrando que conseguiu internalizar conceitos, ancorar subsunçores e repassar esse conhecimento de forma substantiva e não arbitrária conforme Ausubel (2000). De forma semelhante, isso foi observado também na aluna GE06-F no decorrer das oficinas, bem como em outros participantes – de forma menos evidente provavelmente por serem mais introvertidos.

Segundo a classificação de Shuell (1990), observa-se que, provavelmente, o aluno GE03-M encontra-se dentro da fase terminal da aprendizagem significativa com relação ao conteúdo abordado nas oficinas. Suas estruturas e esquemas de conhecimento tornam-se mais integrados e autônomos e seu desempenho apresenta-se mais inconsciente e sem esforço, com as estruturas de conhecimento relevantes controlando o comportamento mais diretamente.

Figura 52 - Entrevista: Compreendeu as atividades propostas nas oficinas?



Fonte: elaborado pelo autor.

Após a conversa sobre o questionamento, o pesquisador realizou uma rápida enquete, solicitando que os alunos levantassem a mão primeiro caso tivessem compreendido todos os problemas, depois caso tivessem compreendido parcialmente e, por fim, caso não tivessem compreendido. Isso serviu para que o pesquisador tivesse uma noção mais completa da opinião dos 12 participantes da entrevista, refletida no gráfico a seguir (figura 52), viabilizando a inclusão da opinião de alguns alunos que não haviam se animado a falar no momento, ou que concordaram o discordaram apenas gestualmente.

Como é possível observar no gráfico (figura 52), 75% dos alunos não encontraram problemas na interpretação dos enunciados, com 25% do grupo tendo algum grau de dificuldade. Contudo, como pode ser verificado no questionamento seguinte, os enunciados não entraram no rol das dificuldades para resolução dos problemas.

Ao serem questionados sobre esse fato, os alunos que afirmaram ter dificuldade ou não compreender os enunciados assumiram ter “preguiça”, não ter paciência para leituras mais extensas.

A aluna que afirmou não ter compreendido as atividades, disse não ter lido os enunciados na íntegra, deixando isso para os colegas – essa constatação foi pós-entrevista, durante o lanche proporcionado aos participantes, em conversa informal com esses alunos – momento que o pesquisador achava bastante produtivo, pois estavam mais descontraídos.

Essa estratégia foi utilizada diversas vezes durante o estudo, pois auxiliava na coleta de informações que, durante as atividades, eram mais difíceis de extrair dos alunos – talvez em decorrência das gravações, o que poderia inibir alguns alunos de apresentar suas opiniões de forma mais sincera.

**Questão 2:** Quais as maiores dificuldades enfrentadas (enunciados, sequência de atividades, metodologia, outras)?

Seguem trechos relevantes das respostas dos alunos para esse questionamento:

...

**(GE06-F)** *“No início eu não dava conta de tudo. A gente queria fazer, mas as vezes o pessoal começava a conversar de outras coisas e não ajudava.”*

**(Pesquisador)** *“Achas que teve falta de engajamento dos colegas? Falta de interesse?”*  
(GE06-F apertou os lábios e deu de ombros ao questionamento, não querendo responder).

...

Para GE06-F, o maior problema foi a falta de engajamento de colegas do grupo, o que foi respaldado pelo comentário do colega GE03-M, que afirmou ter observado tal situação. O pesquisador observou isso com maior evidência no decorrer da oficina 3, notando o desentendimento entre os componentes do grupo 1, que culminou com a mudança de grupo da GE06\_F na oficina 4. Com essa troca, aparentemente por disputa de liderança, a GE10-F assumiu o comando no grupo 1 e ficou mais participativa, enquanto a GE06-F passou para o grupo 4, onde se encaixou bem e progrediu nos trabalhos.

A troca de grupo da GE06-F implicou na saída do aluno GE01-M para o grupo 2. Como no início da oficina 4 o GE01-M ainda não havia chegado, GE06-F solicitou aos integrantes do grupo 4 se podia ficar com eles, o que permitiram, acreditando que o colega não compareceria. GE01-M acabou chegando com uns 20 minutos de atraso nesse dia e não teve problemas em se acomodar com os colegas do grupo 2.

Essa simples reacomodação entre os grupos surtiu um efeito positivo imediato nas atividades da oficina 4, com os trabalhos fluindo de forma mais conjunta e tranquila. Em comparação com a oficina anterior, o pesquisador não observou casos de disputas internas nos grupos ou de evidente falta de colaboração entre os colegas.

...

**(GE15-F)** *“Acho que a maior dificuldade foi medir as coisas aí. Pegar a distância certa.”*

**(Pesquisador)** *“Vocês nunca haviam trabalhado com trenas, né?”* (Vários alunos confirmaram) *“Vi que vários se perderam nos sistemas de medidas.”*

**(GE12-F)** *“Já sabia das polegadas, mas nunca tinha utilizado. Assim como o 3D.”*

**(GE13-F)** *“É. Tipo, usar o Z só fez confundir (riu)... não dá pra ir pra um lado, tem que ser pro outro...”*

**(GE03-M)** *“No nosso grupo a gente dividiu tarefas. Isso facilitou. Mas vi que outros grupos não seguiram isso direito.”*

**(GE06-F)** *“Sim. O maior problema foi trabalhar em grupo.”*

...

Vários alunos, à exemplo de GE15-F, concordaram que a maior dificuldade foi a coleta de dados nos cenários. Coletar as medidas de forma correta para conseguir resolver os problemas foi ao mesmo tempo divertido e desafiador, com os alunos confundindo as unidades de medida e o sentido dos eixos 3D. Mas todos concordaram que isso auxiliou a fixar os conceitos, não encontrando dificuldades tão marcantes na última oficina – alguns confirmam que ainda teriam problemas em coletar as medidas, mas seriam mais dificuldades lógicas na interpretação do enunciado do problema, não com relação ao sistema de medida nem ao sistema 3D.

Apenas uma aluna mencionou o ato de ter que programar como a maior dificuldade, sendo inibida pelos colegas como pode ser observado a seguir.

...

**(GE04-F)** *“E programar.”*

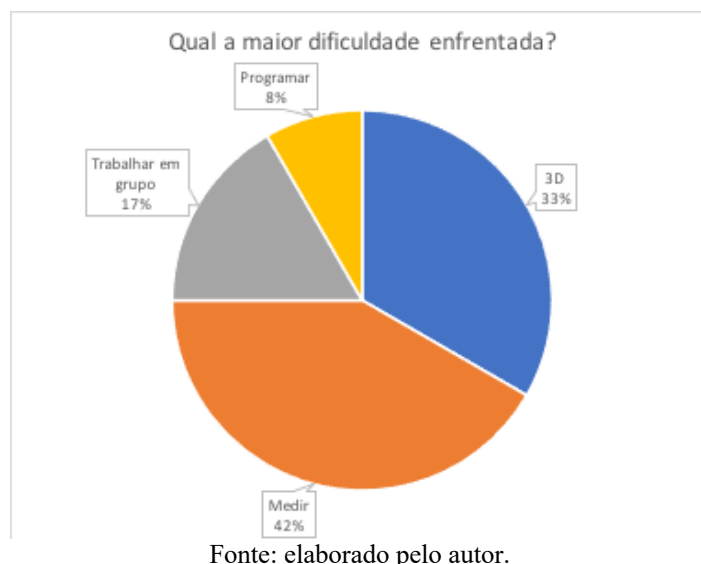
**(GE03-M)** *“Não... eram a coisa mais simples os programas. Curtos e poucas estruturas.”*

**(GE07-M)** *“Sim. Dava pra fazer quase tudo sequencial, sem laços.”*

...

Tal como no primeiro questionamento, o pesquisador efetuou uma breve enquete, direcionando as respostas às dificuldades apontadas pelos alunos, pedindo que cada um selecionasse apenas uma das dificuldades (a que achasse mais relevante), visando também oportunizar um momento não verbalizado àqueles que partilham o sentimento da aluna GE04-F e possam ter se constrangido com a reação dos colegas. O gráfico a seguir (figura 53) apresenta o resultado do levantamento.

Figura 53 - Entrevista: Qual a maior dificuldade encontrada nas atividades?



### Questão 3: O que vocês aprenderam com este projeto?

O questionamento gerou, entre outras semelhantes, as seguintes colocações por parte dos alunos:

...

**(GE15-F)** “O 3D.” (Comentário respaldado por vários colegas).

...

**(GE03-M)** “O conteúdo ficou mais fácil. Vocês deviam ensinar assim agora.” (Comentário respaldado por vários colegas).

...

**(GE07-M)** “No primeiro a teste a gente não sabia nada.” (se referindo ao pré-teste).

...

**(GE15-F)** “O legal é que a gente conseguia associar o que estava tendo em aula (se referindo às oficinas) com o conteúdo de outras disciplinas. Não só as funções. Eu consegui me achar até em Educação Física. Antes não tinha muita noção de distâncias e agora já me acho.” (rindo).

...

Os alunos afirmaram (todos os que se manifestaram) que sentiram maior facilidade e prazer em compreender o conteúdo, e que esse tipo de ensino poderia ser replicado para outros conteúdos além da Matemática. O pesquisador sondou os alunos para esclarecer mais a fala do aluno GE03-M sobre mudanças na forma de ensino, e observou que não se referiam unicamente ao uso de drones, e sim de diferentes metodologias e tecnologias.

Os alunos apontaram que poderiam utilizar mais o Arduino, como já havia sido feito em algumas disciplinas, robótica com drones ou outros tipos de robôs e aulas de

campo (mais visitas técnicas, e aulas fora do ambiente escolar tradicional). Ressaltaram também que a forma de aprender resolvendo problemas como os das oficinas foi bem instigante e desafiadora e que o fato de trabalhar em um laboratório diferente do padrão dos laboratórios normais de informática, fez eles se sentirem em uma instituição grande, como costumam ver em vídeos de divulgação de universidades, o que os fez ter orgulho da instituição.

Ficou evidente em diversos comentários, com destaque para o da aluna GE15-F, a positividade de um ensino com metodologias ativas e robótica educativa, com características multidisciplinares, pois o aprendizado acabou impactando até mesmo em disciplinas que não se imaginava, como é o caso de Educação Física.

*Figura 54 - Entrevista: as atividades com drones facilitaram o aprendizado?*



Fonte: elaborado pelo autor.

A enquete no final das respostas dos alunos consolidou o gráfico da figura 54. Novamente, ao conversar durante o lanche de encerramento da entrevista com dois dos alunos que responderam “não” ou “parcialmente” foram obtidos indícios de não gostar de programar e ter dificuldades para trabalhar em grupo.

**Questão 4:** Acreditam que conseguem aplicar o conhecimento adquirido em outros contextos? Como?

Aparentemente a opinião dos alunos ficou mais dividida ante esse questionamento. A maioria pareceu ter respondido afirmativamente, mas uma boa parcela discordou. Entre os poucos comentários relevantes podem ser destacados os dois seguintes, que foram respaldados por comentários paralelos de colegas confirmando e complementando:



...

**(GE03-M)** “*Sim. Qualquer coisa em movimento pode ser transformada em uma função que represente esse movimento. Isso vale para Física, Astronomia...*”

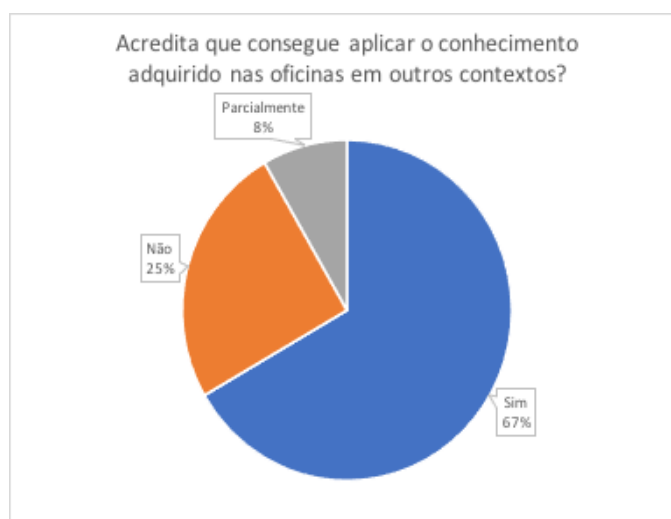
...

**(GE05-M)** “*Até uma bola picando. É uma senoide só do lado positivo. O valor absoluto.*”

...

A enquete no final das respostas auxiliou a verificar de forma mais concreta a opinião do grupo, como pode ser observado na figura 55.

Figura 55 - Entrevista: Aplicação do conhecimento adquirido em outros contextos?



Fonte: elaborado pelo autor.

Para Shuell (1990), como visto anteriormente, no estágio intermediário do aprendizado significativo, as formas mais significativas de aprendizado proposicional e processual têm predominância. O aluno alcança uma maior compreensão do conteúdo, conseguindo raciocinar com ele e aplicá-lo de forma não arbitrária em outros contextos.

Assim, com os resultados da entrevista contendo alguns itens na forma de uma autoavaliação dos alunos, surgem esporadicamente indícios de alunos que se enquadram em diferentes estágios da classificação da aprendizagem significativa proposta por Shuell (1990), o que vem a ser respaldado por outros dados coletados nas oficinas e nos testes aplicados.

**Questão 5:** Vocês se sentiram mais ou menos motivados para participar das aulas?

Os alunos que verbalizaram sua opinião a esse questionamento o fizeram de forma bastante efusiva, empolgada:

...

(GE15-F) *“Com certeza mais.”*

...

(GE14-F) *“Se fosse sempre assim seria muito bom. Mas não em grupo.”*

...

(GE12-F) *“É mais legal. É diferente.”*

...

(GE09-M) *“A aula é mais movimentada. Não fica só sentado resolvendo no caderno. Uma hora tá programando, outra tá medindo para entender o que fazer, outra tá testando no drone.”*

...

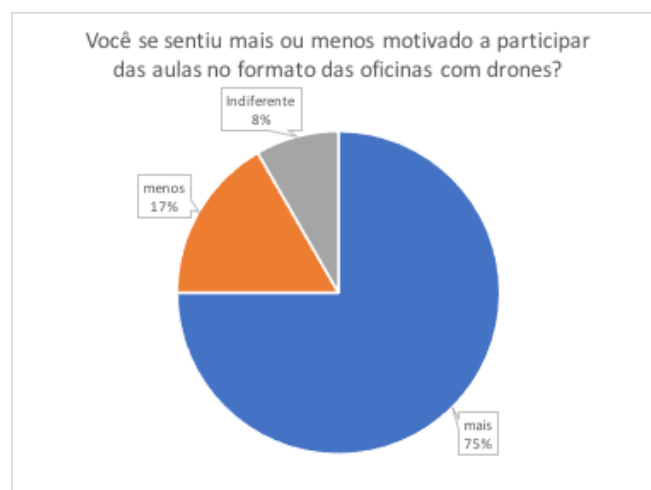
(GE06-F) *“Poder trocar ideias com os colegas é bem bom. Tem aulas que são muito engessadas. Sei lá.”*

...

Segundo Malec (2001) é comum o entusiasmo dos alunos com a robótica educativa, entretanto, o entusiasmo não basta. Comprovar a utilidade dos robôs no contexto educacional é uma tarefa difícil. Necessita a obtenção de dados concretos que permitam apoiar a tese de que um determinado conteúdo, com um determinado objetivo educacional, realmente se beneficia do uso de robótica educativa.

Mesmo com a verbalização vibrante de grande parte dos alunos, alguns manifestaram (na enquete final) mostraram que provavelmente teriam algumas ressalvas ao formato adotado (ver figura 56).

Figura 56 - Entrevista: *Você se sentiu mais ou menos motivado a participar das aulas neste formato?*



Fonte: elaborado pelo autor.

Ao efetuar o levantamento da enquete, o pesquisador constatou que esses alunos menos motivados eram os mesmos que tinham ressalvas ao trabalho em grupo e ao uso de programação nas enquetes anteriores.

**Questão 6:** Você acha que deu o seu melhor para desenvolver este trabalho?

Vários acenaram com a cabeça positivamente, mas uma boa parte insinuou que não, com gestos e expressões da face. Foram poucas as verbalizações, como as que seguem:

...

**(GE03-M)** “*Sim. O empenho foi legal.*”.

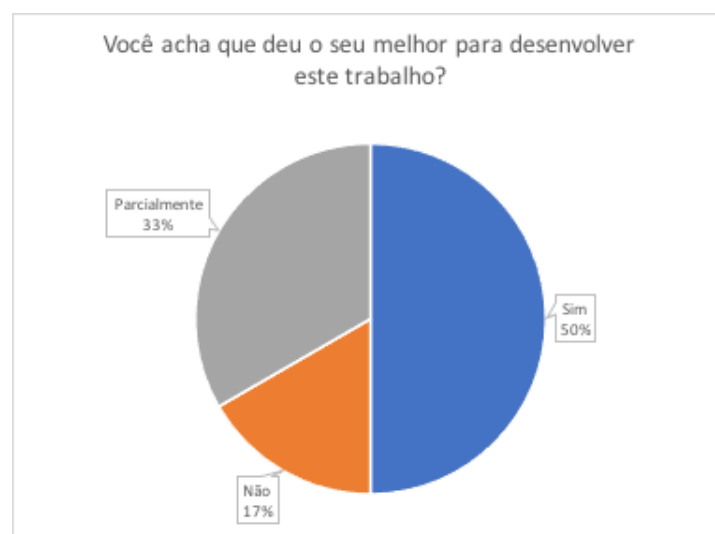
...

**(GE13-F)** “*Acho que a gente se interessou bastante, mas teve vezes que a gente podia ter... tipo... esperado um pouco... ao invés de vamos lanchar, vamos lanchar. Espera um pouco, vamos terminar isto aqui, depois a gente lancha. Ninguém tá morrendo. Só que era um ou dois que faziam isso... o resto não.*”.

...

O gráfico (figura 57) mostra o resultado da enquete ao questionamento. É possível verificar que o sentimento de engajamento, necessário para o aprendizado significativo (Ausubel, 2000), ao menos no entender dos próprios alunos, não foi como deveria ter sido para um melhor aproveitamento das oficinas.

Figura 57 - Entrevista: Você acha que deu o seu melhor para desenvolver este trabalho?



Fonte: elaborado pelo autor.

Caberia aqui um aprofundamento para verificar os motivos desse sentimento dos alunos, de maneira a identificar fatores que pudessem ser trabalhados para melhorar esse

engajamento. Ao questionar os alunos, eles mesmos não souberam identificar a origem desse sentimento, podendo ser indisposição em determinados períodos, cansaço, ou diversos outros fatores.

**Questão 7:** Vocês gostam de trabalhar em grupo? Por quê?

Nesse momento a conversa simultânea foi tanta que não foi possível para o pesquisador para captar tudo. Foi então solicitado que, os que desejassem, se manifestassem individualmente, o que gerou a seguinte conversa:

...

**(GE15-F)** *“Em grupo eu vejo mais resultados. Cada um ajuda naquilo que sabe mais, e os outros aprendem junto.”.*

**(GE03-M)** *“Em grupo, só trabalhos como esse das oficinas. Os de aula normal, não gosto. É faz de conta.”.*

**(GE15-F)** *“É... isso é verdade.”.*

**(GE10-F)** *“Sim. Os trabalhos de pesquisa para apresentar em aula, são um saco. Cada um faz um pedaço e apresenta um pedaço. No final, só aprende, SE aprende, um pedaço do conteúdo.”.*

**(GE09-M)** *“Outra: uns professores sorteiam os grupos. Isso é ruim, pois as vezes a pessoa mora longe, outra cidade. Aí fica difícil mesmo. E, tipo assim, às vezes tu cai num grupo com gente ‘mala’. Isso já desanima na hora.”.*

**(GE13-F)** *“Ou dependendo da disciplina... se é programação e se juntam só as panelinhas que sabem programar bem, o resto se lasca. Pode saber modelar bem, fazer os UML, mas aí não tem um no grupo que saiba programar bem.”.*

**(GE06-F)** *“Isso foi bom nas oficinas. Cada um escolheu seu grupo, mas dava pra tirar dúvidas com os demais. Aí não deu tanto problema em grupos que não eram bons de programação. A gente não ficou pra trás dos outros. Fizemos tudo tirando dúvidas com os professores e com colegas. Acho que foi bem legal. Deveria ser tudo assim os trabalhos em grupo. Deixa todo mundo se ajudar, e depois na apresentação já tem que saber pra não ir mal.”.*

...

De forma geral, foi visível a concordância dos demais alunos com as colocações realizadas pelos colegas. Os posicionamentos dos alunos foram bastante críticos em relação às metodologias tradicionalmente utilizadas pelos professores para trabalhos em grupo (figura 58).

Figura 58 - Entrevista: Você gosta de trabalhar em grupo?



Fonte: elaborado pelo autor.

Para o pesquisador o oitavo questionamento da entrevista versando sobre “de que forma trabalhar em grupo contribuiu/atrapalhou o andamento das atividades” ficou subentendido nos questionamentos anteriores. Assim, essa questão foi ignorada e passou então às questões finais do primeiro bloco da entrevista, que versavam ainda sobre o mesmo eixo (trabalho em grupo e colaboração), os resultados foram compilados conforme segue.

Questionados sobre se os colegas de grupo foram solícitos e participativos (questão 9) houve praticamente um consenso de “sim” e “parcialmente” (figura 59), com somente uma aluna discordando (a aluna GE06-F) pelo fato de ter encontrado problemas de relacionamento no grupo inicial, sanados ao migrar de grupo na última oficina.

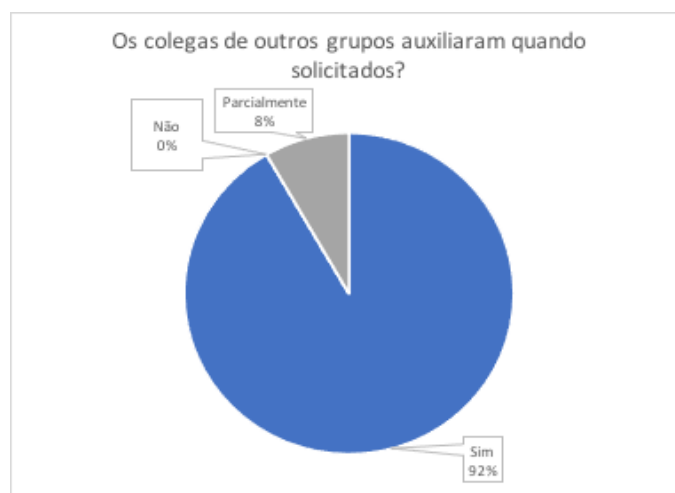
Figura 59 - Entrevista: Os colegas de grupo foram solícitos e participativos?



Fonte: elaborado pelo autor.

O pesquisador aproveitou o contexto da questão 9 para adicionar um questionamento com as mesmas características, mas buscando abranger a colaboração intergrupos, onde foi praticamente unânime a percepção positiva da colaboração de colegas externos ao grupo, que serviram como uma espécie de consultores em determinados temas para os quais o grupo apresentava alguma carência – seja na interpretação dos enunciados, no entendimento do problema/cenário, em programação ou na parte de interpretação de funções trigonométricas (figura 60).

Figura 60 - Entrevista: Os colegas de outros grupos foram colaborativos?



Fonte: elaborado pelo autor.

Na questão 10, os alunos foram indagados sobre se as tarefas teriam sido divididas conforme as preferências de cada um, tentando verificar se houve uma divisão de tarefas com base nas habilidades e conhecimentos de cada integrante. Houve unanimidade da turma em relação a isso, novamente com posicionamento negativo de GE06-F sobre o seu grupo inicial, mas concordando que o problema foi posteriormente sanado.

Finalmente, na última pergunta do primeiro bloco (questão 11), o questionamento sobre a importância de saber trabalhar em grupo/equipe obteve poucas respostas verbalizadas de forma mais complexa. A maioria se limitou a um simples “facilita” ou “mercado de trabalho”, com exceção da aluna GE10-F que estendeu um pouco mais seu raciocínio, conforme segue.

...

**(GE10-F)** *“Porque lá fora, tudo que a gente vai fazer vai ser em grupo. Até em escritório de advocacia você trabalha em várias pessoas. Um cirurgião também. Um contador, um programador de uma empresa grande... praticamente tudo.”*

...

A enquete final pediu para considerarem somente o fator que eles acreditassem ser mais relevante, o que culminou com o levantamento observável na figura 61. Nota-se que a grande maioria acha importante saber trabalhar em conjunto com outras pessoas, pois é algo que, invariavelmente, vai ser necessário para a maioria quando estiverem no mercado de trabalho. Uma parcela menor concorda que é útil para a futura atuação profissional, mas acredita que é mais importante para auxiliar no aprendizado com compartilhamento de conhecimentos.

*Figura 61 - Entrevista: Na sua opinião qual a importância de saber trabalhar em grupo?*



Fonte: elaborado pelo autor.

Somente uma aluna que manifestou descontentamento com trabalho em grupo desde o início das oficinas disse não ver nenhuma importância nessa metodologia de trabalho – provavelmente apenas para manter sua opinião inicial perante os colegas, pois nem ao menos tentou justificar ou argumentar sobre seu posicionamento.

O segundo bloco de questionamentos era mais reduzido, sendo realizado sem interrupção para o lanche, pois os alunos preferiram deixar o lanche para o final da entrevista.

### **5.5.3.2 Bloco 2 da entrevista: Sobre a tecnologia utilizada**

**Questão 1:** Vocês já tinham utilizado drones alguma vez?

Todos, sem exceção responderam que não. Nunca haviam trabalhado com um drone (aéreo), nem mesmo de brinquedo.

**Questão 2:** O que acharam dessa ferramenta?

Novamente, houve unanimidade, com alguns comentários semelhantes ao trecho de diálogo a seguir.

...

**(GE03-M)** *“Foi top. Podia ter mais cursos no ano que vem. Mais avançado.”.*

**(GE09-M)** *“Sim, tipo com Python.”.*

**(GE06-F)** *“Eu gostei muito.”.*

**(GE10-F)** *“Foi bem legal.”.*

**(GE04-F)** *“Com certeza mais legal que uma aula normal.”.*

...

A aluna GE04, que vinha mostrando um posicionamento negativo, parece ter aproveitado o breve intervalo durante a troca para o segundo bloco da entrevista para uma mudança de atitude, mostrando desta vez uma visão mais positiva e concordando com a turma.

**Questão 3:** Foi fácil ou difícil a programação desses equipamentos?

Todos os 12 participantes acharam mais fácil do que o esperado. Acreditavam que era bem mais complexo. Sabem que ao partir para uma linguagem de mais baixo nível deve aumentar a complexidade de programação, aumentando também a gama de possibilidades de utilização dos drones, mas acharam acertado iniciar com o *Scratch*.

**Questão 4:** Quais as dificuldades que vocês perceberam quanto à utilização desse recurso?

A maioria afirmou não ter tido grandes dificuldades com relação à utilização dos drones. Algumas poucas colocações sobre dificuldades não se referiam aos drones em si, mas sim à parte dos cálculos e interpretação das funções matemáticas. Outros, no entanto, detectaram dificuldades no preenchimento dos parâmetros de movimento dos drones, que dependiam de ter coletado corretamente as medidas do cenário, compreendido o problema e entendido o sistema de coordenadas 3D. Segue um apanhado dos diálogos.

...

**(GE12-F)** *“Acho que nenhuma... Não. As medidas!”.*



(GE03-M) “Nada.”.

(GE04-F) “Calcular os parâmetros para as curvas do drone.”.

(GE06-F) “Os cálculos do cenário.”.

(GE09-M) “Nada. Talvez os eixos 3D do drone.”.

(GE10-F) “Entender as curvas. Para colocar no programa.”.

(GE11-F) “A pior parte era preencher as funções. Mas só no início. Depois que entendi vi que era fácil. Porque a gente fazia os movimentos com o drone de boa, e na hora de interpretar e colocar a função, no começo, foi difícil.”.

(GE13-F) “A parte de matemática foi mais difícil na primeira oficina. Depois ficou fácil de entender.”.

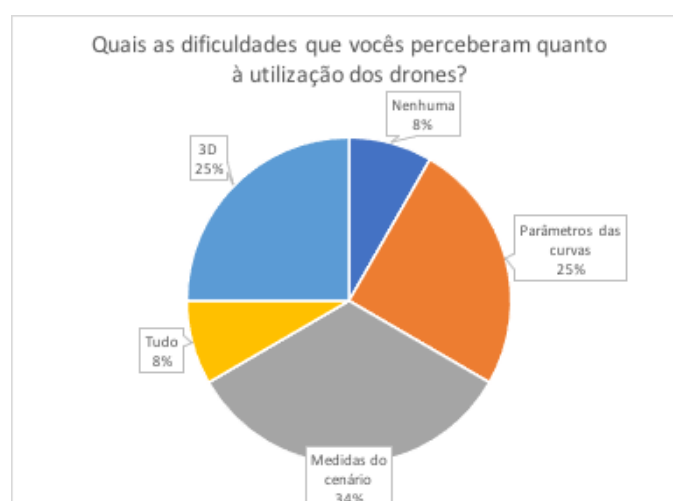
(GE14-F) “Eu me perdia para calcular as coisas com base nas outras. Tipo o perímetro. Mas depois que vi que era só substituir o PI pela medida lá do cenário na fórmula, foi barbada.”.

(GE15-F) “Medir as coisas lá, colocar no papel e conseguir fazer dar certo.”.

...

Para essa questão, o pesquisador julgou necessário retomar as enquetes após a definição das respostas básicas de todos. Assim, solicitou que levantassem a mão os que se encaixassem em cada um dos elementos indicados e, caso necessário, indicassem mais algum para acrescentar. Para isso, os alunos se ativeram aos problemas com os drones e não aos de matemática. Como resultado foi obtido o gráfico da figura 62.

Figura 62 - Entrevista: Dificuldades na utilização dos drones para resolver os problemas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Durante a conversa, ficou claro para o pesquisador que um dos principais problemas era o conceito do sistema de coordenadas 3D, que os alunos demoraram um pouco para

assimilar, mas segundo as observações realizadas a grande maioria conseguiu internalizar e formar subsunçores de maneira substantiva e não arbitrária, conseguindo extrapolar o que aprenderam para outros contextos sem maiores dificuldades, indicando um possível aprendizado que oscilava entre as fases intermediária e terminal da aprendizagem, com possíveis sobreposições, conforme classificação de Shuell (1990).

A outra dificuldade assinalada pelos alunos foi a dificuldade em compreender a função *Curve XYZ* do *Scratch* para definir a trajetória em curvas realizadas pelo drone. Esse conceito está fortemente atrelado à compreensão do sistema 3D e à capacidade de interpretar o problema e as dimensões corretas dentro do cenário proposto. Essa função, segundo observado, não foi plenamente internalizada por todos, ficando restrita aos que se empenharam mais diretamente na parte de programação.

Por fim, a dificuldade em coletar as medidas dos cenários propostos ficou bastante evidente durante as oficinas, mas na última oficina as dificuldades a respeito da coleta de dados para o problema foram muito reduzidas em comparação à oficina anterior. Conforme observação e conversas dos próprios alunos com o pesquisador durante as oficinas, houve um bom avanço nessa compreensão, na qual, na maioria dos casos, o grupo inteiro se envolvia de forma bastante dinâmica e produtiva, incluindo relatos de alunos que chegaram a verificar que isso auxiliou na compreensão de situações em que estavam envolvidos em outros contextos, fora das oficinas – sinalizando internalização dos conceitos e possível aprendizado significativo.

**Questão 5:** Vocês gostaram das oficinas com utilização dessa tecnologia (plataforma de drones)?

A conversa na questão se estendeu e acabou invadindo conteúdo de questões seguintes, que foram consideradas respondidas nesta etapa. Assim, os alunos não apenas falaram sobre sua satisfação em trabalhar com a plataforma baseada em drones (o que foi uma positiva unanimidade) como não conseguiram identificar o que menos gostaram.

De forma geral, encontraram dificuldades em compreender alguns conceitos necessários para o sistema de coordenadas 3D e para coletar dados dos cenários, mas segundo eles, não significa que não foi uma tarefa divertida – apenas difícil.

Sobre o que mais gostaram, surgiram comentários basicamente na seguinte linha de raciocínio:

...

**(GE05-M)** *“Quando o drone levantava e fazia exatamente o que a gente havia colocado pra ele fazer no programa.”*

...

**(GE15-F)** *“Quando a gente conseguia fazer ele passar por tudo certinho sem bater.”*

...

O que mostrava a satisfação de conseguir fazer o drone superar os obstáculos propostos e atingir o objetivo do problema com sucesso.

Na sequência, aproveitando a animação da turma e o direcionamento que se deu na conversa sobre uso de tecnologias robóticas em sala de aula, o pesquisador indagou:

...

**(Pesquisador)** *“Não trabalharam com robótica em alguma disciplina do curso até agora?”*

...

Esse questionamento à turma se deve ao fato sabido pelo pesquisador de que alguns professores do curso utilizam robótica, em geral com Arduino, como suporte ao ensino e, pelas conversas dos alunos, até o momento isso não havia ocorrido com a turma deles.

Todos confirmaram que até o momento não haviam trabalhado dessa forma, entretanto, o aluno GE03-M apontou para uma iniciativa, que gerou o seguinte diálogo:

...

**(GE03-M)** *“Um pouco de Arduino, mas pouca coisa, na aula de algoritmos.”*

**(GE14-F)** *“A GE13-F eu sei que trabalhou. E o GE07-M e a GE06-F. Pra feira de ciências.”*

**(Pesquisador)** *“Qual projeto?”*

**(GE07-M)** *“O da mão mecânica. Como motorzinhos e Arduino.”*

**(Pesquisador)** *“Que acham de uso de robótica em outras disciplinas? A gente trabalhou com matemática...”*

**(GE06-F)** *“Matemática e Física dá pra utilizar em muita coisa...”*

**(GE09-M)** *“Nas aulas de Programação...”*

**(GE10-F)** *“Hardware.”*

**(GE15-F)** *“Em Biologia... pra ver o bioma de cima, e essas coisas. E em sociologia, pra... tipo o que a gente estava falando agora... discussão do que pode afetar no futuro, empregos, privacidade...”*

**(GE12-F)** *“Em geografia dá pra fazer mapeamento com imagens aéreas.”*

...

Essa última conversa foi bastante elucidativa para o pesquisador, pois verificou que os alunos estavam conseguindo verificar validamente contextos diferentes em que poderia ser utilizada a plataforma baseada em drones, dando ótimos exemplos e mostrando motivação para incentivar o uso do LEPEP ÍCARO, recém adaptado e instrumentalizado para trabalhar com drones, para uso em outras disciplinas do curso.

Isso inclusive com a possibilidade de uso dos drones em ambiente externo (desde que atendendo a legislação), o que não seria difícil pelas características da escola, situada em área rural, com amplo espaço incluindo riachos e trechos com mata, para sobrevoar com os pequenos drones e, posteriormente, com outros drones disponíveis no laboratório, com motores mais potentes e boa capacidade de carga – drones construídos pelo pesquisador em projetos de pesquisa anteriores e que se encontram subutilizados no LEPEP.

#### **Questão 6:** Quem pretende continuar na área de exatas/informática?

Para encerrar a entrevista, o pesquisador indagou os alunos sobre suas expectativas com relação à continuidade dos estudos, tentando verificar quantos deles pretendem trabalhar em áreas STEAM e quantos buscam outras áreas de formação.

...

**(GE03-M)** *“Eu, Computação. Fora. Se pudesse, até no exterior, mas...”*

**(GE09-M)** *“Eu engenharia aeroespacial. Tem em Santa Maria.”*

**(GE07-M)** *“Eu em engenharia da computação. É mais pro hardware. Eu gosto. Estou pensando em Porto Alegre. Tem na UFSM também.”*

**(GE06-F)** *“Eu não queria exatas. Queria alguma coisa tipo gastronomia. Em Joinville. Ou em São Borja. Tem na UNIVALLI também.”*

**(GE04-F)** *“Não faço nem ideia... (rindo). Só sei que nada ligado à Informática. Talvez Psicologia.”*

**(GE05-M)** *“Eu queria Engenharia de Software, mas depois de ter a disciplina vi que é chata pra caramba... (rindo). Aí pensei em Economia ou Matemática.”*

**(GE13-F)** *“Até o ano passado eu queria ser professora. Aí este ano eu estava entre Psicologia e Direito. Aí eu apresentei o trabalho da mão mecânica lá na URI e tinha a Associação de Biomecânica e me interessei bastante. Eu considero ainda esses três que falei antes, mas eu quero os quatro (a turma ri). É que não tem nenhum ainda do tipo ‘meu deus, eu quero fazer isso!’ entende?”*

**(GE15-F)** “*Psicologia... Engenharia da Computação já passou pela minha cabeça, e... Medicina. Se fosse fazer Medicina, seria pra ser legista. Que aí trabalho com morto, que não incomoda (A turma toda ri). Mas acho que poderia ser Engenharia da Computação, pois é a parte que mais gosto. O hardware.*”.

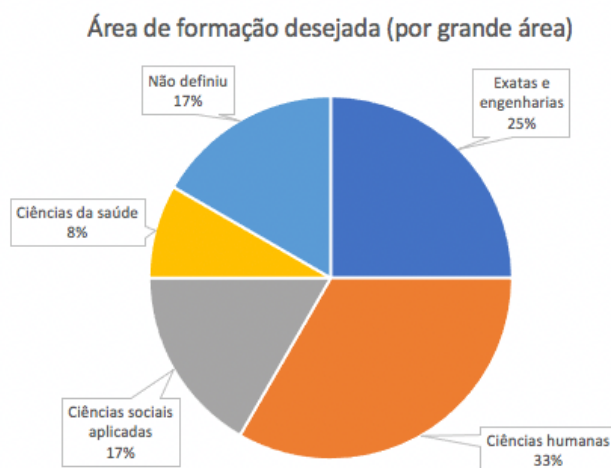
**(GE10-F)** “*Eu estava entre Psicologia ou Oceanologia, que é uma coisa que me interessasse muito.*”.

**(GE14-F)** “*Queria ser jogadora de Vôlei, mas agora vi que é algo muito distante. Então penso em Fisioterapia ou Odonto. Tem Fisio aqui na URI e em Passo Fundo Odonto.*”.

...

O gráfico a seguir (figura 63) apresenta a distribuição de cursos de preferência dos alunos da entrevista segundo a grande área. Os alunos cujas respostas não constam na transcrição da entrevista, são os que ainda não tem definida a área do curso que desejam realizar no futuro.

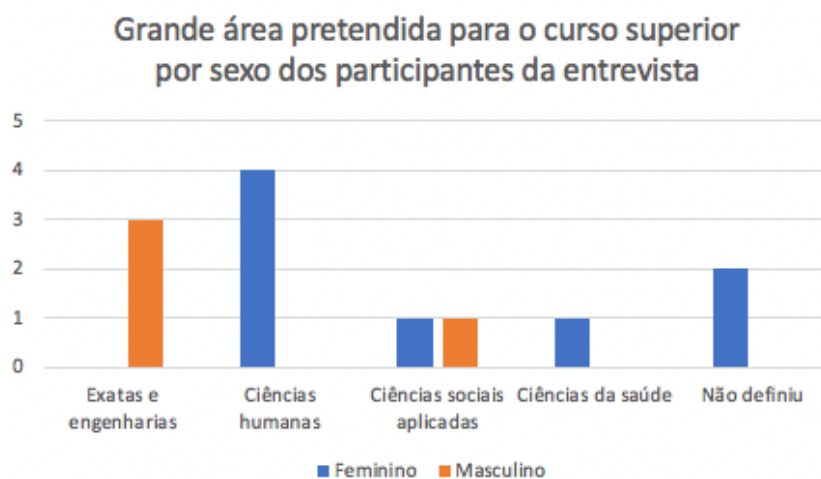
Figura 63 - Entrevista: área do curso de graduação desejado.



Fonte: elaborado pelo autor.

A título de aprofundamento, o pesquisador elaborou o gráfico seguinte (figura 64) para visualizar a escolha segundo o sexo do participante da oficina, o que resultou na preferência feminina por cursos na área de ciências humanas, ciências sociais aplicadas e ciências da saúde, com duas alunas sem ter ainda pensado na área desejada (mas verbalizaram que não seria de exatas). Por outro lado, a parcela masculina se direcionou para cursos de ciências exatas, ciências sociais aplicadas e engenharias.

Figura 64 - Entrevista: grande área do curso desejado pelos alunos participantes da entrevista segundo o sexo.



Fonte: elaborado pelo autor.

## 6 Resultados e discussão

Para análise complementar dos resultados e busca por uma resposta à questão proposta neste estudo, seguiu-se um processo de triangulação de metodologias, que se refere à utilização de diversas metodologias no mesmo estudo para coletar informações e poder tecer um comparativo entre os resultados, mediante a análise das diferenças e das coincidências. Assim, neste estudo deu-se seguimento à triangulação entre metodologias (qualitativa e quantitativa) sobre uma mesma unidade de análise. Tais métodos são complementares, e sua combinação permite ressaltar os pontos fortes e amenizar as limitações de cada um, cruzar dados e verificar se é possível chegar às mesmas conclusões (Gavira e Osuna, 2015).

Com a parte quantitativa representada pelo pré-teste e pelo pós-teste, foi possível identificar uma diferença significativa entre as médias obtidas no pós-teste pelos dois grupos participantes do estudo (GE e GC). Essa média apresentou-se favorável ao GE (ver quadro 5), e demonstra um crescimento das notas do GE em relação ao GC, uma vez que no pré-teste ambos se encontravam com médias semelhantes, sem diferença significativa segundo o Teste *t* de *Student*.

No pós-teste, esboçou-se a tentativa de verificar se haveria alguma diferença de aproveitamento entre sexos, uma vez que visualmente parecia existir alguma vantagem feminina sobre a masculina na aquisição de conhecimento com base no uso da plataforma de drones, contudo, segundo o Teste *t* de *Student*, não foi detectada uma alteração significativa na média final entre sexos que desse suporte a essa linha de pensamento.

Também na parte qualitativa (oficinas e entrevistas) não houve algo observável que chamasse a atenção para seguir o estudo nessa vertente comparativa, tendo os dois sexos participado de forma semelhante nos experimentos em termos de engajamento e aprendizado significativo. Contudo, analisando a distribuição de notas do pós-teste, ainda fica a indagação sobre a distribuição das notas por sexo, pois aparentemente, cabendo aqui mais testes e análises, 50% dos elementos do conjunto feminino aproveitaram melhor as oficinas com drones, com notas superiores a 8, do que os outros 50% do mesmo sexo; enquanto o conjunto masculino teve um aproveitamento mais uniforme, mas com apenas ~14% dos alunos com notas superiores a 8, como pode ser observado na tabela 4.

Com relação ao aprendizado significativo, ao utilizar a taxonomia de Bloom revisada (Anderson et al., 2001) na classificação das questões utilizadas nos testes (pré e

pós) nota-se uma maior possibilidade de aprendizado significativo no GE, uma vez que apresentam uma maior quantidade de acertos nas questões 4, 5 e 7 (tabela 8) que englobam níveis mais elevados na dimensão dos processos cognitivos e na dimensão do conhecimento dentro dessa taxonomia. O que corrobora com as análises qualitativas realizadas sobre as oficinas e sobre a entrevista, onde em diversas situações foram observados processos cognitivos mais elevados dos alunos que remetem à confirmação de aprendizagem significativa.

Por exemplo, durante as oficinas 3 e 4 é possível observar a internalização que os alunos efetuam sobre conceitos como amplitude, período, domínio e imagem, incorporando-os à sua estrutura cognitiva de forma natural, sendo esses termos cada vez mais utilizados para descrever os limites dos movimentos que devem ser executados pelos drones, o que é diretamente associado às funções trigonométricas em estudo. Tais termos passam a ser da linguagem natural dos alunos durante as oficinas, demonstrando um aprendizado substantivo e não arbitrário, não mecânico, e sim incorporado à sua linguagem de uma forma mais definitiva.

Já na entrevista, segundo a classificação de (Shuell, 1990), observa-se que, há alunos que se encontram dentro das fases intermediária e terminal da aprendizagem significativa com relação ao conteúdo abordado nas oficinas. Ou seja, suas estruturas e esquemas de conhecimento estão mais integrados e autônomos, representando seu conhecimento sem esforço, de forma natural.

Segundo (Ausubel, 2000), o aprendizado significativo efetivo depende muito do engajamento do aluno, o que pode explicar o desempenho não tão bom por parte de alguns dos alunos no pós-teste. Boa parte desses alunos que obtiveram um rendimento menor, não apresentaram o esperado engajamento durante as atividades das oficinas. Isso se evidenciou em situações como a da aluna GE14-F, que demonstrou desmotivação e baixo engajamento desde a primeira oficina, na qual afirmou que o desinteresse seria por já conhecer o *Scratch*, mas não demonstrou tal conhecimento na realização das atividades. Pelo contrário, teve grande dificuldade para programar em *Scratch*. Situação semelhante ocorreu com GE04-F, que demonstrou resistência no engajamento com os demais colegas de grupo.

Tanto GE14-F quanto GE04-F obtiveram notas baixas no pós-teste e baixo aprendizado significativo com relação não apenas às funções trigonométricas, mas também em programação, compreensão do sistema de coordenadas 3D e capacidade de



resolução dos problemas – nenhuma delas participou de forma ativa nas coletas de dados dos cenários para estruturação da solução dos problemas. Outros alunos também tiveram momentos de pouco engajamento, mas não de maneira tão marcante.

Por outro lado, alguns alunos demonstraram alto grau de engajamento e boas notas no pós-teste (de forma mais evidente GE03-M e GE06-F). Esses alunos faziam questão de, ao concluir as atividades, passear pelo laboratório oferecendo ajuda aos colegas que notavam ter alguma dificuldade.

Os estudantes GE03-M, GE06-F, GE12-F, GE13-F e GE15-F, foram os que apresentaram maiores possibilidades de aprendizagem significativa com ancoramento de subsunçores e, conseqüentemente, maiores notas no pós-teste. Com facilidade para explicar a forma de resolução dos problemas aos professores e alto grau de engajamento intragrupo e intergrupos, esses cinco alunos foram os mais participativos durante as oficinas, não apenas auxiliando os colegas, mas buscando auxílio sempre que necessário com outros colegas e com os professores. Aqui cabe observar que se destacam as quatro alunas e o único aluno com notas de pós-teste dentro da última faixa (8 |-- 10) conforme a tabela 4 deste estudo.

Outros alunos tiveram oscilações entre momentos de maior e menor engajamento nas atividades. Caberia uma análise mais detalhada para detectar o motivo dessa variação de interesse, o que não foi possível para o pesquisador observar durante este estudo. Entretanto, notava-se que alguns tinham maior empenho e animação, por exemplo, no trabalho de coletar dados nos cenários dos drones, trabalhando com a compreensão dos problemas de uma forma mais concreta (medindo, observando e planejando como passar pelos obstáculos, compreendendo o sistema 3D e sua relação nos movimentos do drone), mas deixavam boa parte do ânimo se esvair ao ter que retornar ao computador, codificar a solução do problema e efetuar a representação matemática dos movimentos, momento que era o favorito de alunos como GE03-M, GE09-M, GE10-F e GE15-F.

Ao questionar os alunos na entrevista sobre possíveis problemas que poderiam ser sanados para promover um engajamento mais efetivo nas oficinas, eles mesmos não souberam identificar a origem ou motivo das variações de interesse, podendo ser indisposição em determinados períodos, cansaço, ou diversos outros fatores.

Para Howland et al. (2012) a aprendizagem significativa depende do engajamento voluntário dos alunos em torno de uma atividade significativa que os envolva de forma

ativa, construtiva, intencional, autêntica e colaborativa. Na aula tradicional, de maneira geral o aprendizado tende a ter um grau mecanicista maior, testando conhecimento inerte. Essa metodologia não enfoca em guiar os alunos no aprendizado de como organizar e resolver problemas, como entender novos fenômenos que lhes sejam apresentados e como construir modelos mentais representativos desses fenômenos, de maneira que consigam frente a uma nova situação, definir objetivos e promover o auto aprendizado.

Os alunos do GC tiveram o conteúdo de matemática passado em sala de aula da forma tradicional antes do pós-teste (aula expositiva com uso do *software GeoGebra* para visualização dos gráficos e resolução de lista de exercícios de forma individual). Tais aulas tinham duração de 4 horas aula (aulas de 50 minutos) e foram realizadas em um total de dois dias em semanas consecutivas. Assim, esses alunos tiveram o conteúdo versando sobre função seno e função cosseno em dois encontros de três horas e vinte minutos, enquanto os alunos do GE tiveram esse mesmo conteúdo mediante duas oficinas de três horas cada com aula expositiva do professor de Matemática, mas com a resolução dos problemas utilizando a plataforma baseada em drones.

Durante a entrevista ficou claro para o pesquisador que os alunos, no caso de aulas no modelo tradicional, em geral não conseguiam associar uma aplicação prática aos conteúdos. Assim, as oficinas ministradas pela metodologia ABP em associação com a plataforma baseada em drones auxiliaram na compreensão, construção e interpretação de funções, alcançando o objetivo de verificar a viabilidade de utilização da plataforma, com a maioria dos alunos conseguindo visualizar uma senoide e uma cossenoide de forma mais concreta, na vida real e com uma aplicação de cunho mais prático.

As oficinas acabaram abarcando uma série de novos conhecimentos para os alunos, ou gerando subsunçores para conhecimentos obtidos de forma mecânica até o momento. Esse foi o caso do sistema de coordenadas 3D e do sistema de medidas, necessários para coleta dos dados espaciais dos cenários estruturados com a plataforma e correta compreensão dos problemas que deveriam ser resolvidos pelos grupos. Esses novos conhecimentos, segundo observado nas oficinas, apresentaram fortes indícios de aprendizado significativo e promoveram o engajamento dos participantes dos grupos, uma vez que a coleta de dados dos cenários estimulava a atuação cooperativa.

Indícios de internalização de conceitos espaciais se tornaram evidentes em situações como a relatada pela aluna GE15-F, para a qual o aprendizado acabou impactando até mesmo em disciplinas que não se imaginava, como é o caso de Educação

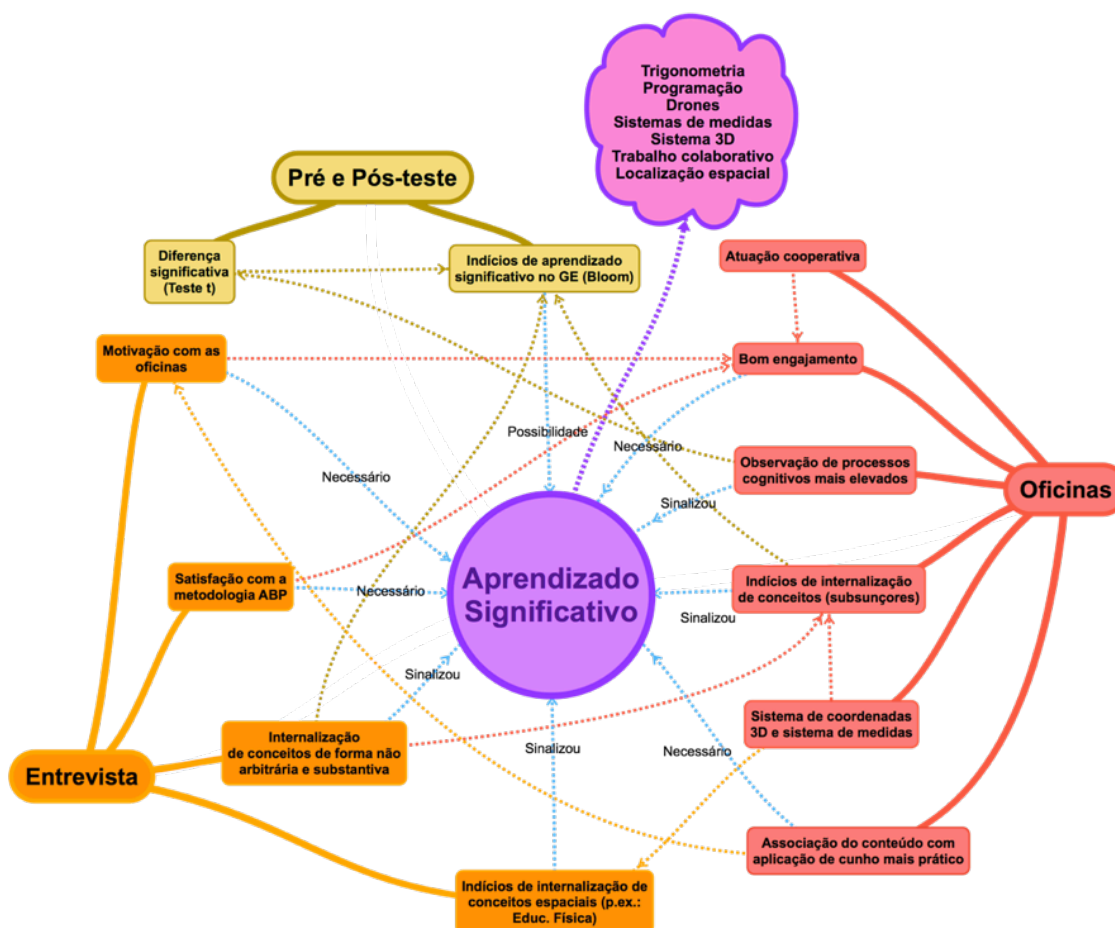
Física, cujas atividades exigiam obedecer a comandos para os quais o aluno necessita ter uma boa noção de localização espacial em relação aos colegas. Assim, com esse exemplo dado pela aluna e outras observações citadas pelo pesquisador no decorrer do estudo, é observável que os alunos apresentaram formas mais significativas de aprendizado proposicional e processual e alcançaram uma maior compreensão do conteúdo, conseguindo raciocinar com ele e aplicá-lo em diversos contextos, como afirmado por Shuell (1990).

Durante a entrevista, de forma geral, os alunos confirmaram as observações que o pesquisador efetuou nas oficinas sobre as dificuldades em compreender alguns conceitos necessários para o sistema de coordenadas 3D (como a regra da mão direita) e para coletar dados dos cenários. Segundo os alunos, a tarefa, apesar de desafiadora, foi bastante envolvente e interessante. O envolvimento gerado na compreensão dos cenários e na coleta dos dados auxiliou os participantes a internalizar os conceitos referentes ao sistema de coordenadas 3D de maneira substantiva e não arbitrária, conseguindo extrapolar o que aprenderam para outros contextos sem maiores dificuldades, indicando um possível aprendizado que oscilava entre as fases intermediária e terminal da aprendizagem, com possíveis sobreposições, conforme classificação de Shuell (1990).

Durante as oficinas ficou clara a satisfação dos alunos no trabalho em grupo e na metodologia ABP, pois os estimulava a buscar respostas e levantar dados que não eram tão evidentes na descrição dos problemas. Contudo, na entrevista, deixaram claro que o mesmo não ocorre nas aulas tradicionais, onde muitas vezes a falta de uma metodologia bem definida acaba tornando o trabalho em grupo um empecilho ao processo de aprendizagem. A maioria dos participantes acha importante saber trabalhar em conjunto com outras pessoas, pois é algo que, invariavelmente, vai ser necessário quando estiverem no mercado de trabalho.

O diagrama apresentado na figura 65 possibilita analisar as conexões entre alguns dos principais aspectos detectados nas diferentes metodologias utilizadas, tecendo sua vinculação com a aprendizagem significativa que, segundo observado neste estudo, apresentou indícios de estruturação em diversas áreas como trigonometria, programação, conceitos físicos e mecânicos associados aos drones, sistemas de medidas, sistema de coordenadas 3D, localização espacial e aprendizado sobre trabalho colaborativo.

Figura 65 - Diagrama dos aspectos principais da triangulação.



Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, é possível concluir favoravelmente à questão central deste trabalho, de que há uma relação significativa entre o uso do conjunto tecnológico proposto no processo pedagógico e a possibilidade de aprendizado significativo em áreas STEAM pelos estudantes.

Logo, confirma-se nesta pesquisa, para as condições de trabalho apresentadas e para o Grupo de Estudo utilizado, que o uso de uma plataforma de robótica educativa baseada em drones como tecnologia de cunho pedagógico, composta pelos drones, componentes adicionais para construção de cenários e por um conjunto de atividades STEAM pensadas com base em aspectos de aprendizagem significativa, propicia a melhoria do desenvolvimento cognitivo dos alunos mediante a resolução de problemas em sala de aula pela metodologia ABP. Isso foi observável, tanto na análise quantitativa realizada utilizando estatística descritiva, quanto na análise qualitativa, representada pelas oficinas

e pela entrevista, esta última incluindo algumas características quantitativas, juntamente com a respectiva triangulação dessas análises.

## 7 Propostas de trabalhos futuros

Como propostas de trabalhos futuros a serem desencadeados por este estudo, levantam-se as seguintes possibilidades:

- Continuar com os estudos sobre o uso de drones na educação, aprofundando questões levantadas no presente estudo, como: influência da utilização da plataforma como atrativo de alunos para áreas STEAM e verificação da influência do uso da plataforma baseada em drones sobre diferentes sexos (gêneros).
- Ajustes no laboratório (LEPEP ÍCARO) e incrementos na plataforma e seus componentes, de forma a possibilitar a utilização do laboratório para outras disciplinas do ensino médio, cursos superiores e cursos de extensão, como Física, Biologia, Sociologia, Programação, Inteligência Artificial, Processamento de imagens, entre outras que venham a se adequar a essa tecnologia de ensino.
- Promover a pesquisa com drones na Instituição, a qual já vem conseguindo parcerias com empresas da região, inicialmente na área de agricultura de precisão, com disponibilização de alunos do curso superior em Ciência da Computação como programadores e operadores de drones. Contudo, já estão se abrindo ramos de pesquisa na área de Educação, Inteligência Artificial, Visão Computacional e Computação Afetiva com uso desses equipamentos robóticos.

## 5. Referências

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R.; AIRASIAN, Peter W.; CRUIKSHANK, Kathleen A.; MAYER, Richard E.; PINTRICH, Paul R.; RATHS, James; WITTRICK, Merlin C. **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Longman: New York, 2001

ANDRADE, Fabiana de Oliveira; NUNES, Andrea Karla Ferreira; LIMA, Emerson Santos. A contribuição da robótica educacional para o uso de metodologias ativas no ensino básico. **Simpósio Internacional de Educação e Comunicação-SIMEDUC**, n. 7, 2016.

AROCA, Rafael Vidal. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN. Natal: UFRN, 2012.

ARROIO, Agnaldo. Concepções alternativas como barreiras no aprendizado de ciências. **Revista eletrônica de Ciências**, v. 31, 2006.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1983.

AUSUBEL, David Paul. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view**. Springer Science & Business Media, 2000.

BECKMANN, Ener Diniz. **Instrumentação e Controle de um Robô Aéreo Baseado em um Helimodelo**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica. Faculdade de Tecnologia – universidade de Brasília. Brasília: 2008.

BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. **Computers & Education**, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2012.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BERNARDO, Allan B. I. et al. Students' perceptions of science classes in the Philippines. **Asia Pacific Education Review**, v. 9, n. 3, p. 285-295, 2008.

BEZERRA JUNIOR, Jose Etiene; QUEIROZ, Paulo Gabriel Gadelha; LIMA, Rommel Wladimir de. A study of the publications of educational robotics: A Systematic Review of Literature. **IEEE Latin America Transactions**, v. 16, n. 4, p. 1193-1199, 2018.

BLOOM, Benjamin S.; HASTINGS, Thomas J.; MADDAUS, George F.; BALDWIN, Thomas S. **Handbook on formative and summative evaluation of student learning**. McGraw Hill Book Company, 1971.

BONINI, Patrícia; OKAWATI, Gabriel Akira Andrade; CUSTODIO, Carolina Fernandes; DA SILVA, Fernanda; Formação e atuação profissional nas áreas STEM no Brasil: ainda temos pouco? in **As ciências sociais aplicadas e a interface com vários saberes**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. p. 252–261.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular** – Ensino Médio. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

BREUCH, Benedikt; FISLAKE, Martin. First Steps in Teaching Robotics with Drones. In: **International Conference on Robotics and Education RiE 2017**. Springer, Cham, 2019. p. 138-144.

BRIGHENTI, Josiane; BIAVATTI, Vania Tanira; SOUZA, Taciana Rodrigues de. Metodologias de ensino-aprendizagem: uma abordagem sob a percepção dos alunos. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 8, n. 3, p. 281-304, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/gual/article/view/1983-4535.2015v8n3p281/30483>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BROK, Perry Den et al. Californian science students' perceptions of their classroom learning environments. **Educational Research and Evaluation: An International Journal on Theory and Practice**, England & Wales, London, v. 12, n. 1, p. 3-25, 2006.

BRYANS-BONGEY, Sarah. Encouraging student engagement in STEM fields through teacher training and the use of unmanned aircraft systems (UAS). **Advances in Global Education and Research**, 2018.



CALLEGARI, Jean Hugo. **A robótica educativa com crianças/jovens: processos sociocognitivos**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Caxias do Sul. Programa de Pós-Graduação em Educação. Caxias do Sul, 2015.

CARDOSO, Márcia Regina Gonçalves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de. **A resolução de problemas para o ensino de Matemática nos anos iniciais**. Cadernos da Fucamp, v.18, n.36, p.68-94, 2019.

CARNAHAN, Christopher; CROWLEY, Kimberly; HUMMEL, Lynn; SHEEHY, Leonard. New perspectives on education: Drones in the classroom. In: **Society for Information Technology & Teacher Education International Conference**. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2016. p. 1920-1924

CASTILLO, Pedro; LOZANO, Rogelio; DZUL, Alejandro E. **Modelling and control of mini-flying machines**. Physica-Verlag, 2006.

CHOU, Pao-Nan. Smart technology for sustainable curriculum: using drone to support young students' learning. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3819, 2018.

COSTA, S. E. A. P. **Controlo e Simulação de um Quadrirotor convencional**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Engenharia Aeroespacial. Portugal: IST, 2008.

COSTELHA, Hugo; NEVES, Carlos. Technical database on robotics-based educational platforms for K-12 students. In: **IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC)**. IEEE, 2018. p. 167-172.

D'ABREU, João Vilhete Viegas; BASTOS, Bruno Leal. Robótica pedagógica e currículo do ensino fundamental: Atuação em uma escola municipal do Projeto UCA. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 3, 2015. p. 56-67.

DOMINGUES, Jorge Miguel Brito. **Quadrotor prototype**. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. IST. Portugal: 2009.

FAPESP - Federação dos Professores do Estado de São Paulo. **PISA – aqui, todos os resultados**. Disponível em: <<http://fapesp.org.br/noticia/pisa-aqui-todos-os-resultados/>>, Acesso em: 28 jun 2020. FAPESP, 2019.

FARIA, Wilson de. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Ática, 1989.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERRI, Andreu Berna. **Desarrollo de una plataforma de tiempo real para la implementación de algoritmos de control multivariables**: Ampliación al control de orientación de vehículos aéreos. Dissertação de Mestrado em e Automação e Informática industrial. Valência: Universidad de Politécnica de Valencia, 2010.

FOMBUENA, Arnau. Unmanned Aerial Vehicles and Spatial Thinking: Boarding Education With Geotechnology And Drones. in **IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine**, v. 5, n. 3, p. 8-18, Sept. 2017.

FRANÇA, Rozelma; TEDESCO, Patrícia. Pensamento computacional sob a perspectiva de licenciandos em computação. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2017. p. 795.

FUNG, F. M.; WATTS, S. The Application of Drones in Chemical Education for Analytical Environmental Chemistry. in **Teaching and the Internet**: The Application of Web Apps, Networking, and Online Tech for Chemistry Education. ACS, 2017.

FURTADO, V H. et al. **Aspectos de Segurança na Integração de Veículos Aéreos não Tripulados (VANT) no Espaço Aéreo Brasileiro**. Simpósio de Pesquisa em Transporte Aéreo, 2008, Rio de Janeiro. Anais do VII SITRAER. Rio de Janeiro: E-Papers, 2008.

GARCIA, Paulo Sérgio; FAZIO, Xavier; PANIZZON, Debra; BIZZO, Nelio. Austrália, Brasil e Canadá: impacto das avaliações no ensino de ciências. in **Estudos em Avaliação Institucional**. São Paulo, v. 29, n. 70, p. 188-221, jan./abr. 2018

GAVIRA, Sonia Aguilar; OSUNA, Julio Barroso. **La triangulación de datos como estrategia em investigación educativa**. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. N° 47, Julio 2015. ISSN: 1133-8482. e-ISSN: 2171-7966. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.05>. Universidad de Sevilla. Facultad Ciencias de la Educación. Sevilla, España, 2015.

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo (ORg.). **Métodos de Pesquisa**. UAB/UFRGS – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIERNACKI, Wojciech et al. Crazyflie 2.0 quadrotor as a platform for research and education in robotics and control engineering. In: **22nd International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR)**. IEEE, 2017. p. 37-42.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 58-78, 2019.

GONZÁLEZ, Juan J.; BUILES, Jovani Alberto Jiménez. La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. **IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa**, n. 10, p. 31-36. Espanha, 2009.

GOUW, Ana Maria Santos; BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. A percepção dos jovens brasileiros sobre suas aulas de Ciências. **Educar em Revista**, v. 32, n. 60, p. 277-292. Curitiba, 2016.

GUREL, Derya Kaltakci; ERYILMAZ, Ali; MCDERMOTT, Lillian Christie. A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. in **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 11, n. 5, p. 989-1008. 2015.

HASSANALIAN, Mostafa; ABDELKEFI, Abdessattar. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. **Progress in Aerospace Sciences**, v. 91, p. 99-131, 2017.

HOWLAND, J. L; JONASSEN, D; MARRA, R. M. **Meaningful Learning with Technology**. 4. ed. Boston, MA: Pearson, 2012.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**. 2019. Disponível em: < [http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/)

B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206>. Acesso em: 18 jun 2020.

JOYCE, Karen E.; MEIKLEJOHN, Natalie; MEAD, Paul CH. Using Minidrones to Teach Geospatial Technology Fundamentals. **Drones**, v. 4, n. 3, p. 57, 2020.

KHINE, Myint Swe. **Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience**. Springer, 2017.

KRAJNÍK, Tomáš; VONÁSEK, V.; FISER, D.; FAIGL, J. AR-drone as a platform for robotic research and education. in **International conference on research and education in robotics**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. p. 172-186.

LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, p. 421-434, Botucatu, 2017.

LOPES, Daniel de Queiroz. **Brincando com robôs: desenhando problemas e inventando porquês**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010.

LOVATO, Fabricio Luís; MICHELOTTI, Angela; DA SILVA LORETO, Elgion Lucio. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

LUPPICINI, Rocci; SO, Arthur. A technoethical review of commercial drone use in the context of governance, ethics, and privacy. **Technology in Society**, v. 46, p. 109-119, 2016.

MAKEBLOCK. **Airblock**: modular and programmable flying robot. 2018. Disponível em: <<https://www.makeblock.com>>. Acesso em: 12 abr 2018.

MALEC, Jacek. Some thoughts on robotics for education. in **Proceeding of American Association of Artificial Intelligence Symposium on Robotics and Education**. Lund University, 2001.

MATHIAS, H. David. An autonomous drone platform for student research projects. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 31, n. 5, p. 12-20, 2016.

MCDANIEL, Eric S.; ALNAELI, Saleh M.; JUCKEM, David A.; VAZ, Warren S. **Motivating Undergraduate Computing and Engineering Research via Educational and Scientific Drones**. In: 2019 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT). IEEE, 2019. p. 536-541.

MEAD, R.A., THOMAS, S.L., WEINBERG, J.B. From Grade School to Grad School: An Integrated STEM Pipeline Model through Robotics. In: Barker, B.S., Nugent, G., Grandgenett, N., Adamchuk, V.I. (Eds.), **Robots in K-12 education: A new technology for learning**. Information Science Reference. Hershey, 2012.

MORALES, Cecilia Fernández; GÓMEZ, Fernando Iriarte; SOLANO, Carmen Mejía; DOMÍNGUEZ, Francisco Ignacio Revuelta. Experience of Virtual and Distance Training for Rural Teachers of Peru. Case study: Educational Robotics Course. **Asia-Pacific Collaborative education Journal**, v. 13, n. 2, p. 15-27, 2017.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. [livro eletrônico]. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007. 174p.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. In **Revista Chilena de Educación Científica**. Vol. 7, No. 2, 2008 , p. 23-30. Revisado em 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 30 jul 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: E.P.U., 2018.

OECD. **Programme for international student assessment (PISA): results from PISA 2018**. Disponível em: [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_BRA.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_BRA.pdf)>. Acesso em: 15 jun 2020. OECD, 2019.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 15, n. 2, 2016.

PALAIAGEORGIU, George; MALANDRAKIS, George; TSOLOPANI, Christine. Learning with Drones: flying windows for classroom virtual field trips. In: **IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**. Timisoara: IEEE, 2017. p. 338-342.

PAPERT, Seymour. **The children's machine**: rethinking school in the age of the computer. BasicBooks: New York, 1993.

PASTOR, Enric; LOPEZ, Juan; ROYO, Pablo. UAV payload and mission control hardware/software architecture. **IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine**, v. 22, n. 6, p. 3-8, 2007.

PIAGET, Jean. A epistemologia genética, sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de epistemologia genética. in **Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

PINTO, Maria Luisa; BARRERA, Nelson.; PÉREZ, Wilson J. Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. in **Ingeniería, Investigación y Desarrollo I**, v. 2, p. 15-23, 2010.

PLAZA, Pedro; SANCRISTOBAL, E.; CARRO, G.; CASTRO, M.; BLAZQUEZ, M.; PEIXOTO, A. Traffic lights through multiple robotic educational tools. In: **Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018 IEEE**. Tenerife: IEEE, 2018. p. 2015-2020.

PUGLIESE, Gustavo Oliveira. STEM EDUCATION—um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

ROCHA, Henrique Martins; LEMOS, Washington de Macedo. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. **IX Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Comunicação. Resende, Brazil: Associação Educacional Dom Boston**, p. 12, 2014.

ROMLIE, Mohd Fakhizan; BAKAR, Zulqarnain Abu; AZMAN, Najwa Auni. An Innovative Approach of Using Mind Map to Support Active Learning for Engineering Students. In: **2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)**. IEEE, 2017. p. 294-297.

RYU, Jae; LaPAGLIA, Sonja Kirsten; WALTERS, Riveraine. **Idaho Drone League (iDrone) to Stimulate STEM workforce**. Journal of STEM Education Volume 21, Issue 2, June-September, 2020. P. 35-41.

SAGAN, Carl. Interview to Carl Sagan. **Psychology Today**, 1996. Disponível em: <https://www.psychologytoday.com/us/articles/199601/carl-sagan>. Acesso em: 05/07/2018.

SASSAKI, Alex Hayato; DI PIETRA, Giovanni; MENEZES FILHO, Naercio; KOMATSU, Bruno. **Por que o Brasil vai Mal no PISA?** Uma Análise dos Determinantes do Desempenho no Exame. Centro de Políticas Públicas do Insper e USP. Policy Paper. n. 31. jun 2018. Insper, 2018.

SATTAR, Farha; TAMATEA, Laurence; NAWAZ, Muhammad. Droning the Pedagogy: Future Prospect of Teaching and Learning. in **International Journal of Educational and Pedagogical Sciences**, v. 11, n. 6, p. 1632-1637, 2017.

SHUELL, Thomas J. Phases of meaningful learning. in **Review of Educational Research**, 60, 531-547. Buffalo: State University of New York, 1990.

SILVA, Rodrigo Sychocki; BARONE, Dante Augusto Couto; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo (Orgs.). **Cadeias de Markov e modelagem matemática: da abstração pseudo-empírica à abstração refletida com uso de objetos virtuais**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2016. v. 1. 250p.

SOARES, Luanne Lorena dos Santos; PENICHE, Ana Paula dos Passos; AVIZ, Larissa de Nazaré Carvalho de. As contribuições de David Ausubel para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem: um olhar sobre a psicologia educacional. **Anais IV CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/35908>>. Acesso em: 18/11/2020.

SOUSA, J D A de. **Development of Unmanned Aerial Four-Rotor Vehicle**. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores Major Automação. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal: 2011.

SOUZA, S. C.; DOURADO L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um Método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo.** Revista Holos, Vol. 5, Ano 31, p. 182 – 200, Setembro, 2015.

SUHR, Inge Renate Frose. Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. **Revista Transmutare**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 4-21, 2016.

TEZZA, Dante; GARCIA, Sarah; ANDUJAR, Marvin. **Let's Learn! An Initial Guide on Using Drones to Teach STEM for Children.** In Learning and Collaboration Technologies: Human and Technology Ecosystems. Proceedings of 7th International Conference. Part II, Springer Copenhagen, Denmark, 2020. P.530-543.

TOLFO, Cristiano. Concept Maps and promoting active classroom participation. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. 69911630, 2020.

TYNKER. Tynker and Parrot launch. **Parrot Mambo Code** – All-in-one bundle to teach kids to program Parrot drones. 2017. Disponível em: <<https://www.tynker.com/about/press/2017/08-tynker-and-parrot-launch-parrot-mambo-code-all-in-one-bundle-to-teach-kids-to-program-parrot-drones>>. Acesso em: 15 abr 2018.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.

VIEIRA, José Carlos Silva. **Plataforma Móvel Aérea QuadRotor.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho - Escola de Engenharia. Portugal: UMinho, 2011.

VOSTINAR, Patrik; HORVATHOVA, Dana; KLIMOVA, Nika. The Programmable Drone for STEM Education. In: **International Conference on Entertainment Computing.** Springer, Cham, 2018. p. 205-210.

VOSTINAR, Patrik; KLIMOVA, Nika. STEM Experiences in Primary and Lower Secondary Schools. In: **2018 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA).** IEEE, 2018. p. 635-640.



WARE, Jared. **Teaching with Drones: The Challenges and the Opportunities**. 2017. Disponível em: < <https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2018/03/12-17-SI.pdf>> Acesso em: 12 ago 2018.

YAMAMORI, Kazunori. **Classroom practices of low-cost STEM education using scratch**. Journal of Advanced Research in Social Sciences and Humanities, Volume 4, Issue 6 (192-198). 2019.

YEPES, Igor; BARONE, Dante A. C. **Plataforma baseada em drones para apoio ao processo pedagógico**. IX Simpósio de Tecnologia da Informação da Região Norte e Noroeste do Rio Grande do Sul. Erechim: URI, 2018a.

YEPES, Igor; BARONE, Dante A.C.; **Robótica Educativa: Proposta de Uso de Drones no Apoio ao Processo Pedagógico em disciplinas STEM**. Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação, [S.l.], v. 1, n. 9, nov. 2018b. ISSN 2446-7634. doi: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1478926>.

YEPES, Igor; BARONE, Dante A.C. **Robótica Educativa: Drones e Novas Perspectivas**. Revista Novas Tecnologias na Educação - RENOTE, v. 16, n. 2, dez. 2018c. ISSN 1679-1916. doi: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.89293>.

ZHAO, Weihua; GO, Tiau Hiong. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. **Journal of the Franklin Institute**, v. 351, n. 3, p. 1335-1355, 2014.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. Dissertação de Mestrado – Florianópolis: UFSC, 2004.

## 6. Apêndices

## Apêndice A – Roteiro da Oficina 03

**Título da oficina:** Funções trigonométricas com programação de drones – I

**Duração:** 3 horas

**Local:** LEPEP ÍCARO

### Conteúdo

Estudo da função trigonométrica do seno, apresentando a sua definição e o gráfico, chamado de senoide.

### Subsúncios necessários

O aluno deve possuir conhecimentos prévios sobre trigonometria na circunferência, sobre funções e sobre programação de drones.

### Objetivos

- Definir funções trigonométricas e conhecer a importância de sua utilização;
- Compreender o papel das constantes envolvidas no cálculo da função trigonométrica;
- Modelar fenômenos através das funções trigonométricas.
- Possibilitar a aprendizagem significativa por meio da relação entre os conceitos sobre programação de drones com aplicação prática do conteúdo sobre função seno.

### Materiais e Métodos

- Materiais – 3 kits de drones DJI Tello, cercado para drones, 15 óculos de proteção de policarbonato, trenas, réguas, projetor multimídia, lousa, pincel, computadores para uso dos participantes da oficina com sistema operacional MacOS-X e com a versão 2.0 da linguagem de programação Scratch instalada e a última versão disponível da DroneBlocks. Extensão para programação de drones no Scratch.
- Método – Os alunos trabalharão em três grupos de até cinco componentes, selecionados por afinidade entre os participantes. Cada grupo terá uma bancada com cinco computadores, cinco óculos de proteção, um drone com três baterias e um carregador (cada bateria possibilita aproximadamente 13 minutos de uso do drone) além de componentes adicionais para os drones (hélices, motores e ferramentas). Haverá uma fila de uso da área de testes (cercado para os drones) a qual somente poderá ser utilizada pelo grupo que estiver com o código da missão do drone concluído e revisado. O professor de matemática explanará os conceitos básicos do conteúdo abordado, intercalando com propostas de atividades de fixação com uso dos drones. Tempo de duração – 3 horas com intervalo de 20 minutos.

### Tópicos abordados

- Definição de funções trigonométricas
- Contextualização e aplicações
- Função seno e suas características
- Resolução de exercícios de fixação

Os tópicos serão abordados simultaneamente com atividades de fixação a serem realizadas pelos estudantes em grupos, envolvendo desafios com drones que devem ser resolvidos mediante programação de missões, prevendo:

- Deslocamento no espaço  $(x, y, z)$  utilizando conceitos de trigonometria apresentados pelo professor e conhecimento sobre programação de drones
- Execução de percurso e pouso em alvo determinado
- Construção de fórmulas trigonométricas para representação do movimento do drone no espaço
- Desvio de obstáculos e atingimento de objetivo mediante uso da função seno

### Resultados esperados

- No final da oficina os participantes dos grupos deverão ter compreendido os conceitos envolvidos pela função seno e suas possibilidades de aplicação.
- Espera-se estruturação de novos subsunçores à estrutura cognitiva do aluno, propiciando aprendizado significativo tanto com relação à trigonometria quanto à programação de drones.
- Espera-se também uma situação prazerosa de aprendizagem, mediada pela interação entre os integrantes dos grupos e o uso de drones e programação em uma disciplina onde a utilização de tais recursos não é comum.

### Resumo do conteúdo abordado

Fenômenos que se repetem periodicamente, como por exemplo, as variações da temperatura terrestre, o comportamento ondulatório do som, a pressão sanguínea no coração, os níveis de água dos oceanos, entre outros, podem ser modelados por funções trigonométricas.

Os gráficos das funções trigonométricas básicas, seno e cosseno, descrevem esses comportamentos e podem ser gerados a partir de um círculo trigonométrico de raio unitário.

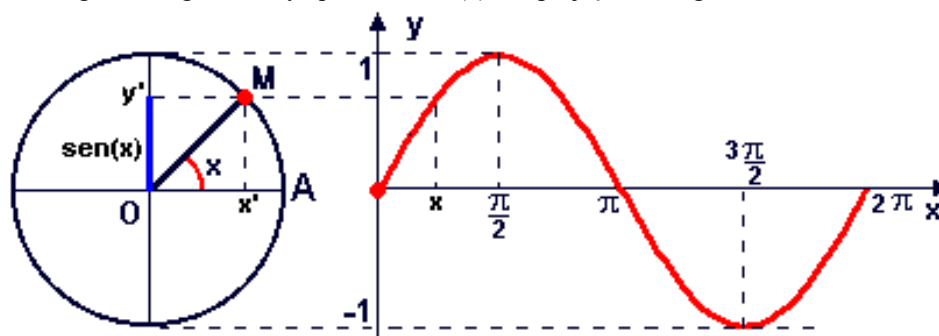
### Função Seno

Podemos associar um número real  $x$  qualquer ao seno de um arco que mede  $x$  radianos, ou seja, associar  $x$  a  $\text{sen}x$ . Para  $x = \pi/2$ , por exemplo, associamos o número 1, pois  $\text{sen} \pi/2 = 1$ .

Assim, definimos com função seno a função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , que associa cada número real  $x$  ao correspondente seno de  $x$ , ou seja,  $f(x) = \text{sen}x$ .

Observe o gráfico (figura 1) de  $f(x) = \text{sen}(x)$  para  $x \in [0, 2\pi]$ .

**Figura 1:** Na figura, o segmento  $Oy'$  que mede  $\text{sen}(x)$ , é a projeção do segmento  $OM$  sobre o eixo  $OY$ .



Fonte: <http://www.uel.br/projetos/matessencial/trigonometria/trigo07.htm>

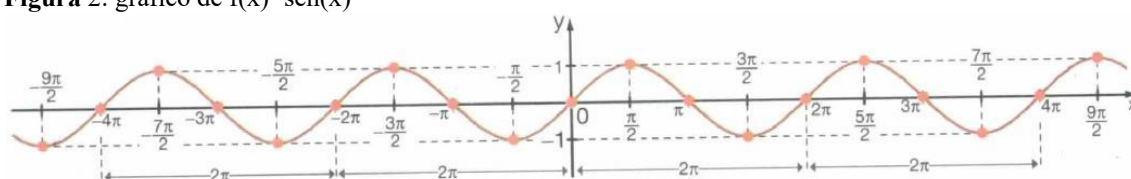
Características da função:

- O domínio de  $f$  é o conjunto dos números reais:  $D(f) = \mathbb{R}$ ;
- A imagem de  $f$  corresponde ao intervalo  $[-1,1]$ :  $Im = [-1,1]$ ;
- Valor máximo  $\Rightarrow y = 1$ ;
- Valor mínimo  $\Rightarrow y = -1$ ;
- $f$  é periódica e o período é:  $P = 2\pi$ ;
- O gráfico de função  $f$  é uma curva denominada senoide.

O período de uma oscilação é o tempo necessário para a oscilação evoluir um ciclo completo.

Como  $D(f)=\mathbb{R}$ , há valores de  $x$  menores que zero e maiores que  $2\pi$ . Assim, o gráfico da função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , definida por  $f(x)=\text{sen}(x)$ , é dado por (figura 2):

**Figura 2:** gráfico de  $f(x)=\text{sen}(x)$



**Fonte:** notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

### Função $f(x) = a + b \cdot \text{sen}(cx+d)$

A função definida por  $f(x) = a + b \cdot \text{sen}(cx+d)$ , sendo  $a, b, c$  e  $d$  números reais com  $b \neq 0$  e  $c \neq 0$ , é chamada de função do tipo trigonométrica, e muitas delas estão relacionadas a fenômenos periódicos.

São exemplos de funções do tipo trigonométricas:

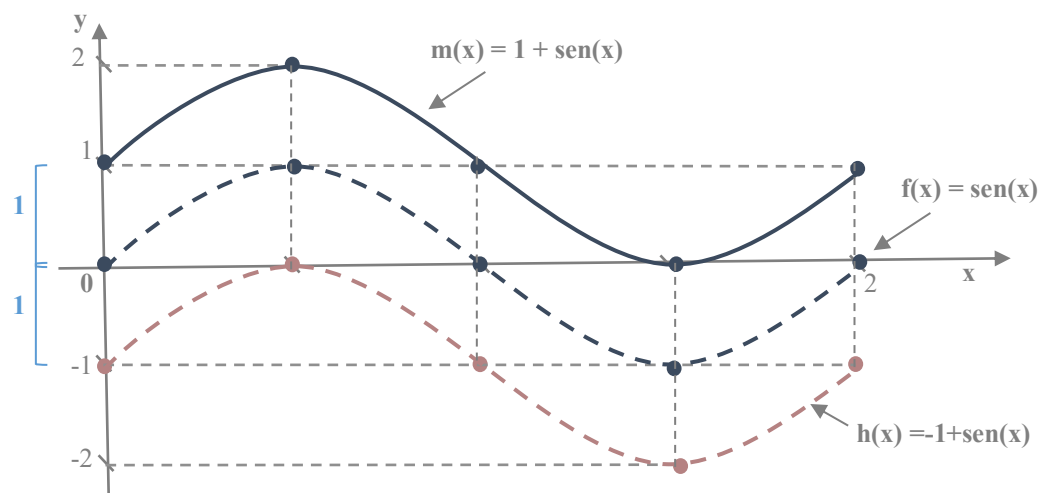
$$f(x)=2+\text{sen}(x)$$

$$h(x)=3\text{sen}2(x).$$

Essas funções têm características semelhantes a  $f(x)=\text{sen}(x)$ . As constantes  $a, b, c$  e  $d$  estão relacionadas a essas características da seguinte forma:

- A constante “ $a$ ” translada o gráfico da função em  $|a|$  unidades para cima se  $a>0$ , ou para baixo se  $a<0$ . A constante  $a$  altera a imagem da função, conforme pode ser observado na figura 3.

**Figura 3:** gráfico com exemplos de alteração na constante a.



**Fonte:** adaptado de notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

Onde:

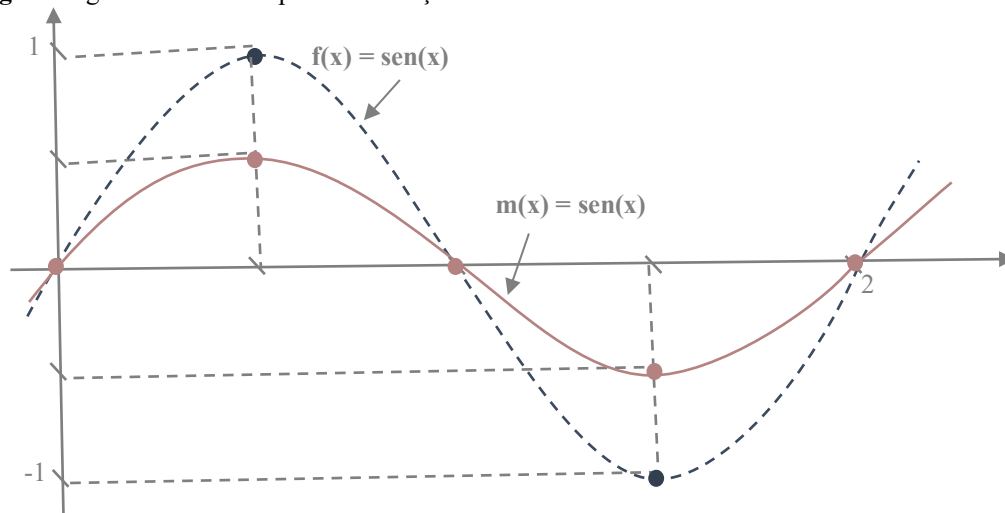
$$\text{Im}(f)=[-1,1]$$

$$\text{Im}(m)=[0,2]$$

$$\text{Im}(h)=[-2,0]$$

- A constante “b” amplia verticalmente o gráfico da função se  $|b|>1$  e comprime verticalmente se  $|b|<1$ . A constante b também altera a imagem da função. Observe a seguir (figura 4).

**Figura 4:** gráfico com exemplos de alteração na constante b.



**Fonte:** adaptado de notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

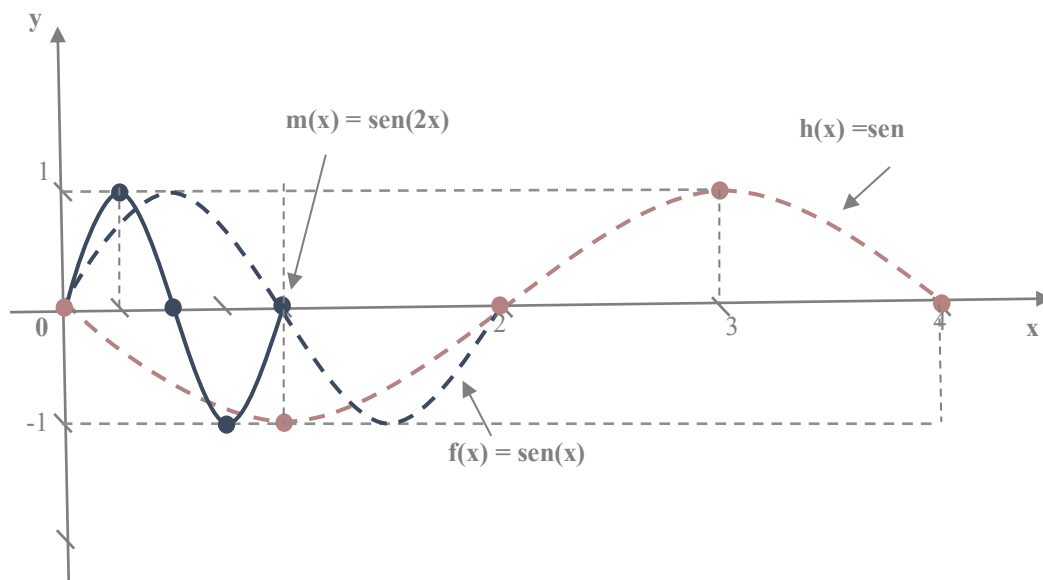
Onde:

$$\text{Im}(f)=[-1, 1]$$

$$\text{Im}(m)=[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}]$$

- A constante “c” amplia o período da função se  $|c| < 1$  e comprime se  $|c| > 1$ , com um novo período  $p = p_f / |c|$ , sendo  $p_f$  o período da função trigonométrica correspondente.

Figura 5: gráfico com exemplos de alteração na constante c.



Fonte: adaptado de notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

Onde:

$$p_f = 2\pi$$

$$p_m = \frac{p_f}{|c|} = \frac{2\pi}{|2|} = \pi$$

$$p_h = \frac{p_f}{|c|} = \frac{2\pi}{|\frac{1}{2}|} = 4\pi$$

- A constante “d” translada o gráfico da função sobre o eixo x. Se  $d = 0$ , então o gráfico da função seno passa pelo ponto  $(0, a)$ .

Para esboçar o gráfico de funções trigonométricas atribuímos ao arco, na maioria dos casos, os valores:  $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2, 2\pi$  e determinamos o valor da função (y).

**Exemplos realizados em conjunto com o professor:**

Faça o esboço do gráfico e determine o domínio, imagem e período das funções:

a)  $f(x)=1+\text{sen}x$

x	$y=f(x)=1+\text{sen}(x)$	(x,y)
0		
$\frac{\pi}{2}$		
$\pi$		
$\frac{3\pi}{2}$		
$2\pi$		

b)  $f(x)=2\text{sen}x$

x	$y=f(x)=2\text{sen}(x)$	(x,y)
0		
$\frac{\pi}{2}$		
$\pi$		
$\frac{3\pi}{2}$		
$2\pi$		

c)  $f(x)=3\text{sen}(2x)$

x	$y=f(x)=3\text{sen}(2x)$	(x,y)
0		
$\frac{\pi}{4}$		
$\frac{\pi}{2}$		
$\frac{3\pi}{4}$		
$\pi$		

**Exercícios de fixação**

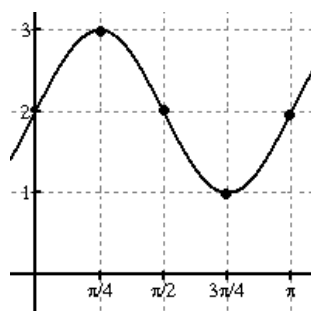
1. Faça o esboço do gráfico e determine o domínio, período e a imagem das funções:

a)  $y=-2+\text{sen}(x)$

b)  $y=|\text{sen}x|$

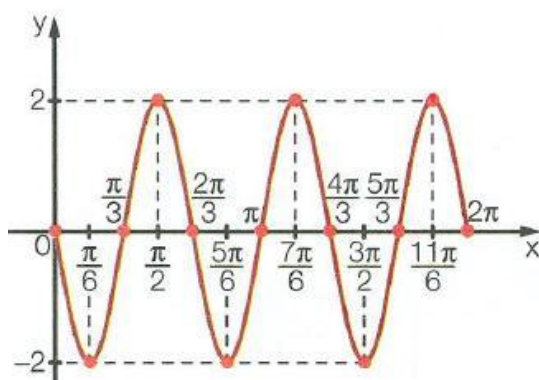


2. Assinale entre as alternativas à direita, qual a função que representa o gráfico abaixo:



- a)  $f(x)=1 + \text{sen}(2x)$
- b)  $f(x)=2 + \text{sen}(x)$
- c)  $f(x)=2 + \text{sen}(2x)$
- d)  $f(x)=3\text{sen}(2x)$
- e)  $f(x)=2 + \text{cos}(2x)$

3. O gráfico a seguir representa uma função do tipo trigonométrica da forma  $f(x)=a+b\text{sen}(cx+d)$ . Determine os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$  (parâmetros).



4. Um estacionamento funciona 24 horas por dia e tem capacidade para 150 automóveis. Em certo dia, a quantidade de automóveis estacionados variou de acordo com a função  $q(h) = 100 - 35\text{sen}(h\pi/12)$  em que  $h$  é a hora do dia e  $q$  é a quantidade aproximada de automóveis.

- a) Em que horário desse dia a quantidade de automóveis no estacionamento era mínima? Quantos automóveis havia no estacionamento?
- b) Qual foi a quantidade máxima de automóveis no estacionamento nesse dia?
- c) Em algum horário a quantidade de automóveis chegou à capacidade máxima do estacionamento?

# Drones

## Função Seno

### Atividade 1

Elabore o programa necessário para que um drone execute um movimento senoidal em  $x$  e  $y$  com período  $4\text{m}$  e amplitude de  $1\text{m}$ . Informe a função correspondente ao movimento realizado (pontilhado em laranja).

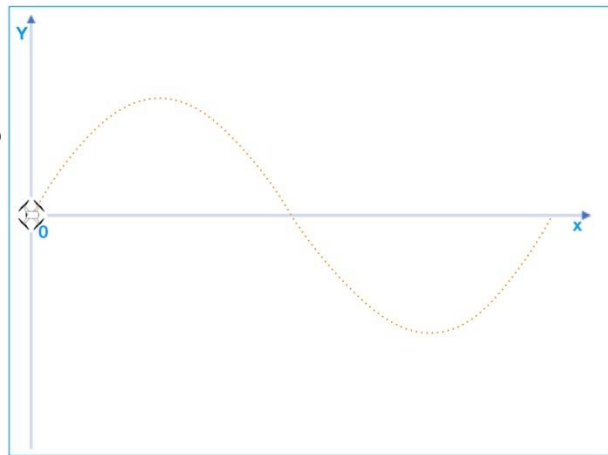
Efetue o movimento a uma altura de  $2\text{m}$ .

Após isso, considerando  $\pi = 2\text{m}$ , determine:

Função: \_\_\_\_\_

Domínio: \_\_\_\_\_

Imagem: \_\_\_\_\_



### Atividade 2

Altere o código do exercício anterior de forma que o drone se desloque para frente executando uma senóide com período  $4\text{m}$  e amplitude  $1\text{m}$  em  $xy$ , execute um giro de  $180^\circ$  e retorne ao ponto de partida executando uma senóide de amplitude  $1,2\text{m}$  em  $xz$ , girando novamente  $180^\circ$  e pousando.

Efetue o movimento a uma altura de  $1,5\text{m}$ .

Após isso, considerando  $\pi = 2\text{m}$ , determine:

Função 1: \_\_\_\_\_

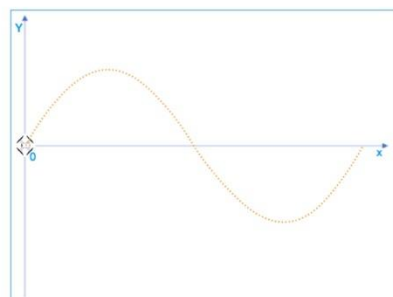
Domínio: \_\_\_\_\_

Imagem: \_\_\_\_\_

Função 2: \_\_\_\_\_

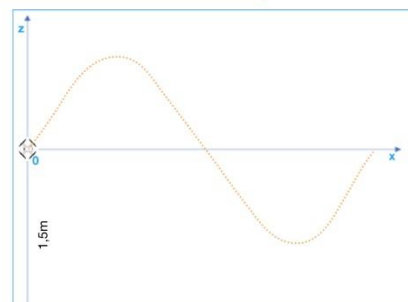
Domínio: \_\_\_\_\_

Imagem: \_\_\_\_\_



Movimento 1

Movimento 2



## Atividade 3

Desenvolva o programa necessário para que o drone decole, execute um movimento de  $+1\text{m}$  em  $y$  e percorra  $6,4\text{m}$  para frente seguindo uma senóide em  $xy$  de amplitude  $1\text{m}$ . Após esse movimento, o drone deve girar  $180^\circ$  e retornar a mesma distância de forma que execute dois períodos completos no mesmo percurso com amplitude  $1,2\text{m}$ . Transcreva as duas funções utilizadas.

Efetue o movimento a uma altura de  $1,8\text{m}$

Após isso, considerando  $\pi = 2,2\text{m}$ , determine:

Função 1: \_\_\_\_\_

Domínio: \_\_\_\_\_

Imagem: \_\_\_\_\_

Função 2: \_\_\_\_\_

Domínio: \_\_\_\_\_

Imagem: \_\_\_\_\_

## Atividade 4

Crie o código necessário para fazer o drone executar um movimento senoidal que lhe possibilite passar pelos dois aros suspensos conforme figura a seguir, a qual representa uma visão lateral da área de atuação do drone. Após a execução da função, o drone deve pousar. A função deve representar todo o percurso anterior ao comando de pouso (*land*), considerando o ponto de decolagem do drone como  $P(0,0,0)$ .

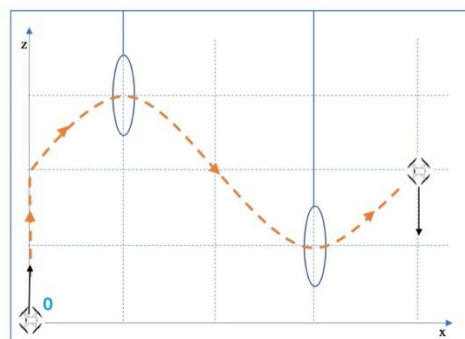
Se necessário, o grupo pode verificar as dimensões diretamente na área reservada para os drones, utilizando as trenas disponíveis no laboratório.

Após isso determine:

Função: \_\_\_\_\_

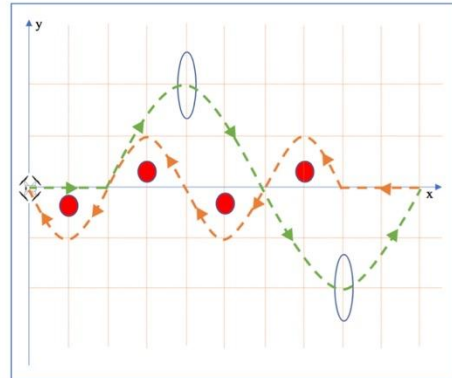
Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_

Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_



## Atividade 5

Construa o programa necessário para que o drone siga o trajeto apresentado na figura. Deve seguir o trajeto em verde, passando por dentro dos dois aros suspensos e, após, deve seguir o trajeto laranja, contornando os obstáculos no solo. Os dois trajetos devem ser executados pelo drone com movimentos horizontais ( $xy$ ). Devem obrigatoriamente ser utilizadas duas funções seno, uma para cada um dos segmentos principais de movimento (verde e laranja), podendo usar deslocamentos adicionais para ajustar a altura no início, para se nivelar com os aros suspensos, e antes do segundo conjunto de movimentos, para colocar o drone em uma altura intermediária dos obstáculos. As dimensões e medidas necessárias para os cálculos devem ser coletadas pelo grupo diretamente na área reservada para os drones utilizando as trenas disponíveis no laboratório.



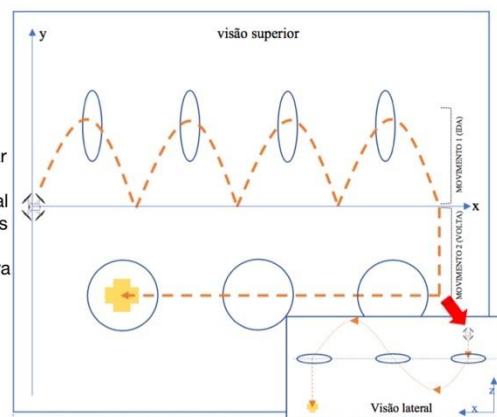
Após isso determine os dados abaixo, explicando a proporcionalidade utilizada para cada  $2\pi$ :

Função 1: \_\_\_\_\_  
 Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_  
 Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_

Função 2: \_\_\_\_\_  
 Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_  
 Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_

## Atividade 6

Construa o programa necessário para que o drone siga o trajeto apresentado na figura. Preste bem atenção na forma e sentido dos gráficos, pois apresentam algumas peculiaridades já abordadas pelo professor. Como exibido na parte superior da figura, com o primeiro conjunto de movimentos o drone deve passar por todos os aros suspensos em movimentos horizontais ( $xy$ ), na parte inferior deve passar pelos três aros finais com movimentos verticais ( $xz$ ) e pousar sobre a cruz localizada abaixo do terceiro aro, como apresentado na visão lateral da imagem menor. Devem obrigatoriamente ser utilizados dois conjuntos de movimentos senoidais, um para cada um dos segmentos principais de movimento (ida e volta), podendo usar deslocamentos adicionais para ajustar a nova posição do drone antes do segundo conjunto de movimentos. As dimensões e medidas necessárias para os cálculos devem ser coletadas pelo grupo diretamente na área reservada para os drones utilizando as trenas disponíveis no laboratório.



Após isso determine os dados abaixo, explicando a proporcionalidade utilizada para cada  $2\pi$ :

Função 1: \_\_\_\_\_  
 Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_  
 Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_

Função 2: \_\_\_\_\_  
 Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_  
 Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_

## Apêndice B – Roteiro da Oficina 04

**Título da oficina:** Funções trigonométricas com programação de drones – II

**Duração:** 3 horas

**Local:** LEPEP ÍCARO

### Conteúdo

Estudo da função trigonométrica do cosseno, apresentando a sua definição e o gráfico denominado cossenoide.

### Subsúncios necessários

O aluno deve possuir conhecimentos prévios sobre trigonometria na circunferência, sobre funções, em especial a função seno, e sobre programação de drones.

### Objetivos

- Definir a função trigonométrica cosseno e sua utilização;
- Compreender o papel das constantes envolvidas no cálculo da função trigonométrica;
- Modelar fenômenos através das funções trigonométricas.
- Possibilitar a aprendizagem significativa por meio da relação entre os conceitos sobre programação de drones com aplicação prática do conteúdo sobre função seno e cosseno.

### Materiais e Métodos

- Materiais – 3 kits de drones DJI Tello, cercado para drones, 15 óculos de proteção de policarbonato, trenas, réguas, projetor multimídia, lousa, pincel, computadores para uso dos participantes da oficina com sistema operacional MacOS-X e com a versão 2.0 da linguagem de programação Scratch instalada e a última versão disponível da DroneBlocks. Extensão para programação de drones no Scratch.
- Método – Os alunos trabalharão em três grupos de até cinco componentes, selecionados por afinidade entre os participantes (verificar se haverá alguma alteração solicitada pelos participantes ou se serão mantidos os grupos da oficina anterior). Cada grupo terá uma bancada com cinco computadores, cinco óculos de proteção, um drone com três baterias e um carregador (cada bateria possibilita aproximadamente 13 minutos de uso do drone) além de componentes adicionais para os drones (hélices, motores e ferramentas). Haverá uma fila de uso da área de testes (cercado para os drones) a qual somente poderá ser utilizada pelo grupo que estiver com o código da missão do drone concluído e revisado. O professor de matemática explanará os conceitos básicos do conteúdo abordado, intercalando com propostas de atividades de fixação com uso dos drones. Tempo de duração – 3 horas com intervalo de 20 minutos.

### Tópicos abordados

- Função cosseno e suas características
- Resolução de exercícios de fixação sobre seno e cosseno

Os tópicos serão abordados simultaneamente com atividades de fixação a serem realizadas pelos estudantes em grupos, envolvendo desafios com drones que devem ser resolvidos mediante programação de missões, prevendo:

- Deslocamento no espaço  $(x, y, z)$  utilizando conceitos de trigonometria apresentados pelo professor e conhecimento sobre programação de drones
- Execução de percurso e pouso em alvo determinado
- Construção de fórmulas trigonométricas para representação do movimento do drone no espaço
- Desvio de obstáculos e atingimento de objetivo mediante uso das funções seno e cosseno

### Resultados esperados

- No final da oficina os participantes dos grupos deverão ter compreendido os conceitos envolvidos pela função cosseno e suas possibilidades de aplicação.
- Espera-se estruturação de novos subsunçores à estrutura cognitiva do aluno, propiciando aprendizado significativo tanto com relação à trigonometria quanto à programação de drones.
- Espera-se também uma situação prazerosa de aprendizagem, mediada pela interação entre os integrantes dos grupos e o uso de drones e programação em uma disciplina onde a utilização de tais recursos não é comum.

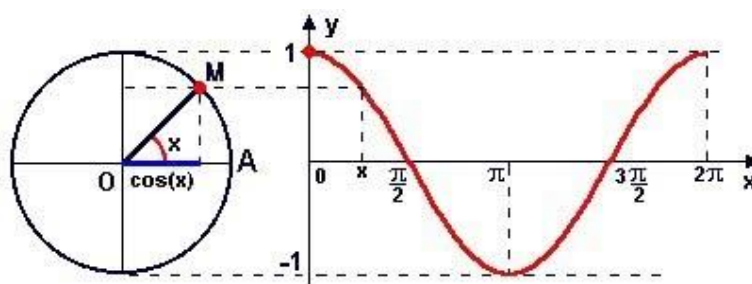
### Resumo do conteúdo abordado

#### Função Cosseno

Definimos com função cosseno a função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , que associa cada número real  $x$  ao correspondente cosseno de  $x$ , ou seja,  $f(x) = \cos x$ .

Observe o gráfico de  $f(x) = \cos(x)$  para  $x \in [0, 2\pi]$ .

**Figura 1:** O segmento  $Ox$ , que mede  $\cos(x)$ , é a projeção do segmento  $OM$  sobre o eixo horizontal  $OX$ .



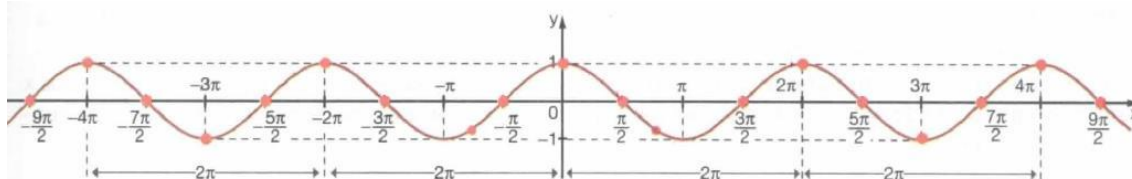
Fonte: <http://www.uel.br/projetos/matessencial/trigonometria/trigo07.htm>

Características da função:

- O domínio de  $f$  é o conjunto dos números reais:  $D(f) = \mathbb{R}$ ;
- A imagem de  $f$  corresponde ao intervalo  $[-1, 1]$ :  $Im = [-1, 1]$ ;
- Valor máximo  $\Rightarrow y = 1$ ;
- Valor mínimo  $\Rightarrow y = -1$ ;
- $f$  é periódica e o período é  $2\pi$ :  $P = 2\pi$ ;
- O gráfico de função  $f$  é uma curva denominada cossenoide.

Construindo o gráfico  $f(x)=\cos(x)$  para todo o domínio, temos:

**Figura 2:** gráfico de  $f(x)=\cos(x)$  para todo o domínio.



**Fonte:** notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

O gráfico da função cosseno é semelhante ao da função seno transladado  $\pi/2$  unidades para a esquerda.

### Função $f(x) = a + b \cdot \cos(cx + d)$

A função definida por  $f(x) = a + b \cdot \cos(cx+d)$ , sendo  $a, b, c$  e  $d$  números reais com  $b \neq 0$  e  $c \neq 0$ , é chamada de função do tipo trigonométrica, tal como a função seno, e muitas delas estão relacionadas a fenômenos periódicos.

São exemplos de funções do tipo trigonométricas:

$$f(x)=2+\text{sen}(x)$$

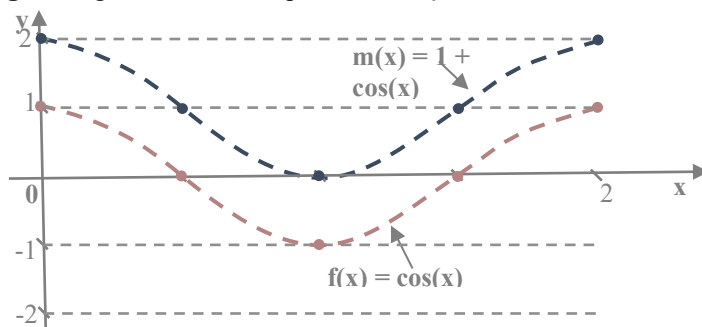
$$g(x)=5\cos(x)$$

$$h(x)=3\text{sen}2(x)$$

Essas funções têm características semelhantes a  $f(x)=\cos(x)$  e  $g(x)=\text{sen}(x)$ . As constantes  $a, b$  e  $c$  estão relacionadas a essas características da seguinte forma:

- A constante “a” translada o gráfico da função em  $|a|$  unidades para cima se  $a>0$ , ou para baixo se  $a<0$ . A constante  $a$  altera a imagem da função, conforme pode ser observado na figura.

**Figura 3:** gráfico com exemplos de alteração na constante a.



Onde:

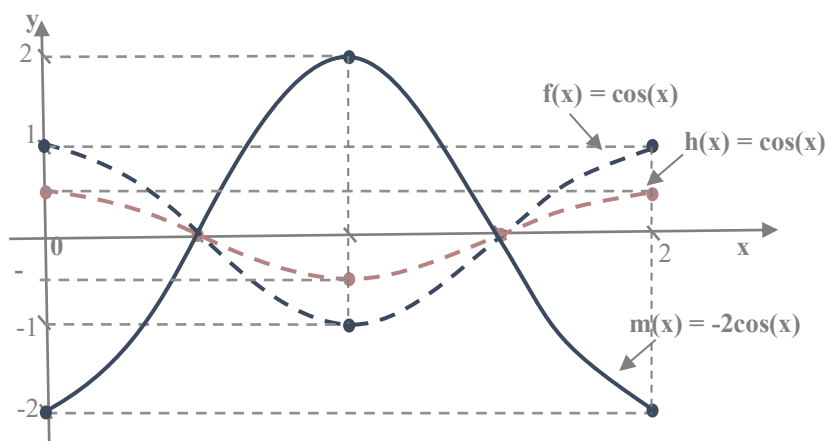
$$\text{Im}(f)=[-1,1]$$

$$\text{Im}(m)=[0,2]$$

**Fonte:** adaptado de notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

- A constante “b” amplia verticalmente o gráfico da função se  $|b|>1$  e comprime verticalmente se  $|b|<1$ . A constante b também altera a imagem da função. Observe a seguir.

**Figura 4:** gráfico com exemplos de alteração na constante b.



**Fonte:** adaptado de notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

Onde:

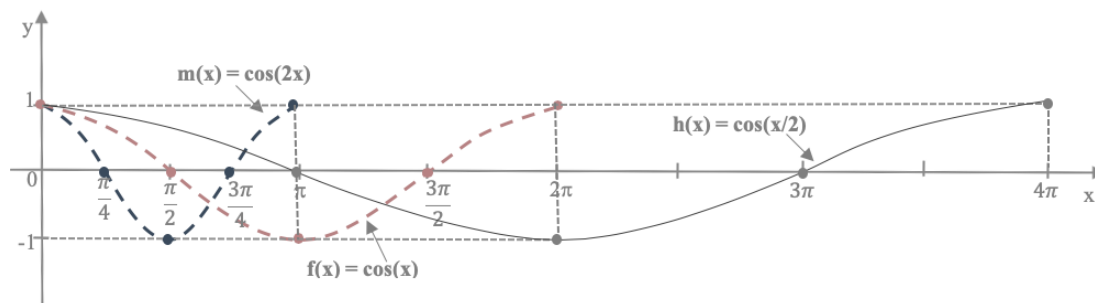
$$\text{Im}(f)=[-1,1]$$

$$\text{Im}(m)=[-2,2]$$

$$\text{Im}(h)=[-1/2, 1/2]$$

- A constante “c” amplia o período da função se  $|c|<1$  e comprime se  $|c|>1$ , com um novo período  $p=\pi/|c|$ , sendo  $\pi$  o período da função trigonométrica correspondente.

**Figura 5:** gráfico com exemplos de alteração na constante c.



**Fonte:** adaptado de notas de aula da disciplina de matemática do IFFAR – FW – Técnico em Informática – segundo ano – Prof. Cleber M. D. Porciuncula.

Onde:



$$p_f = 2\pi$$

$$p_m = \frac{p_f}{|c|} = \frac{2\pi}{|2|} = \pi$$

$$p_n = \frac{p_f}{|c|} = \frac{2\pi}{|\frac{1}{2}|} = 4\pi$$

- Se  $d = 0$  a função cosseno passa pelo ponto  $(0, a + b)$  ou  $(0, a - b)$ , dependendo do sinal do parâmetro  $b$ .

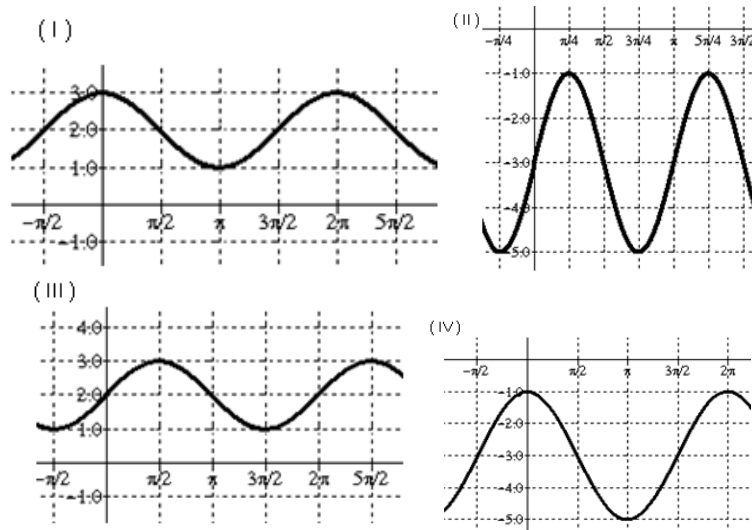
### Exercícios de fixação a serem realizados em conjunto com o professor

1. Faça o esboço do gráfico e determine o domínio, período e a imagem das funções:

a)  $y = -\cos(x)$                       b)  $y = 3 - \cos(x)$                       c)  $y = 1 + 2\cos(x)$

2. Associe cada gráfico a seguir com a função trigonométrica dada.

( )  $f(x) = -3 + 2\cos(x)$       ( )  $f(x) = 2 + \cos(x)$       ( )  $f(x) = -3 + 2\sin(2x)$       ( )  $f(x) = 2 + \sin(x)$



3. Calcule a diferença entre os valores máximos e mínimos de cada função.

a)  $f(x) = 3 - 2\sin\left(\frac{\pi}{2}x\right)$

b)  $g(x) = -1 + \frac{1}{4}\cos(3x)$

4. Durante o mês de janeiro, a quantidade de litros de sorvete vendida por dia em certa sorveteria pode ser descrita pela função

$$s(d) = 80 - 40\cos\left[\frac{\pi}{15}(d - 1)\right]$$

em que  $d$  é o dia do mês, e  $s$  é a quantidade de litros de sorvete.

- Em qual dia do mês foi vendida a maior quantidade de litros de sorvete?
- Quantos litros foram vendidos?

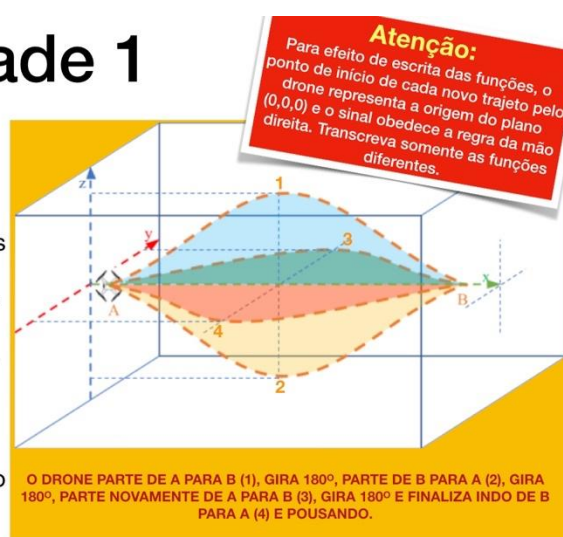
# Drones

## Funções Seno e Cosseno

### Atividade 1

Construa o programa necessário para que o drone siga os trajetos tracejados em laranja entre os pontos A e B conforme a figura, utilizando movimentos cossenoidais. Lembre de respeitar os limites impostos pela área de uso dos drones e, caso seja necessário, podem ser tiradas medidas adicionais do espaço para auxiliar nos cálculos. Após o quarto deslocamento (em movimentos de ida e volta), o drone estará de volta ao ponto de partida e deverá realizar o pouso.

Após isso determine os dados abaixo, informando a proporcionalidade utilizada para cada  $\pi$ :

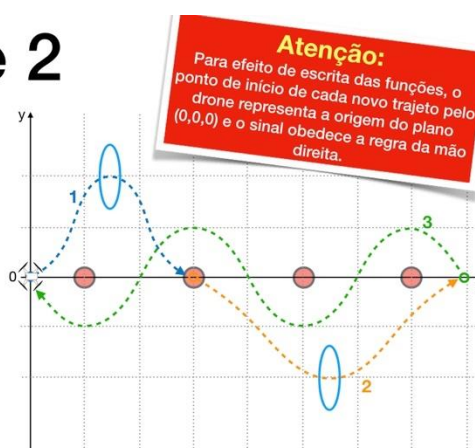


Funções: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  
 Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_ Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_ Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_  
 Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_  
 Proporcionalidade utilizada:  $\pi =$  \_\_\_\_\_ cm Proporcionalidade utilizada:  $\pi =$  \_\_\_\_\_ cm Proporcionalidade utilizada:  $\pi =$  \_\_\_\_\_ cm

### Atividade 2

Construa o programa necessário para que o drone siga os 3 trajetos apresentados na figura. Deve seguir o trajeto em 1 e 2, passando por dentro dos dois aros suspensos e, após, deve seguir o trajeto 3, contornando os obstáculos no solo. Devem ser utilizados movimentos senoidais e cossenoidais conforme a necessidade (uma função para cada um dos segmentos - azul, laranja e verde) podendo usar deslocamentos adicionais para ajustar a altura no início, para se nivelar com os aros suspensos, e antes do terceiro conjunto de movimentos, para colocar o drone em uma altura intermediária dos obstáculos no chão. As dimensões e medidas necessárias para os cálculos devem ser coletadas pelo grupo diretamente na área reservada para os drones utilizando as trenas disponíveis no laboratório.

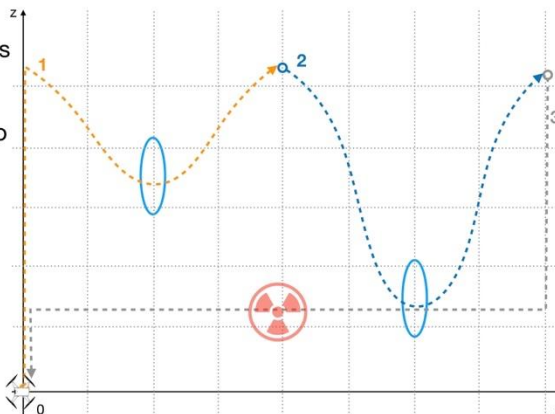
Após isso determine os dados abaixo, informando a proporcionalidade utilizada para cada  $\pi$ :



Funções: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  
 Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_ Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_ Domínio: \_\_\_\_\_ Imagem: \_\_\_\_\_  
 Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_\_\_ Amplitude: \_\_\_\_\_  
 Proporcionalidade utilizada:  $\pi =$  \_\_\_\_\_ cm Proporcionalidade utilizada:  $\pi =$  \_\_\_\_\_ cm Proporcionalidade utilizada:  $\pi =$  \_\_\_\_\_ cm

## Atividade 3

Crie o código necessário para fazer o drone executar um conjunto de movimentos cossenoidais que lhe possibilite passar pelos dois aros suspensos conforme figura a seguir, a qual representa uma visão lateral da área de atuação do drone. Após a execução das funções, o drone deve executar o percurso 3, desviando possíveis obstáculos, e pousar no ponto de partida. As funções têm a origem (0,0,0) no início de cada trajeto - trajeto 1 no solo, trajeto 2 no final do trajeto 1- devendo representar todo o trajeto correspondente.



Após isso determine os dados abaixo, informando a proporcionalidade utilizada para cada  $\pi$ :

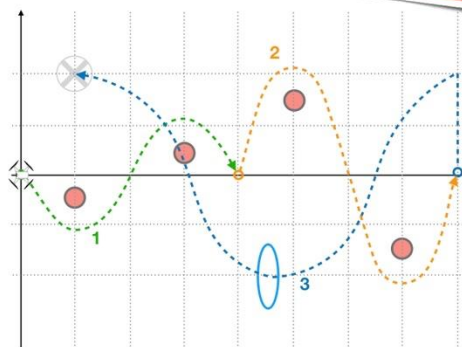
Funções: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Domínio: _____	Imagem: _____	Domínio: _____	Imagem: _____
Período: _____	Amplitude: _____	Período: _____	Amplitude: _____
Proporcionalidade utilizada: $\pi =$ _____ cm		Proporcionalidade utilizada: $\pi =$ _____ cm	

## Atividade 4

**Atenção:**  
Para efeito de escrita das funções, o ponto de início de cada novo trajeto pelo drone representa a origem do plano (0,0,0) e o sinal obedece a regra da mão direita.

Construa o programa necessário para que o drone siga os 3 trajetos apresentados na figura. Os percursos 1 e 2 devem ser executados perto do solo, desviando os obstáculos (círculos vermelhos). No percurso 3 o drone deve passar por dentro do aro suspenso, podendo usar deslocamentos adicionais para ajustar a altura no início do primeiro trajeto e antes do segundo conjunto de movimentos. As dimensões e medidas adicionais para os cálculos devem ser coletadas pelo grupo diretamente na área reservada para os drones, utilizando as trenas disponíveis no laboratório.



Após isso determine os dados abaixo, informando a proporcionalidade utilizada para cada  $\pi$ :

Funções: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Domínio: _____	Imagem: _____	Domínio: _____	Imagem: _____	Domínio: _____	Imagem: _____
Período: _____	Amplitude: _____	Período: _____	Amplitude: _____	Período: _____	Amplitude: _____
Proporcionalidade utilizada: $\pi =$ _____ cm		Proporcionalidade utilizada: $\pi =$ _____ cm		Proporcionalidade utilizada: $\pi =$ _____ cm	

## Apêndice C – Roteiro da entrevista

### Roteiro de Entrevista

Este roteiro de perguntas servirá como base para a entrevista semiestruturada da pesquisa. A entrevista será realizada em grupo e tem como objetivo dirimir dúvidas do pesquisador em determinados tópicos que possam não ter sido detectados pela observação dos participantes durante as oficinas.

Os sujeitos entrevistados serão os alunos do segundo ano do ensino médio Técnico em Informática do Instituto Federal Farroupilha de Frederico Westphalen, participantes do estudo. Haverá gravação de áudio visando somente auxiliar na transcrição das entrevistas. Todos os dados desta entrevista serão confidenciais e os nomes dos participantes serão resguardados.

O roteiro serve como um guia para o pesquisador, podendo ser alterado por ele durante o encontro, caso julgue necessário.

#### Sobre a metodologia adotada

1. Vocês compreenderam todas as atividades propostas nas oficinas?
2. Quais as maiores dificuldades enfrentadas (enunciados, sequência de atividades, metodologia, outras)?
3. O que vocês aprenderam com este projeto?
4. Acreditam que conseguem aplicar o conhecimento adquirido em outros contextos? Como?
5. Vocês se sentiram mais ou menos motivados para participar das aulas?
6. Você acha que deu o seu melhor para desenvolver este trabalho?
7. Vocês gostam de trabalhar em grupo? Por quê?
8. De que forma trabalhar em grupo contribuiu/atrapalhou?
9. Os colegas foram solícitos e participativos?
10. As tarefas foram divididas conforme as preferências de cada um?
11. Qual é a importância de saber trabalhar em equipe?

#### Sobre a tecnologia utilizada

1. Vocês já tinham utilizado drones alguma vez?
2. O que acharam dessa ferramenta?
3. Foi fácil ou difícil a programação desses equipamentos?
4. Quais as dificuldades que vocês perceberam quanto à utilização desse recurso?
5. Vocês gostaram da(s) aula(s) com utilização desses recursos?
6. O que menos gostaram?
7. O que mais agradou?
8. Em sua opinião, vocês acham ser possível utilizar com mais frequência esse recurso tecnológico em sala de aula? Em quais disciplinas? De que forma?
9. Quem pretende continuar na área de exatas/informática?

## 7. Anexos

## Anexo I – TALE

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa USO DE DRONES COMO TECNOLOGIA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS STEM - Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas, coordenada pelo professor Dante Augusto Couto Barone, pesquisador e orientador do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE – fone: 51-3308-3986).

Com esta pesquisa, queremos saber se o uso de drones nas aulas, junto com uma forma mais prática de passar o conteúdo, usando técnicas educativas conhecidas como metodologias ativas, melhora de alguma maneira o aprendizado dos alunos em disciplinas como física e matemática.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os jovens que irão participar desta pesquisa têm de 15 a 17 anos de idade.

A pesquisa será feita no prédio dos cursos de Informática do Instituto Federal Farroupilha de Frederico Westphalen, onde os alunos realizarão atividades de sala de aula em laboratório preparado para trabalhar com os drones (Lab. 306). Para isso, serão usados microdrones, que são considerados seguros, mas é possível ocorrer algum tipo de ferimento leve, uma vez que esses drones possuem hélices que giram em alta velocidade apesar de terem motores de baixa potência. Para evitar esse tipo de acidente, os drones serão sempre ativados dentro de uma área de contenção, separados dos usuários por rede de proteção e os alunos utilizarão óculos de proteção de policarbonato. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones que estão informados no começo do texto; mas há coisas boas que podem acontecer como aprender a programar drones, usar drones para aprender o conteúdo de uma forma diferente e divertida e melhorar suas habilidades de trabalhar em equipes.

A pesquisa ocorrerá na forma de oficinas com duração aproximada de três horas cada. Todos os alunos que aderirem ao projeto participarão de duas oficinas com os drones, além de um momento anterior onde aprenderão a programar e controlar esses equipamentos. Durante as oficinas, envolvendo conteúdo de uma disciplina regular do curso (provavelmente física ou matemática) os alunos desenvolverão projetos para solução de problemas propostos pelo professor com uso de drones, podendo ter algum tipo de avaliação antes e/ou após o experimento. No final do estudo, os alunos participarão de uma entrevista em grupos com os colegas, a qual servirá para que o pesquisador possa tirar algumas dúvidas sobre as observações das atividades. Nesse momento, e também durante as oficinas, haverá registro de vídeo e áudio por gravador, com

objetivo único de subsidiar o pesquisador na coleta de dados, uma vez que é muito difícil acompanhar o desenvolvimento das atividades dos alunos simultaneamente. Esse material será utilizado somente para facilitar a compreensão e análise dos objetivos da pesquisa, sendo armazenado pelo pesquisador pelo prazo de cinco anos, durante os quais o você ou seu(sua) responsável poderão requerer cópia da entrevista em que houve participação.

As atividades ocorrerão durante os dias reservados no calendário acadêmico para participação dos alunos em atividades complementares de ensino, pesquisa e extensão, no período da tarde. Assim não afetarão o andamento das aulas nem impactarão no descanso dos alunos.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados em uma Tese de Doutorado, além de artigos científicos, periódicos e eventos da área, mas sem identificar os jovens que participaram.

Se você ou os responsáveis por você tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou riscos relacionados ao estudo, você deve contatar o(a) responsável por esta pesquisa, Dante Augusto Couto Barone, do PPGIE do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na educação (CINTED) da UFRGS, telefone: (51) 3308.3986, ou Igor Yepes, do Instituto federal farroupilha de Frederico Westphalen, telefone: (55) 3744.8967.

Da mesma forma, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. O CEP por intermédio do telefone (51) 3308.3738.

Agradecemos a sua autorização e colocamo-nos à disposição para esclarecimentos adicionais.

### **CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO**

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa DRONES COMO TECNOLOGIA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS STEM - Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Frederico Westphalen, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

---

Assinatura do participante

---

Assinatura do coordenador da pesquisa



**Anexo II – TCLE****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
PAIS OU RESPONSÁVEIS**

**PESQUISA:** USO DE DRONES COMO TECNOLOGIA PEDAGÓGICA EM DISCIPLINAS STEM - Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas

**COORDENAÇÃO:** Dante Augusto Couto Barone

**NATUREZA DA PESQUISA:** Seu(sua) filho(a) – ou adolescente sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) a participar desta pesquisa que tem como finalidade investigar a viabilidade do uso de drones como tecnologia pedagógica no ensino de disciplinas de áreas científicas e tecnológicas. Este projeto foi aprovado pela Comissão de Pesquisa do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **PARTICIPANTES DA PESQUISA:** Participarão desta pesquisa em torno de 30 pessoas, todos alunos do segundo ano do curso de Técnico em Informática do Instituto Federal farroupilha de Frederico Westphalen. **ENVOLVIMENTO NA PESQUISA:** Ao participar deste estudo, seu(sua) filho(a) – ou adolescente sob sua responsabilidade participará de uma série de oficinas que ocorrerão no prédio dos cursos de Informática do Instituto Federal Farroupilha de Frederico Westphalen, onde os alunos realizarão atividades de sala de aula (oficinas) em laboratório preparado para trabalhar com os drones (Lab. 309). Para isso serão usados microdrones, com dimensões aproximadas de 10cm x 10cm, especialmente desenvolvidos para uso com crianças e jovens. As oficinas terão duração aproximada de três horas cada. As atividades ocorrerão durante os dias reservados no calendário acadêmico para participação dos alunos em atividades complementares de ensino, pesquisa e extensão, no período da tarde. Assim não afetarão o andamento das aulas nem impactarão no descanso dos alunos. Todos os alunos que aderirem ao projeto participarão de duas oficinas com os drones, além de um momento anterior onde aprenderão a programar e controlar esses equipamentos. Durante as oficinas, envolvendo conteúdo de uma disciplina regular do curso (matemática) os alunos desenvolverão projetos para solução de problemas propostos pelo professor com uso de drones, podendo ter algum tipo de avaliação antes e após o experimento. No final do estudo, os alunos participarão de uma entrevista em grupos com os colegas, a qual servirá para que o pesquisador possa tirar algumas dúvidas sobre as observações das atividades. Nesse momento, e também durante as oficinas, haverá registro de vídeo e áudio, com objetivo único de subsidiar o pesquisador na coleta de dados, uma vez que é muito difícil acompanhar o desenvolvimento das atividades dos alunos simultaneamente. Esse material será utilizado somente para facilitar a compreensão e análise dos objetivos da pesquisa, sendo armazenado pelo pesquisador pelo prazo de cinco anos, durante os quais o participante ou o responsável poderão requerer cópia da entrevista em que houve participação. Você tem a liberdade de se recusar a autorizar o jovem a participar; e o jovem tem a liberdade de desistir de participar em qualquer momento que decida sem qualquer prejuízo. No entanto solicitamos sua colaboração para que possamos obter melhores resultados da pesquisa. Sempre que o(a) Senhor(a) e/ou o adolescente queiram mais informações sobre este estudo podem entrar em contato diretamente com o Prof. Dante Augusto Couto Barone pelo número (51)3308.3986. **SOBRE A AVALIAÇÃO:** Haverá uma breve avaliação antes e após as oficinas com finalidade única de respaldar os dados da pesquisa.

Serão propostos aos alunos participantes da pesquisa alguns questionamentos sobre o conteúdo abordado nas oficinas, servindo somente para reforçar as observações dos pesquisadores sobre a viabilidade do uso de drones na educação. **RISCOS E DESCONFORTO:** a participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem e os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade. Ressalta-se o fato de que os drones são considerados seguros, uma vez que são desenvolvidos para uso com crianças, contudo, é possível ocorrer algum tipo de ferimento leve uma vez que esses drones possuem hélices que giram em alta velocidade apesar de terem motores de baixa potência. Para evitar ao máximo qualquer tipo de acidente, os drones serão sempre ativados dentro de uma área de contenção, separados dos usuários por rede de proteção e os alunos utilizarão óculos de proteção de policarbonato. **CONFIDENCIALIDADE:** Todas as informações coletadas nesta investigação são estritamente confidenciais porque, acima de tudo, interessam os dados coletivos e não aspectos particulares de cada jovem. Os dados coletados nesta pesquisa serão armazenados em mídia digital por um período mínimo de 5 (cinco) anos. **BENEFÍCIOS:** Ao participar desta pesquisa, o jovem não terá nenhum benefício direto além de aprender a trabalhar com programação de drones e vivenciar um momento diferente da sala de aula tradicional; entretanto, esperamos que futuramente os resultados deste estudo sejam usados em benefício de outros jovens. **PAGAMENTO:** Seu(sua) filho(a) – ou adolescente sob sua responsabilidade não terá nenhum tipo de despesa por participar deste estudo, bem como não receberá nenhum tipo de pagamento por sua participação.

Após esses esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para que seu(sua) filho(a) – ou adolescente sob sua responsabilidade – participe desta pesquisa.

### CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, afirmo que recebi uma cópia deste termo de consentimento, sendo a outra encaminhada de volta ao pesquisador, e atesto que li e autorizo meu filho/minha filha – ou adolescente sob minha responsabilidade – a participar desta pesquisa.

---

Nome do adolescente

---

Nome do responsável

---

Assinatura do responsável

---

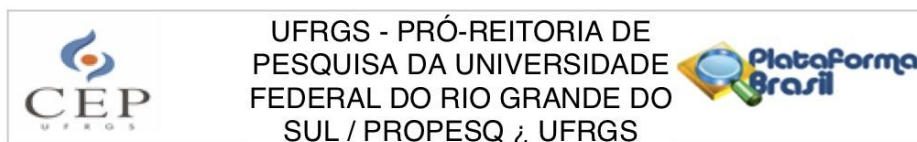
Local e data

---

Coordenador(a) da pesquisa

Agradecemos a sua autorização e colocamo-nos à disposição para esclarecimentos adicionais. O pesquisador responsável por esta pesquisa é o Prof. Dr. Dante Augusto Couto Barone do PPGIE do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) da UFRGS. Caso queiram contatar a equipe, podem entrar em contato diretamente com Prof. Dr. Dante Barone da UFRGS pelo fone (51) 3308.3986 ou com o Prof. MSc. Igor Yepes do Instituto Federal Farroupilha de Frederico Westphalen pelo telefone (55) 3744.8967. Maiores informações podem ser obtidas com o Comitê de Ética em Pesquisa UFRGS (51) 3308.3738.

## Anexo III – Parecer consubstanciado do CEP – UFRGS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** USO DE DRONES COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO EM DISCIPLINAS STEM - Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas

**Pesquisador:** Dante Augusto Couto Barone

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 19724619.8.0000.5347

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.601.185

#### Apresentação do Projeto:

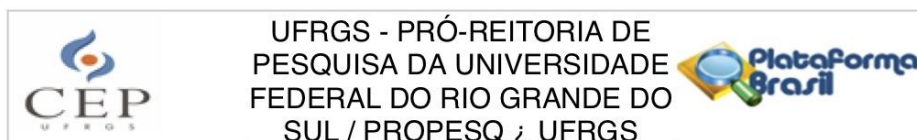
Trata-se de projeto de pesquisa que visa uma análise qualitativa da utilização de uma plataforma de ensino baseada em drones. Envolve a coleta de dados com alunos e professores do ensino técnico integrado ao ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, localizado em Frederico Westphalen/RS. No desenvolvimento da pesquisa, será aplicada uma plataforma de robótica educativa baseada em drones, juntamente com um conjunto de atividades pensadas com auxílio de professores de disciplinas de áreas STEM (do inglês, "Science, Technology, Engineering and Mathematics"). As coletas de dados incluem intervenções em forma de oficinas em sala de aula de uma turma de participantes alunos (30 alunos). Instrumentos de coleta de dados incluem observações, aplicações de questionários (testes) e entrevistas.

#### Objetivo da Pesquisa:

Conforme apresentado no projeto.

O objetivo geral deste trabalho engloba a verificação de efetividade do uso de uma plataforma de robótica educativa com drones, que se apoie em metodologias ativas e que servirá como base para avaliar a possibilidade de aprendizado significativo por parte do aprendiz, em disciplinas de áreas STEM.

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

Como objetivos específicos temos:

- levantar as possibilidades de geração de conhecimento que possam ser propiciadas pelo uso de drones como instrumentos pedagógicos com auxílio do professor;
- elaborar, juntamente com o professor e nos temas selecionados, um conjunto de atividades que atendam os requisitos para aprendizagem significativa mediante ABP com uso da plataforma;
- propor módulos de interesse para complemento da plataforma, de maneira a dar maior flexibilidade nas configurações de montagem dos cenários de resolução de problemas, incentivando a criatividade;
- realizar intervenções na forma de oficinas com os alunos, de forma a testar e validar as atividades com uso da plataforma conforme proposta metodológica deste trabalho; efetuar a análise crítica dos dados coletados.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

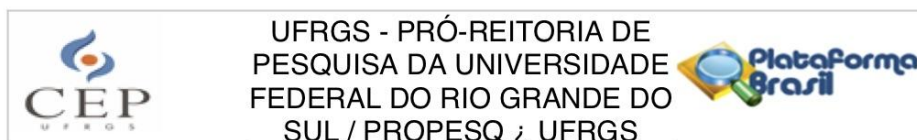
- Riscos

Segue a descrição dos riscos apresentada:

"

Com relação aos drones a plataforma oferece riscos mínimos na sua utilização por professores e alunos, contudo, como utiliza hélices e motores, sempre há algum risco de ferimento, motivo pelo qual devem ser respeitadas as orientações repassadas em relação à segurança e será necessário uso de óculos de proteção sempre que for necessário o acionamento de motores - por se tratar de microdrones com motores de baixa potência, não há perigo de cortes com as hélices, mas existe possibilidade de ferimentos caso a hélice em movimento atinja os olhos. Pelo uso de baixa voltagem na parte eletrônica, não há riscos previstos com relação a choques elétricos. Em complementação, sempre há probabilidade de acidentes comuns à sala de aula (quedas, deslizos, tropeços, etc.) além da possibilidade eventual de perda de interesse pelo tema por parte dos estudantes. Este estudo não aborda informações de caráter sensível, não tendo interesse em particularidades dos participantes ou situação econômico-social, mantendo em sigilo dados

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

personais e garantindo a anonimidade dos participantes.

"

O projeto completo, apresenta procedimentos para a minimização dos riscos, mais especificamente, daqueles relacionados ao uso da plataforma robótica.

#### - Benefícios

São apresentados benefícios indiretos e diretos à participação na pesquisa. Resumidamente, como benefícios diretos há o contato com tecnologia atual no contexto educacional e como benefício indireto a colaboração com a produção acadêmico-científica.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está organizado conforme a descrição das etapas a seguir.

#### 1. Revisão bibliográfica.

Etapa de revisão bibliográfica comum a pesquisas acadêmica. Esta etapa não inclui coleta de dados com participantes.

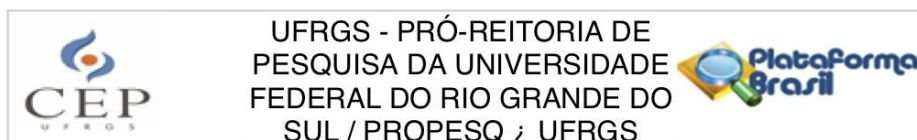
#### 2. Estudo preliminar.

Execução de um estudo preliminar visando levantar as possibilidades pedagógicas do uso de drones na robótica educativa junto com o professor, servindo para a definição de um conjunto básico de atividades passíveis do uso de drones no contexto educativo (primordialmente no contexto de Física e Matemática), com abordagem relativa a tópicos curriculares das disciplinas.

#### 3. Análise dos dados coletados no estudo preliminar.

Com base nas propostas de atividades/problemas levantados, analisar sua viabilidade para implementação com a plataforma e definir seus respectivos componentes adicionais e possibilidades de configuração.

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

#### 4. Projeto da plataforma aplicada.

Projeto e construção da plataforma, contendo o drone, com adição dos elementos complementares pertinentes às propostas de atividades levantadas.

#### 5. Construção de questionários testes.

Definição do pré-teste e do pós-teste que serão aplicados aos estudantes participantes da pesquisa, com base nos conteúdos que serão abordados nas intervenções com a plataforma.

#### 6. Oficinas 1.

Intervenção em sala de aula com o GE (15 participantes alunos), abordando tópicos específicos do conteúdo com auxílio da plataforma desenvolvida com o acompanhamento do professor responsável pela turma.

#### 7. Oficinas 2.

Intervenção em sala de aula com o GC, com aula tradicional (sem uso de drones) mediante aplicação dos testes referentes ao mesmo conteúdo abordado com o GE.

#### 8. Oficinas 3.

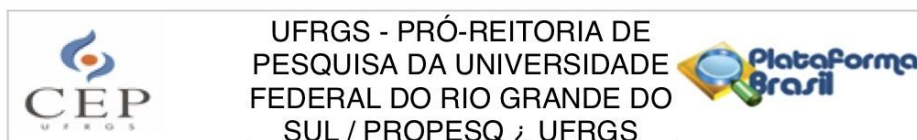
Em uma nova oferta de oficinas, será realizada a inversão dos componentes dos grupos (GE  $\leftrightarrow$  GC), propiciando intervenção com um novo conteúdo.

#### 9. Correção dos testes realizados.

#### 10. Análise dos resultados.

Análise das observações do pesquisador, das entrevistas e demais dados levantados, possibilitando a verificação da proposição apresentada e do atingimento dos objetivos desta

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

proposta.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

- Cartas de anuência

São apresentadas:

- Carta de anuência do coordenador do LEPEP/ÍCARO (laboratório de ensino onde ocorrerão as coletas de dados com participantes alunos). Observa-se que o coordenador Igor Yepes é parte da equipe de pesquisa do projeto em questão.

- Carta de anuência da direção de ensino do IF Farroupilha, Campus Frederico Westphalen.

- TCLE

É apresentado TCLE para os responsável de participantes menores de idade.

- TALE

É apresentado TALE para os participantes menores de idade.

- TCUD

Não se aplica.

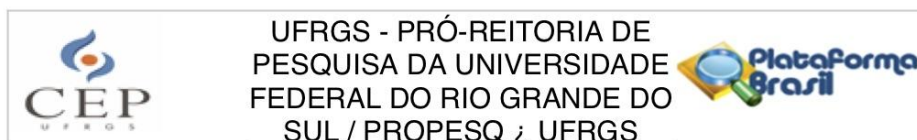
**Recomendações:**

\*\*\* REF. VER. 2 \*\*\*

2.1) Da leitura do projeto, entende-se que as menções a professores restringem-se aos

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br





Continuação do Parecer: 3.601.185

professores cadastrados na equipe de pesquisa. Caso este não seja o caso, deve-se informar este CEP e providenciar as adequações conforme a inclusão de participantes e/ou colaboradores.

[Em carta resposta, confirmou-se este entendimento.]

2.2) Recomenda-se remover os timbres das instituições participantes no projeto, buscando-se diminuir o peso destas na decisão sobre o consentimento ou assentimento na participação.

[Recomendação acatada.]

\*\*\* REF. VER. 3 \*\*\*

No caso de um estudante não assentir ou não obter o consentimento, faz-se necessário excluí-lo das oficinas? Recomenda-se avaliar a possibilidade de continuar oferecendo as oficinas para o estudante para fins de ensino, garantindo que seus dados não sejam coletados para fins da pesquisa.

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

\*\*\* PENDÊNCIAS REF. VERSÃO 1 \*\*\*

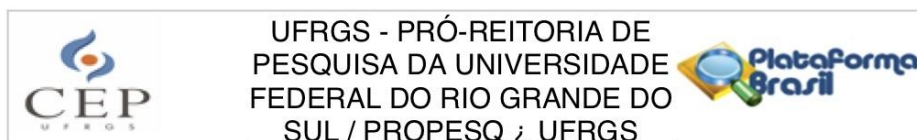
O CEP-UFRGS não avalia projetos de pesquisa com coleta de dados já realizadas (ou em andamento). Desta forma, para a avaliação, faz-se necessário maiores esclarecimentos sobre a etapa de pesquisa 2. (veja descrição da Seção 6.1 do projeto completo). Tal etapa conta com a participação de professores de áreas STEM e especialistas na área de educação e, conforme cronograma apresentado, já teria ocorrido. [PENDÊNCIA ATENDIDA. Conforme carta resposta encaminhada e alterações no projeto, esclarece-se que foi realizado levantamento informal da disponibilidade de professores colaborarem no projeto. Desta etapa, o Prof. Cleber Mateus Duarte Porciúncula foi incluído na equipe de pesquisa. Desta forma, entende-se que as menções a professores no projeto se restringem aos professores cadastrados na equipe de pesquisa. Caso este não seja o caso, solicita-se informar este CEP.]

\*\*\* PENDÊNCIAS REF. VERSÃO 2 \*\*\*

2.1) Descrever os procedimentos de convite à participação na pesquisa.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

2.2) Descrever os procedimentos de tomada de consentimento e assentimento à participação na pesquisa.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.3) Entendendo-se que as atividades de coletas de dados ocorrerão em período letivo, deve-se esclarecer como se dará o tratamento a estudantes que não tenham consentimento/assentimento ou venham a desistir na participação.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA. Nesta questão, segue a recomendação descrita acima.]

2.4) Instrumentos e procedimentos de coleta de dados.

2.4.1) Apresentar o roteiro das oficinas a serem realizadas nas coletas de dados.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.4.2) Apresentar os testes (pré-testes e pós-testes) que serão aplicados aos participantes do projeto.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.4.3) Apresentar o roteiro da entrevista semiestruturada.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

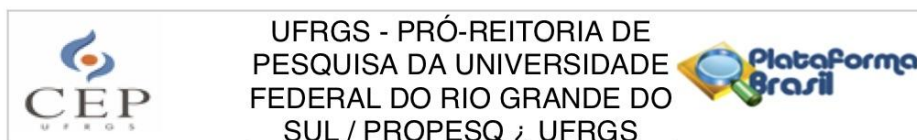
2.4.4) Esclarecer se o registro das coletas de dados contará com fotografias e/ou vídeos dos participantes.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.5) Riscos.

2.5.1) Tendo em vista a possibilidade de ocorrer acidentes (no contexto cotidiano de um ambiente escolar), deve-se descrever quais os procedimentos que serão adotados em caso de ocorrência.  
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.5.2) Tendo em vista os instrumentos de coleta de dados, identifica-se o risco de quebra de

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

confidencialidade e da privacidade dos participantes. Desta forma, solicita-se adicionar este risco à descrição dos riscos, bem como, os procedimentos que serão adotados para minimizá-lo. Recomenda-se a utilização de códigos alfanuméricos para na identificação de participantes.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

## 2.6) TCLE.

2.6.1) Adicionar a informação de que as coletas de dados serão gravadas.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.6.2) Adequar a frase "Você não terá nenhum tipo de despesa por participar deste estudo, bem como não receberá nenhum tipo de pagamento por sua participação." ao convidado à participação na pesquisa.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.6.3) Adicionar a informação de que o TCLE é aplicado em duas vias, sendo uma cópia para o pesquisador e outra para o responsável).

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

## 2.7) TALE.

2.7.1) Solicita-se remover os dois primeiros parágrafos de instruções: 1) "Para crianças e adolescentes ..."; 2) "O assentimento informado para a ...".

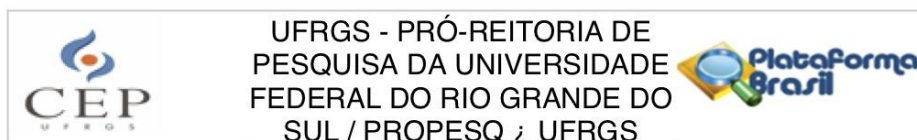
[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.7.2) Remover a frase "Seus pais e/ou responsáveis permitiram que você participasse deste estudo.". Observa-se que o assentimento do convidado independe do consentimento de seu responsável, mesmo que sem o consentimento o convidado não pode participar da pesquisa.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.7.3) O TALE menciona o pagamento de transporte à participantes que venham a morar longe do local de coleta de dados. Solicita-se esclarecer se as coletas de dados ocorrerão em horário letivo exclusivamente com participantes estudantes matriculados no Instituto Federal Farroupilha de

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.601.185

Frederico Westphalen. Caso contrário, deve-se adequar o projeto e deve-se prever no orçamento o pagamento do transporte para todos os participantes (não somente daqueles que morem longe). Tal informação deve ser adequada no TALE, bem como, estar no TCLE.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

2.7.4) Adicionar a informação de que as coletas de dados serão gravadas.

[PENDÊNCIA ATENDIDA.]

Tendo sido atendidas todas as pendências acima elencadas, recomenda-se a aprovação do projeto quanto às questões éticas. Ressalta-se, no entanto, a observação à recomendação (ref. versão 3) descrita na seção "Recomendações" deste parecer.

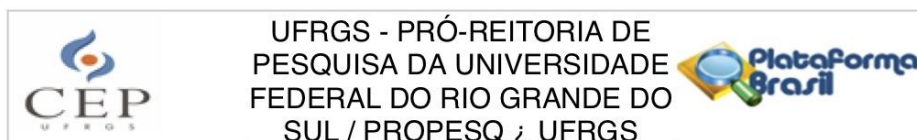
**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1385742.pdf	19/09/2019 00:46:06		Aceito
Outros	Carta_resposta002.pdf	19/09/2019 00:41:29	IGOR YEPES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Uso_Divulgacao_Dados.pdf	19/09/2019 00:32:57	IGOR YEPES	Aceito
Outros	RoteiroEntrevista.pdf	19/09/2019 00:29:56	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_4.pdf	19/09/2019 00:28:30	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_3.pdf	19/09/2019 00:28:07	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_2.pdf	19/09/2019 00:27:46	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_1.pdf	19/09/2019 00:27:20	IGOR YEPES	Aceito
Outros	PrePosTeste.pdf	19/09/2019 00:25:58	IGOR YEPES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLEPRv02.pdf	19/09/2019 00:23:43	IGOR YEPES	Aceito

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE  
PESQUISA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO GRANDE DO  
SUL / PROPEAQ UFRGS

Continuação do Parecer: 3.601.185

Justificativa de Ausência	TCLEPRv02.pdf	19/09/2019 00:23:43	IGOR YEPES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALeV02.pdf	19/09/2019 00:23:20	IGOR YEPES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesq002CEP_v03.pdf	19/09/2019 00:21:41	IGOR YEPES	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Assinada.pdf	26/08/2019 15:35:37	IGOR YEPES	Aceito
Outros	AprovacaoCOMPESQ2.pdf	23/08/2019 17:16:57	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Lattes_Cleber.pdf	23/08/2019 17:13:06	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Lattes_Igor.pdf	23/08/2019 17:12:52	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Lattes_Dante.pdf	23/08/2019 17:12:27	IGOR YEPES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoInfraestrutura.pdf	23/08/2019 17:10:29	IGOR YEPES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TAI.pdf	23/08/2019 17:09:38	IGOR YEPES	Aceito
Outros	AtaQualificacao.pdf	30/07/2019 17:32:23	IGOR YEPES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PORTO ALEGRE, 26 de Setembro de 2019

Assinado por:

**MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

## Anexo IV – Parecer consubstanciado do CEP - IFFar

INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA FARROUPILHA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** USO DE DRONES COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO EM DISCIPLINAS STEM -  
Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas

**Pesquisador:** Dante Augusto Couto Barone

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 19724619.8.3001.5574

**Instituição Proponente:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.653.695

#### Apresentação do Projeto:

Título da Pesquisa: USO DE DRONES COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO EM DISCIPLINAS STEM -  
Um enfoque voltado ao aprendizado significativo com metodologias ativas

Pesquisador Responsável: Dante Augusto Couto Barone

CAAE: 19724619.8.3001.5574

#### Objetivo da Pesquisa:

Conforme apresentado no projeto.

O objetivo geral deste trabalho engloba a verificação de efetividade do uso de uma plataforma de robótica educativa com drones, que se apoie em metodologias ativas e que servirá como base para avaliar a possibilidade de aprendizado significativo por parte do aprendiz, em disciplinas de áreas STEM.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão corretamente apresentados e dentro das prerrogativas da Resolução N° 466, de 12 de dezembro de 2012 e Resolução CNS 510/2016.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto já aprovado pelo CEP da UFRGS em 26 de Setembro de 2019, CAAE n° 19724619.8.0000.5347

**Endereço:** Rua Esmeralda, 355

**Bairro:** CAMOBI

**UF:** RS

**Município:** SANTA MARIA

**CEP:** 97.110-767

**Telefone:** (55)3217-0352

**E-mail:** cep@ffarroupilha.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA FARROUPILHA**



Continuação do Parecer: 3.653.695

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos estão devidamente apresentados.

**Recomendações:**

Incluir no TCLE E TALE garantia de ressarcimento em caso de danos decorrentes da pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Os termos obrigatórios estão corretamente apresentados.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	Carta_resposta002.pdf	19/09/2019 00:41:29	IGOR YEPES	Aceito
Outros	RoteiroEntrevista.pdf	19/09/2019 00:29:56	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_4.pdf	19/09/2019 00:28:30	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_3.pdf	19/09/2019 00:28:07	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_2.pdf	19/09/2019 00:27:46	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Roteiro_Oficina_1.pdf	19/09/2019 00:27:20	IGOR YEPES	Aceito
Outros	PrePosTeste.pdf	19/09/2019 00:25:58	IGOR YEPES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEPRv02.pdf	19/09/2019 00:23:43	IGOR YEPES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEv02.pdf	19/09/2019 00:23:20	IGOR YEPES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesq002CEP_v03.pdf	19/09/2019 00:21:41	IGOR YEPES	Aceito
Outros	AprovacaoCOMPESQ2.pdf	23/08/2019 17:16:57	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Lattes_Cleber.pdf	23/08/2019 17:13:06	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Lattes_Igor.pdf	23/08/2019	IGOR YEPES	Aceito

**Endereço:** Rua Esmeralda, 355

**Bairro:** CAMOBI

**CEP:** 97.110-767

**UF:** RS

**Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3217-0352

**E-mail:** cep@ifarroupilha.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA FARROUPILHA



Continuação do Parecer: 3.653.695

Outros	Lattes_Igor.pdf	17:12:52	IGOR YEPES	Aceito
Outros	Lattes_Dante.pdf	23/08/2019 17:12:27	IGOR YEPES	Aceito
Outros	AtaQualificacao.pdf	30/07/2019 17:32:23	IGOR YEPES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SANTA MARIA, 21 de Outubro de 2019

Assinado por:

**GIANCARLO BAZARELE MACHADO BRUNO**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Esmeralda, 355

**Bairro:** CAMOBI

**CEP:** 97.110-767

**UF:** RS

**Município:** SANTA MARIA

**Telefone:** (55)3217-0352

**E-mail:** cep@iffarroupilha.edu.br