

Amilton Rodrigo de Quadros Martins

UMA EXPERIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA  
EDUCACIONAL COMO PROVOCADORA DO ESTADO DE  
FLOW VISANDO POTENCIALIZAR A CAPACIDADE DE  
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A CRIATIVIDADE

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Educação do Programa de Pós Graduação em Educação, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação, sob a orientação do Professor Doutor Adriano Canabarro Teixeira.

Passo Fundo

2017



"A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida."

John Dewey (1959)

Início agradecendo ao meu orientador e amigo, Professor Adriano Canabarro Teixeira, meu maior incentivador pela tema da informática educativa, desde a graduação, há 15 anos atrás. Em relação ao suporte ao meu crescimento como professor e gestor, e apoio no doutorado sanduíche, agradeço à IMED e todos colegas que tanto estimo. Em relação ao doutorado, agradeço à Universidade de Passo Fundo, em especial ao PPGEduc – Programa de Pós Graduação em Educação, à Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa Taxa Capes que ofereceu vital apoio à minha formação. Em relação ao doutorado sanduíche em Roma, agradeço mais uma vez ao Programa PDSE/CAPES processo 88881.134685/2016-01, à Universidade Roma Tre, e aos Professores Roberto Maragliano e Mario Pireddu, meus coorientadores estrangeiros.

Por fim, os agradecimentos mais profundos: a Deus, mestre Jesus e todos irmãos de luz que me apoiam na difícil arte de ser humano; minha mãe Ivone e minha irmã Sandra, a quem devo a minha vida e o estímulo constante ao estudo; minha ex-companheira Chana, mulher de garra, que me apoiou em algumas das horas mais difíceis da minha vida, meu filho Calven, meu maior orgulho e imagem do que eu queria ter sido, e minha filha Julia, que é minha inspiração maior e carrega com ela o melhor de mim.

Somente me resta a gratidão e a esperança na educação, do verbo esperar, sonhando com uma sociedade justa, com os pés no chão e a mira na galáxia infinita.

## RESUMO

A presente pesquisa tem por objetivo compreender qual o potencial da Robótica Educacional provocar experiências de FLOW (Mihaly Csikszentmihalyi) e com isso desenvolver a criatividade, tendo como público-alvo, seis estudantes de 8º ano fundamental de uma escola pública de Passo Fundo-RS. Os instrumentos de coleta foram a aplicação do teste psicológico TCFI - Teste de Criatividade Figural Infantil, no início e final da pesquisa, além de observações, registros do nível de FLOW pelo instrumento ESM - *Experience Sample Method*, gravação de áudio e vídeo e grupos focais, durante a execução de 14 oficinas de Robótica Educacional utilizando a aprendizagem baseada em problemas - PBL. Após a análise do ESM, foi possível a identificação de experiências autotéticas de FLOW, e por meio do registro de áudio e vídeo, foram analisados os processos de inferência de hipóteses dos participantes, como é descrito pelas fases do Pensamento Reflexivo (John Dewey). Foram feitas análises gerais por oficina e por sujeito, além do detalhamento dos vídeos e grupos focais, obtendo como resultado a identificação das potencialidades e fragilidades da metodologia, propostas de melhorias e ajustes no material e tecnologia, além da identificação das estratégias mais assertivas de resolução de problemas usadas pelos estudantes. Os resultados do TCFI, apontaram evolução dos sujeitos em todas características criativas avaliadas, com grande destaque para “extensão dos limites” e “originalidade”. Por fim, as análises apontam para a metodologia criada e a Robótica Educacional como conjunto de alto potencial para promover pensamento reflexivo e experiências autotéticas de FLOW, e com isso desenvolver a criatividade.

**Palavras-chave:** Robótica Educacional. Teoria do FLOW. Criatividade.

## ABSTRACT

The present research aims to understand the potential of Educational Robotics to provoke FLOW experiences, founded by Mihaly Csikszentmihalyi, aiming to develop creativity. The instruments of research were the observation, audio and video recording, the application of psychological tests and focus groups, during the execution of 14 workshops of Educational Robotics in a class of 8º fundamental year, using problem-based learning - PBL. After analyzing the ESM - Experience Sample Method, it was possible to identify FLOW's autotelic experiences, and through audio and video recording, identify the participants hypothesis inference processes were analyzed in relation to the phases of John Dewey's reflective thinking. It was made analyzes from workshops and students, as well as the detailing of the videos and focus groups, resulting in the identification of potentialities and fragilities of the methodology, proposals for improvements and adjustments in material and technology, as well as the identification of the most assertive problem-solving strategies used by students. Also, the application of the TCFI - Teste de Criatividade Figural Infantil (Children's Figural Creativity Test), pointed out the students evolution in all creative characteristics evaluated, with great emphasis on the “extension of the limits” and “originality”. Finally, the analyzes point to the methodology created and Educational Robotics as a set of high potential to promote reflexive thinking and FLOW's autotelic experiences, developing the creativity.

**Palavras-chave:** Educational Robotics. FLOW theory. Creativity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Conjunto de forças que agem à favor do pensamento reflexivo.....	27
Figura 2: Processo de cinco fases do pensamento reflexivo.....	33
Figura 3: Lógica de Entropia Psíquica e Negaentropia Psíquica.....	39
Figura 4: Relação Desafio e Habilidade para o FLOW.....	43
Figura 5: Criatividade em 4 dimensões.....	57
Figura 6: Lógica do Pensamento Convergente e Pensamento Divergente.....	59
Figura 7: Estilo de Criatividade do modelo Creatix.....	62
Figura 8: Processo criativo proposto por Hiam.....	71
Figura 9: Ambiente de trabalho comentado do Scratch em português de Portugal.....	103
Figura 10: Ambiente de Programação do Arduino.....	106
Figura 11: Projeto composto de Arduino e demais sensores e atuadores.....	107
Figura 12: Metodologia da pesquisa de campo.....	120
Figura 13: Sistemática completa da Etapa Básica.....	122
Figura 14: Sistemática completa da Etapa Intermediária.....	123
Figura 15: Sistemática completa da Etapa Avançada.....	125
Figura 16: Gráfico de distribuição dos 4 canais.....	128

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Requisitos para Professor e Aluno: Ensino Tradicional e PBL.....	73
Quadro 2: Comparação do três modelos PBL.....	79
Quadro 3: Cronograma aplicação Pesquisa.....	116
Quadro 4: Comparação do três modelos PBL.....	127
Quadro 5: Comparação da intensidade de FLOW das 14 oficinas em cada um dos 6 momentos.....	129
Quadro 6: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 1.....	131
Quadro 7: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 2.....	133
Quadro 8: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 3.....	134
Quadro 9: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 4.....	135
Quadro 11: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 6.....	138
Quadro 12: Síntese das falas do grupo focal GF1.....	140
Quadro 13: Síntese das falas do grupo focal GF2.....	143
Quadro 14: Síntese das falas do grupo focal GF3.....	147
Quadro 15: Síntese das falas do grupo focal GF4.....	148
Quadro 16: Descrições e falas da dupla D1 na oficina OF8.....	151
Quadro 17: Descrições e falas da dupla D2 na oficina OF8.....	160
Quadro 18: Descrições e falas da dupla D3 na oficina OF9 – Parte 1.....	163
Quadro 19: Descrições e falas da dupla D3 na oficina OF9 – Parte 2.....	166

## **LISTA DE SIGLAS**

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

ESM – Experience Sample Method

GF1 a GF4 – Grupo focal 1 a Grupo focal 4

OF1 a OF14 – Oficina 1 a Oficina 14

PBL – Problem Based Learning

S1 a S6 – Sujeito 1 a Sujeito 6

TCFI – Teste de Criatividade Figural Infantil

QSE – Questionário Socioeconômico

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E TRABALHOS PREGRESSOS.....</b>	<b>11</b>
<b>2 DEWEY: DA EXPERIÊNCIA AO PENSAMENTO REFLEXIVO.....</b>	<b>15</b>
2.1 O Continuum experiencial.....	16
2.2 O Pensamento Reflexivo.....	20
<b>3 CSIKSZENTMIHALYI: EXPERIÊNCIA DE FLOW EM BUSCA DA CRIATIVIDADE.....</b>	<b>35</b>
3.1 Da Entropia Psíquica ao FLOW.....	37
3.2 A criatividade e o processo criativo.....	53
3.3 O conceito da Criatividade.....	55
3.3.1 A primeira dimensão da criatividade – a Pessoa Criativa.....	58
3.3.2 Segunda e terceira dimensões da criatividade – o Ambiente e Produto Criativo.....	64
3.3.3 A quarta dimensão da criatividade: o Processo Criativo.....	66
3.4 Uso da PBL como suporte ao FLOW.....	71
3.4.1 Metodologia e exemplos de uso da PBL.....	75
3.5 Diálogos com Dewey e Csikszentmihalyi.....	80
<b>4 PAPERT: DA INFORMÁTICA EDUCATIVA À ROBÓTICA EDUCACIONAL.....</b>	<b>85</b>
4.1 A Robótica Educacional.....	93
4.2 Trabalhos relacionados.....	94
4.3 Plataformas de Robótica Educacional.....	99
4.3.1 Scratch.....	100
4.3.2 Arduino.....	105
<b>5 METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>108</b>
5.1 Aplicação prévia da metodologia e seus resultados.....	108
5.2 Metodologia empírica.....	115
5.2.1 Teste de Criatividade Figural Infantil - TCFI.....	116
5.2.2 Grupo Focal.....	118
5.2.3 Captura de áudio e vídeo.....	119
5.2.4 Instrumento de ESM.....	120
5.2.5 Procedimentos das oficinas.....	120
<b>6 ANÁLISES DE RESULTADOS.....</b>	<b>127</b>
6.1 1ª Análise: das Oficinas.....	129
6.2 2ª Análise: dos Sujeitos.....	130
6.2.1 Análise do S1 - Sujeito 1.....	130
6.2.2 Análise do Sujeito 2.....	132
6.2.3 Análise do Sujeito 3.....	133
6.2.4 Análise do Sujeito 4.....	135
6.2.5 Análise do Sujeito 5.....	136

6.2.6 Análise do Sujeito 6.....	137
6.2.7 Análise das características de criatividade dos sujeitos.....	138
<b>6.3 3ª Análise: dos Grupos Focais.....</b>	<b>140</b>
6.3.1 Apresentação GF1.....	140
6.3.2 Apresentação GF2.....	142
6.3.3 Apresentação GF3.....	146
6.3.4 Apresentação GF4.....	148
<b>6.4 4ª Análise: dos Vídeos.....</b>	<b>150</b>
6.4.1 Análise Oficina OF8 dupla D1 – Experiência autotélica.....	151
6.4.2 Análise Oficina OF8 dupla D2 – Experiência autotélica.....	157
6.4.3 Análise Oficina OF9 D3 – Briga dupla.....	162
<b>7 CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA.....</b>	<b>170</b>
<b>8 POSFÁCIO.....</b>	<b>178</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>179</b>

## 1 INTRODUÇÃO E TRABALHOS PREGRESSOS

Após a conclusão do mestrado em Educação em 2012, o primeiro sentimento foi de que não havia feito o suficiente pela educação de nosso país. Os resultados obtidos ao concluir a dissertação intitulada “USANDO O SCRATCH PARA POTENCIALIZAR O PENSAMENTO CRIATIVO EM CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL” mostraram que o caminho do estudo da criatividade com jovens era muito mais sedutor e complexo que havia imaginado.

Ao dialogar, durante o mestrado, com grandes pensadores da educação como o filósofo John Dewey e o matemático Seymour Papert, um caminho se construiu em busca da Escola Progressiva e Experimentalista, idealizada por Dewey e agora usando os computadores e sua capacidade de ser programado pelos jovens, preconizado por Papert. Na banca de defesa da dissertação, foi recebida uma proposta para dialogar com um grande pensador da Psicologia Positiva, o psicólogo Húngaro Mihaly Csikszentmihalyi, que desenvolve hoje vários trabalhos no tema da Criatividade, principalmente através da pesquisa sobre o estado de FLOW.

Os resultados da pesquisa do Mestrado mostraram o potencial da programação para aproximar jovens da escola, através da potencialização da criatividade, com significativo aumento da motivação intrínseca e ressignificação da escola como espaço de experiência e pesquisa.

Para o trabalho atual, foi retomado o tema da experiência proposto por Dewey, buscando de forma mais profunda compreender o Pensamento Reflexivo, que serve para construir procedimentos mentais de aprendizagem e validação de hipóteses, através do *continuum* experiencial.

Também foi feita uma busca pela essência da Experiência de FLOW de Mihaly Csikszentmihalyi, acreditando que através dela, pode ser possível potencializar a criatividade e motivação dos jovens, criando uma experiência rica e recompensadora para os estudantes, capaz de estimular a busca pelo estudo e consequente conhecimento.

Com esse arranjo de pensadores, pode ser possível delinear um modelo de escola voltado ao uso da experimentação e significância dos conteúdos escolares de forma criativa e inventiva, focando em metodologias preocupadas com a apropriação dos conceitos de maneira prática e, por fim, a materialização desses conceitos com o uso de Robótica Educacional.

A Robótica Educacional tem sido utilizada como ferramenta pedagógica para

motivação e aproximação dos jovens com os setores tecnológicos como as engenharias e a Tecnologia da Informação, e de acordo com o projeto internacional *Code.org*<sup>1</sup>, como mostra algumas experiências em escolas por todo o mundo.

No Brasil, iniciativa como a Olimpíada Brasileira de Robótica - OBR<sup>2</sup>, estimula o tema nas escolas, tanto públicas quanto privadas, acreditando no potencial da Robótica Educacional como ferramenta de aproximação dos jovens pela pesquisa científica, sendo apoiada pelo CNPq que utiliza-se da temática da robótica – tradicionalmente de grande aceitação junto aos jovens – para estimulá-los às carreiras científico-tecnológicas, identificar jovens talentosos e promover debates e atualizações no processo de ensino-aprendizagem brasileiro.

A OBR possui duas modalidades que procuram adequar-se tanto ao público que nunca viu robótica quanto ao público de escolas que já têm contato com a robótica educacional. Anualmente a OBR elabora e gere a aplicação de provas teóricas e práticas em todo o Brasil utilizando essa temática, e mobilizando o ensino fundamental, médio ou técnico em todo o território nacional, sendo uma iniciativa pública, gratuita e sem fins lucrativos.

Outras ações como a Mostra Nacional de Robótica<sup>3</sup> - MNR, aceitam trabalhos para publicação em modalidade presencial ou publicação nos Anais do evento, buscando valorizar o conhecimento interdisciplinar e integrado, estimulando a submissão de trabalhos na fronteira entre a robótica e diversas outras áreas do conhecimento, tais como: artes, humanidades, ensino, ciências e inovação, além das áreas tradicionais, como elétrica, mecânica e computação.

Além disso, internacionalmente existem várias iniciativas como o Festival Internacional de Robótica FIRST LEGO League<sup>4</sup>, apoiado no Brasil pelo Serviço Social da Indústria – SESI, e pela empresa LEGO®, que mobiliza anualmente centenas de jovens entre 9 a 15 anos, com objetivo de estimular a criatividade, o raciocínio lógico, a capacidade de inovação e a liderança.

Existem também dezenas de escolas adotando a programação de computadores e a

---

1

Projeto Mundial que estimula o uso de programação de computadores nas escolas. Mais informações um <http://code.org>, acesso em maio de 2016.

2 Site oficial da Olimpíada Brasileira de Robótica em: <http://www.obr.org.br>, acesso em outubro de 2015.

3 Site Oficial em: <http://www.mnr.org.br/>, acesso em outubro de 2015.

4 Site com notícia em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2014/07/1,42403/festival-internacional-de-robotica-reunira-210-estudantes-na-oc-2014.html>, acesso em outubro de 2015.

robótica como atividade curricular, compreendendo o potencial de desenvolvimento e engajamento que aproxima os jovens da pesquisa científica e da escola, como mostra a matéria<sup>5</sup> da Revista Direcional Escolas.

O principal objetivo do uso da robótica como ferramenta, é a criação de dispositivos e sensores dotados de recursos que permitem fazer leituras de sinais do nosso mundo, processar informações e interagir com respostas inteligentes, gerando interação do mundo real com o digital, despertando a curiosidade e o potencial criativo dos seus desenvolvedores e programadores, nesse caso, nossos jovens estudantes.

A adoção da Robótica Educacional, além de servir como ferramenta didática para apropriação da lógica, desvenda um universo de possibilidades para os estudantes, interagindo a matemática, a física e as demais ciências naturais na resolução prática de problemas reais, desenvolvendo a criatividade e a capacidade de resolução de problemas.

Com vistas a uma experiência educacional rica de aprendizagem, significados e relevância, capaz de formar jovens capazes de propor soluções criativas e inovadoras para os desafios de uma sociedade cada vez mais conectada e desafiadora, tem-se como problema de pesquisa: **Qual o potencial da Robótica Educacional para provocar experiências de estado ótimo de FLOW e potencializar a criatividade em estudantes, por meio de uma metodologia baseada na resolução de problemas?**

Essa pesquisa tem como objetivo geral: compreender qual o potencial de uma experiência de Robótica Educacional provocar o estado ótimo de FLOW, conhecido como experiência autotélica, e com isso desenvolver a capacidade de resolução de problemas e a criatividade.

A pesquisa tem como objetivos específicos: a) compreender experiência e mecanismo do pensamento reflexivo em John Dewey; b) compreender a experiência de FLOW e seu potencial para desenvolvimento da criatividade; c) identificar plataformas de Robótica Educacional adequadas ao propósito de servir de ferramenta para apoiar o desenvolvimento da criatividade através de estados de FLOW.

Como consequência será desenvolvida uma metodologia de uso de programação de computadores para jovens e plataforma de Robótica Educacional de baixo custo, para uso em atividades didáticas com estudantes nas escolas, buscando trazer desenvolvimento de seu potencial criativo através do aumento da motivação dos jovens pelo estudo e pesquisa.

---

5 Matéria disponível em: <http://direcionalescolas.com.br/2014/01/09/robotica-na-escola-duas-experiencias-diferenciadas-em-sao-paulo>, acesso em outubro de 2015.

Essa metodologia deve valorizar tanto o pensamento reflexivo quanto a criatividade, características que juntas, podem apoiar a solução de problemas complexos demandados pela sociedade atual, a ainda possuir um sistema de acompanhamento do desenvolvimento dos jovens, através de condições observáveis ou até testes psicológicos padronizados.

Na segunda seção será abordado o conceito de *continuum* experiencial e pensamento reflexivo para John Dewey, conceitos que para o autor, podem levar a um pensamento estruturado, metódico e capaz de gerar soluções duradouras para os problemas, através de um fluxo ou correnteza de pensamento lógico.

Na terceira seção será apresentada a Teoria do FLOW, de Mihaly Csikszentmihalyi, apresentando as requisitos e características do FLOW, focando em seu estado ótimo: a experiência autotélica. Também é apresentada a evolução histórica e conceitual de criatividade, até demonstrar processos contemporâneos de criação de soluções criativas.

Na quarta seção será trabalhado o conceito da Informática Educativa de Seymour Papert, desde o desenvolvimento da linguagem LOGO até o uso de Robótica Educacional para materializar a pedagogia de projetos defendida pelo autor. Também serão apresentados trabalhos recentes sobre o uso da Robótica Educacional em diferentes aspectos e ambientes educacionais. Ainda, será apresentado o resultado de uma pesquisa por aplicativos e equipamentos atuais de Robótica Educacional, buscando identificar elementos para construir um kit de baixo custo e alta aderência à metodologia que será proposta.

Já, na quinta seção é apresentada uma experiência anterior de Robótica Educacional que foi executada como pré-teste da metodologia e dos equipamentos propostos nessa pesquisa, evidenciando seus resultados e desdobramentos, além de toda a proposta metodológica da presente pesquisa.

Ainda, na sexta seção são apresentadas as quatro análises da pesquisa, sendo: a) análise individual por oficina, b) análise por sujeito, c) detalhamento dos quatro grupos focais, e d) detalhamento dos vídeos de uma oficina por dupla, contendo suas interações e inferências.

Por fim, o trabalho é concluído na sétima seção com considerações finais da pesquisa, uma análise sintética dos resultados encontrados e trabalhos futuros.

## **2 DEWEY: DA EXPERIÊNCIA AO PENSAMENTO REFLEXIVO**

O filósofo John Dewey nasceu em 1859 em Burlington, uma pequena cidade agrícola do estado norte-americano de Vermont. Na escola, teve uma educação desinteressante e desestimulante, o que foi compensado pela formação que recebeu em casa. Ainda criança, via que sua mãe, para despertar nos filhos o senso de responsabilidade e de colaboração, confiava-lhes pequenas tarefas compatíveis à sua idade.

Foi professor secundário por três anos antes, de cursar a Universidade John Hopkins, em Baltimore. Estudou artes e filosofia e tornou-se professor da Universidade de Minnesota. Escreveu sobre filosofia e educação, além de arte, religião, moral, teoria do conhecimento, psicologia e política.

Seu interesse por pedagogia nasceu da observação de que a escola de seu tempo continuava, em grande parte, orientada por valores tradicionais e não havia incorporado as descobertas da psicologia, nem acompanhara os avanços políticos e sociais. Fiel à causa democrática, Dewey participou de vários movimentos sociais. Criou uma universidade exílio para acolher estudantes perseguidos em países de regime totalitário. Morreu em 1952, aos 93 anos (RAMALHO, 2015).

Dewey foi o maior difusor da corrente filosófica que ficou conhecida como pragmatismo, embora fosse denominada por ele de “instrumentalismo”, pois, em sua percepção, as ideias somente têm importância desde que sirvam de instrumento para a resolução de problemas reais. No campo específico da pedagogia, a teoria de Dewey é conhecida como “educação progressiva”, sendo um de seus principais objetivos educar a criança como um todo, valorizando o crescimento físico, emocional e intelectual em detrimento de conhecimentos puramente técnicos, adquiridos com base na repetição, que, de forma incerta, poderão servir para o seu futuro (RAMALHO, 2015).

Para Dewey, os alunos aprendem melhor realizando atividades práticas associadas aos conteúdos ensinados. Atividades manuais e criativas devem ganhar destaque no currículo, e as crianças precisam ser estimuladas a experimentar e pensar por si mesmas. Nesse contexto, a democracia ganha importância, por ser, em seu entendimento, a ordem política que permite o desenvolvimento mais pleno dos indivíduos, no papel de decidir, em conjunto, o destino do grupo a que pertencem, sendo coautores da sua realidade (RAMALHO, 2015).

Dewey defendia, também, a democracia não só no campo institucional, mas também no interior das escolas, onde o objetivo deveria ser ensinar a criança a viver no mundo,

preparando-a para a vida ao mesmo tempo em que vai vivendo. Com os problemas reais apresentados, o aprendizado vai sendo construído de forma natural e respeitando a individualidade de cada uma.

A educação, na visão deweyana, é uma constante reconstrução da experiência, de forma a dar-lhe cada vez mais sentido e a habilitar as novas gerações a responder aos desafios da sociedade. Educar, portanto, é mais do que reproduzir conhecimentos, é incentivar o desejo de desenvolvimento contínuo, preparar pessoas para transformar algo (RAMALHO, 2015).

A filosofia deweyana remete a uma prática docente baseada na liberdade do aluno para elaborar as suas próprias certezas, os seus próprios conhecimentos, as suas próprias regras morais, não reduzindo a relevância do currículo ou dos saberes do educador. Para Dewey, o professor deve apresentar os conteúdos escolares na forma de questões ou problemas e jamais antecipar as respostas ou soluções, deixando os aprendizes criarem seus próprios caminhos. Em lugar de começar com definições ou conceitos já elaborados, deve utilizar procedimentos que instiguem o aluno ao raciocínio e à elaboração de seus próprios conceitos e, por conseguinte, ao confronto com o conhecimento sistematizado.

Esse modo contemporâneo de pensar educação com finalidade prática, associado a um modelo pragmático de ação, iniciou-se há quase 150 anos e, ainda hoje, conduz a uma séria reflexão sobre a forma como estamos ensinando nossos pequenos aprendizes. Aliás, em um mundo conectado e desterritorializado<sup>6</sup> – onde as relações se dão também e cada vez mais por meios eletrônicos, independentemente de sua localização geográfica, por um lado estamos ignorando a existência de novas relações sociais e novos saberes tecnológicos e, por outro, subaproveitando o potencial criativo e construtivo de nossos jovens.

## 2.1 O Continuum experiencial

Em sua obra *Experiência e educação: textos fundantes de educação* (DEWEY, 2010), Dewey faz uma ampla crítica às técnicas e aos pressupostos do modelo tradicional de escola, propondo um nova forma de ver o processo de aprendizagem, que, segundo ele, está alinhado ao modelo natural de descoberta e conhecimento, por meio daquilo que denomina *continuum* experiencial.

---

6 Esse conceito é utilizado baseado na teoria da “Sociedade em rede”, utilizada por alguns filósofos contemporâneos como Pierre Lévy, que propõe que devido ao alto grau de conexão digital e consequentemente social da sociedade, o território físico perde sua importância, sendo mais relevante a capacidade de se conectar e fazer sentido coletivo na rede.

De acordo com Dewey (2010), a escola tradicional é baseada na reprodução do conhecimento registrado pelas gerações anteriores, que, por questões óbvias, está calcado naquele tempo e espaço, incluindo aí a dinâmica social da época em que foram projetados. A principal metodologia desse modelo é a utilização de um produto pronto e acabado para o processo de ensino-aprendizagem, de forma processual e dura, pois utiliza materiais didáticos já prontos, grades curriculares rígidas e avaliações padronizadas.

O autor aponta, ainda, que todos os conteúdos e propostas metodológicas nesse modelo de escola são construídos por adultos, sem levar em conta as características e perfis do seu público-alvo – as crianças, e exceto em raros casos, não levam em conta o que estas querem, mas o que aqueles, em sua maturidade, entendem como importante para o futuro dos mais jovens, futuro que, ao ser alcançado por estes, provavelmente estará profundamente alterado.

Esse processo, em grande parte das vezes, desconsidera o instinto exploratório e investigativo das crianças, limitando-se a transferir a técnica do livro didático, que, por ter sido escrito com todo cuidado didático-pedagógico, é aceito e legitimado, ignorando a especificidade e riqueza de cada cidade, bairro ou escola (DEWEY, 2010).

Em ponto algum John Dewey critica a escola tradicional como um modelo de todo errado, mesmo porque todos fomos e estamos sendo conduzidos por ele. Na visão do filósofo, essencialmente pragmatista e experiencial, as práticas da escola tradicional, por vezes, acidentalmente, criam ambientes ricos de experiência, pois muitos educadores, não raro até sem intenção didática, por conta própria, buscando romper a inércia do modelo no qual está inseridos, se aventuram em propostas ousadas, porém não sistemático e não intencional, acontecendo ocasionalmente.

Dewey defende que uma grande justificativa que fundamenta a antiga e recorrente repulsa que os jovens sentem pelo modelo de ensino do externo para o interno, onde um conhecedor transmite uma matéria para um não conhecedor, é o fato de existir aí relações de autoridade, poder e controle. Essa relação, por si só, cria barreiras e impele os aprendizes a negar e desvalorizar o processo educativo, pressupondo uso de força bruta de quem transmite.

Essa desvalorização por parte do aprendiz, muitas vezes velada, mas por vezes explícita, leva à sua evasão, ao desprezo pela escola e por seu modelo de ensino e, por consequência, à desmotivação dos professores, que sentem que o seu maior esforço é inútil nesse cenário de abandono. Da mesma forma, esse modelo que pesa nos ombros dos

estudantes, para quem estudar parece muito mais um castigo do que um prêmio, resulta numa espécie de depressão intelectual, devida a essa imposição externa, limitando o seu desenvolvimento intelectual e moral e gerando o efeito inverso ao prazer pelo aprender (DEWEY, 2010).

Dewey defende que a principal proposta da escola progressiva se centra na perspectiva do cultivo e na contínua e intencional expressão da individualidade, que busca, ao mesmo tempo, ressaltar as características de aprendizagem do indivíduo, visando a favorecer as relações coletivas de forma natural. Como cita:

[...] tais contatos podem ser estabelecidos sem violação do princípio da aprendizagem por meio da experiência pessoal. A solução deste problema requer uma filosofia bem elaborada dos fatores sociais que operam na constituição de experiência individual (2010, p.9).

Segundo Dewey, o modelo proposto utiliza a habilidade do aprendiz para que ele mesmo atinja suas necessidades diretas e vitais, sem treinos ou ensaios, aproveitando a oportunidade do agora, sem exagero de preocupação com o alto preparo para o futuro, muito indefinido e altamente mutável para ser o principal objetivo da educação (DEWEY, 2010).

A proposta experiencial de educação prima pela visão de que a experiência real tem mais valor do que a teoria fundamentada sem contextualização, pois não faz sentido para quem escuta. Busca-se, com isso, definir que o aprendizado pode ser melhor fundamentado com simples práticas que conduzam o aprendiz à compreensão por si, pelos seus meios e técnicas intrínsecas do que por teorias que fazem muito sentido para quem é maduro no assunto, mas quase nenhum para quem está sendo apresentado a esse universo.

Para Dewey, a experiência não é qualquer estímulo que o aprendiz pode receber, pois cita que existem experiências que não contribuem para o crescimento de novas experiências, produzindo “dureza, insensibilidade, incapacidade de responder aos apelos da vida, restringindo portanto, a possibilidade de futuras experiências mais ricas” (2010, p.14).

Em oposição à tradicional, a escola baseada em experiência ou projetos tem na experimentação um processo intencional e não ocasional, buscando qualificar o processo de aprendizagem como essencialmente inventivo, sedutor e conectado com a realidade e necessidade vital de seus aprendizes, execrando o modelo maçante e enfadonho de ensino que

condiciona os aprendizes a leituras rápidas de resumos, puramente cumpridoras de atividades que têm por objetivo principal a obtenção de boas notas escolares, que avaliam nada mais que o seu potencial de memória, obediência e condicionamento, além de convivência às regras e autoconvencimento (FILHO, 2002).

Ainda, a experiência ocasional sem intenção pedagógica concreta, sem objetivos claros e retroalimentação constante acaba por gerar resultados frustrantes e dispersos, em um efeito centrífugo, pois não estabelece conexão com as próximas experiências, tornando-se pura distração ou entretenimento (DEWEY, 2010).

Contrário à simples experiência educacional está o *continuum* experiencial, um plano intencional para gerar valor e conduzir a educação, devendo ter claro o “o que deve ser feito” e “o como deve ser feito”, respeitando sempre o “para quê deve ser feito”. Sem essa preocupação intencional, sem a organização social da escola e sem recursos didáticos planejados, as ações são apenas sensações agradáveis, emocionáveis e apenas interessantes.

Na visão de Dewey, que busca um ensino criativo, globalizado e acessível, não falta experiência na sala de aula: falta, sim, sair da sala de aula e ter experiências reais e conectadas na corrente da próxima experiência, formando o *continuum* experiencial. Essa carência de intenção pedagógica na experimentação gera falta de foco, dispersão e descontentamento pelo trajeto e chegada do ensino.

Conforme Dewey, “toda experiência vive e se perpetua nas experiências que a sucedem” (2010, p. 29). Daí a visão de sucessão, conexão e, principalmente, um modelo democrático e de responsabilidades compartilhadas entre o aprendiz e o educador, baseando a escola progressiva em planejamento, em ideias, e não em um modelo estático institucionalizado (DEWEY, 2010).

Dewey (2010) ainda descreve o ato da experiência através do que ele chama de “Princípios da Experiência Educativa”, que determina algumas condições para que ocorra uma experiência rica e com significado para o aprendiz:

**a) Autoridade:** a autoridade existe, sendo clara e baseada na liderança, com mínima autoridade pessoal, possuindo regras coletivas negociadas de forma democrática;

**b) Liberdade:** como o autor define que o aprendiz deve ter liberdade física e moral, podendo fazer uso dos espaços, dentro de limites previamente negociados, e expressar sua opinião sempre que o momento permitir, premiando inclusive iniciativa e pró-atividade;

**c) Continuidade:** chave para uma experiência rica, é requisito usar insumos da

experiência anterior, e servir os resultados como base para a próxima experiência, alimentando o *continuum* experiencial de forma intencional e fazendo uso da retroalimentação para significar e tornar relevante a aprendizagem;

**d) Interação:** elemento mobilizador da experiência. A interação do criador com meio, criatura e outros criadores é fundamental, pois favorece o coletivo, criando um ambiente onde todos aprendem e ensinam mutuamente;

**e) Curiosidade:** é o combustível de uma experiência relevante. A curiosidade pode ser apoiada na contextualização da experiência com propósitos pessoais, estimulando a eterna dúvida “e se?” e compreendendo a falha como natural, provocando o desejo de continuar a aprender.

**f) Imprevisibilidade:** a não aceitação de respostas prontas, únicas e certas, relativizando o conhecimento e a própria verdade absoluta, mobiliza uma oposição à chamada “dieta de matérias”, com verdades prontas e acabadas, e ainda a proposição de desafios que permitam a apropriação de todos, tornam a experiência estimulante e motivadora dos aprendizes.

Nessa linha de pensamento deweyana, a responsabilidade compartilhada e experimentação como processo de reconhecimento do mundo faz o indivíduo se reconhecer como criador de sua realidade e construtor de sua significância no mundo.

Essas características da experiência serão aprofundadas pelo conceito de pensamento reflexivo, que é proposto por Dewey para tornar a experiência legítima e o ser pensante, autor de suas escolhas e decisões, como veremos na seção à seguir.

## 2.2 O Pensamento Reflexivo

Na clássica obra *Como Pensamos* (DEWEY, 1959) categoriza o pensar como atividade inerente ao ser humano, distinguindo-o dos animais inferiores. Aponta o pensamento comum como desordenado e fantasioso, ao contrário do pensamento reflexivo, como uma cadeia mental e ordenada de ideias. Antes de descrever o pensamento reflexivo, é interessante refletir sobre o pensamento comum, com foco na polarização de suas características em relação ao primeiro.

Com isso, sobre a categoria dos pensamentos, Dewey define: **a) pensamento lógico** ou reflexivo, como aquele que ao se deparar com um problema, pesa, compara e delibera, criando e testando hipóteses e concluindo com ordem e consecutividade, emancipando da

ação impulsiva e rotineira; e por outro lado, ele define o **b) pensamento ilógico** ou comum, aquele que move-se a esmo, acerta por acaso, acaba por fazer conclusão vazia e precipitada, não retrocedendo para examinar provas, por vezes caindo em afirmações contraditórias sem sequer perceber que o fez.

Para Dewey (1959), uma “corrente de consciência” nos faz ter pensamentos o tempo todo, inclusive nos colocando em situação de dificuldade quando desejamos não ter pensamento, ou parar de pensar, sendo esse um trabalho árduo. Para ele, “um pensamento ou ideia é a representação mental de algo não realmente presente, e pensar consiste na sucessão de tais representações” (p. 15), sendo o pensar uma necessidade vital.

Durante esse estado de “representação mental”, pensamos de tudo, desde construção de castelos no ar até as mais variadas fantasias e devaneios. Esse pensamento é chamado por ele de pensamento comum, ou seja, instintivo e não intencional. Nesse tipo de pensamento existe um curso desordenado e desregrado de ideias, onde imagens vão e vem à mente de forma confusa e sem propósito.

Para Dewey, o pensamento comum ainda pode existir mesmo quando uma pessoa vê uma nuvem preta e crê que vai chover, pois é tão óbvio que não exige nenhum tipo de exame hipotético e dedutivo, representando uma condição de relação direta de causa e efeito, sendo trivial e ordinário. Ainda, o pensamento comum popula e inunda as mentes de pessoas que não tem propósitos ou objetivos claros, vivendo momentos desconexos e desordenados, com esperanças gratas mas infundadas, apenas passando coisas pela cabeça.

Por outro lado, quando existe um exame mental sério e consecutivo formando uma cadeia de pensamentos, uma correnteza ou fluxo de ideias com objetivos convergentes, esse pensamento pode ser categorizado como pensamento reflexivo, como uma criança que conta uma história, que mesmo inventada, tem regras, ordem e conexão constante, gerando um fluxo de ideias, onde cada ideia tem consequências e cria uma espécie de depósito para construir uma estrutura organizada e estruturada de pensamento.

Geralmente, esse tipo de pensamento se constrói a partir de uma necessidade, problema ou desafio a ser resolvido, formando um “emaranhado a ser desfeito, algo obscuro a ser esclarecido mediante aplicação de um pensamento. Existe um alvo a ser atingido, que determina uma tarefa controladora as sequência de ideias” (p. 16) em uma lógica sequencial e conectada.

Identificado e mobilizado o ser para resolver um problema, o mesmo é compelido a

construir hipóteses dedutivas de formas de resolução. Diferente do exemplo da nuvem que prenuncia uma chuva óbvia, encontrar-se em um cruzamento sem placas e ter que escolher um caminho com grande grau de incerteza gera um obstáculo perturbador, que diferentemente de simples causa e efeito, exige o exame das causas, investigação de seu valor individual, e um certo grau de garantia e justificação real, baseada é claro nas crenças de provas anteriores já conhecidas. Para Dewey (1959),

O pensamento reflexivo faz um ativo, prolongado e cuidadoso exame de toda crença ou espécie hipotética de conhecimento, exame efetuado à luz dos argumentos que a apoiam e das conclusões que chega [...] para firmar uma crença em sólida base de evidência e raciocínio, é necessário um esforço consciente e voluntário (p. 18).

A estrutura básica do pensamento reflexivo para Dewey é a capacidade de gerar hipóteses de solução sob um problema, examinar as causas visíveis e deduzir as não conhecidas, desvelando sua existência por meio do exame detalhado das hipóteses, aceitando ou refutando as mesmas baseado em exame atual ou experiências anteriores, e ainda, não se contentar com a primeira solução por preguiça ou impaciência, aceitando o julgamento e postergando o veredito.

Para ele, o problema é “tudo aquilo, por simples e trivial que seja, que põe o espírito em perplexidade, desafiando-o a tal ponto que a crença se faz incerteza” (p. 22). Dewey ressalta várias vezes a importância da incerteza, como um fator preponderante de um pensar reflexivo e dedutivo, e a investigação como meio de validar a dedução, reforçando ainda que “a necessidade da solução de uma dúvida é o fator básico e orientador em todo o mecanismo da reflexão” (p. 24). Neste sentido, aponta que:

[...] a origem do pensamento é alguma perplexidade, confusão ou dúvida [...] para pensar verdadeiramente bem, cumpre-nos estar dispostos a manter e prolongar esse estado de dúvida, que é o estímulo para uma investigação perfeita, na qual nenhuma idéia se aceite, nenhuma crença se afirme positivamente, sem que se lhes tenham descoberto as razões justificativas (1959, p. 25).

Na mesma linha de raciocínio, Dewey ressaltada a importância do exame profundo e

incrédulo das provas e informações antes do aceite de uma hipótese, buscando as causas mais profundas e relevantes, abandonando a superficialidade e a resposta rápida, em busca de uma solução duradoura e significativa.

Com isso, pode-se sintetizar o pensamento reflexivo em duas macro etapas: a) uma dúvida, incerteza, perplexidade ou dificuldade mental causa perturbação e conseqüente quebra do estado de equilíbrio; b) uma pesquisa através de hipóteses procura esclarecer a perplexidade e assentar a dúvida em uma experiência vivenciada, que quando ordenada e intencional, inclui os novos conceitos no arcabouço e tende a voltar ao estado de equilíbrio.

Ainda, o autor aponta o uso constante e intencional do pensamento reflexivo como emancipador de uma ação impulsiva e rotineira, gerando uma desautomatização do cotidiano, construindo uma estrutura pessoal de exame de problemas e proposta de solução, e cita:

[...] faz-nos capazes de dirigir nossas atividades com previsão e de planejar de acordo com fins em vista ou propósitos de que somos conscientes; de agir deliberada e intencionalmente a fim de atingir futuros objetos ou obter domínio sobre o que está, no momento, distante ou ausente. Trazendo à mente as conseqüências de diferentes modalidades e linhas de ação, o pensamento faz-nos saber a quantas andamos ao agir. Converte uma ação puramente apetitiva, cega e impulsiva, em ação inteligente (p. 26).

Ao propor que o ato de pensar reflexivo desenvolve o preparo e a invenção sistemáticos, e promove tanto o planejamento deliberado e intencional, propõe uma métrica de sucesso da evolução - hoje conhecida como *feedback*, formando uma ação inteligente e não cega e impulsiva.

Um ponto muito relevante do pensamento reflexivo em relação à aprendizagem, é a necessidade de colocar sentido nas coisas através do pensar. Quando é citado que “para uma criança, as coisas são, a princípio, meras amostras de cor e luz, fontes de som; adquirem significado só quando se tornam sinal de experiências possíveis, mas ainda não presentes e reais” (1959, p. 29), Dewey entra em um ponto chave da importância da experiência relevante e contextualizada na educação, tendo a experiência maior ou menor valor de acordo com a relação a experiências anteriores.

Nessa mesma linha, sendo a experiência uma ferramenta poderosa para libertação da submissão ao puro instinto e a rotina, acaba por promover conseqüentemente momentos de

erro e engano prévios à luz e conhecimento, pois cita ele que “folheando a história do pensamento, parece às vezes, que os homens exauriram todas as formas erradas de crença antes de atinar com os conceitos certos” (p. 33). Com isso fica clara a importância do erro em um processo hipotético e dedutivo de construção de conhecimento.

Em relação a criação de um processo de pensamento reflexivo, Dewey destaca a importância da atitude combinada com um método proficiente, citando que além dos conhecimentos de métodos de investigação, a atitude exerce papel fundamental. Cita ele as principais atitudes favoráveis necessárias:

**a) Espírito aberto:** como uma independência de preconceitos, é a abertura a novos problemas e novas ideias, sendo um desejo intrínseco e ativo de escutar a várias vozes de qualquer fonte e não uma só, reconhecendo também o erro em suas crenças mais arraigadas, deixando de lado os medos que modelos atitudes defensivas, cultivando uma “curiosidade vigilante, essa procura espontânea do que é novo, que constitui a essência do espírito aberto” (p. 39).

**b) De todo coração:** interesse absoluto em determinada causa, sejam em questões práticas e morais, formando um foco pessoal e próprio no assunto, conhecido hoje como motivação intrínseca. Cita que “não há maior inimigo do pensamento eficiente que o interesse dividido” (p. 40), como é feita na escola, onde a atenção do estudante é de olhos e ouvidos, mas seu pensamento está longe, focado no seu interesse pessoal. Sua dedicação é meramente extrínseca, para passar num exame, agradar os pais ou professores. Ao contrário disso, “quando alguém está absorvido, o assunto o transporta. Perguntas espontâneas lhe ocorrem; uma torrente de sugestões o inunda; depara e segue outras pesquisas ou leituras; não precisando despender energia em prender o espírito ao assunto” (p. 40). A alcance desse estado gera um entusiasmo genuíno, algo que nenhuma soma de métodos sistematizados poderá obter.

**c) Responsabilidade:** Sendo um traço moral, é uma atitude necessária para a conquista do entusiasmo e capacidade de absorção de uma matéria, consistindo em examinar as consequências de um passo em relação à experiências anteriores. Isso é a chave para um processo de educação contextualizada e relevante, conforme cita o autor:

Quando os alunos estudam assuntos muito distantes de sua experiência, assuntos que não despertam curiosidade ativa alguma e que estão além do seu poder de

compreensão [...] tendem a tornar-se intelectualmente irresponsáveis, não perguntam a significação do que aprendem, isto é, não perguntam qual a diferença trazida pelo novo conhecimento para as outras suas crenças e ações (p. 41).

Ainda cita o autor que “menos matérias, menos fatos e mais responsabilidade em pensar detidamente no material de tais matérias e fatos, a fim de compreender o que está neles abrangido, daria melhores resultados” (p. 41), que faz referência direta aos currículos enormes e desconexos da educação formal, preocupada com o conteúdo em detrimento da experiência.

Aprender é próprio do aluno: só ele aprende, e por si; portanto, a iniciativa lhe cabe. O professor é um guia, um diretor; pilota a embarcação, mas a energia propulsora deve partir dos que aprendem. Quanto mais conhecer o professor as experiências passadas dos estudantes, suas esperanças, desejos, principais interesses, melhor compreenderá as forças em ação que lhe cabe dirigir e utilizar, para formar hábitos de reflexão (p. 44).

Na citação anterior, Dewey faz uma menção à importância de se estabelecer um diálogo entre as experiências anteriores dos estudantes e o papel do professor, não de provedor e sim de facilitador e participe do processo de aprendizagem.

Com essa mesma visão, ele cita um conjunto de forças que age a favor do pensamento reflexivo, que em grande parte estão relacionadas às características da experiência já apresentadas, servindo de potencializador do processo de aprendizagem, conforme descrito a seguir:

**a) Curiosidade:** sendo a mobilização para a busca de novas experiências, a curiosidade é uma atividade incessante na ampliação do círculo de nosso conhecimento, envolvida em um processo de dar e receber constante com o meio, agindo sob os objetos e recebendo deles impressões e estímulos. Dewey critica o modo rotineiro e monótono com que os adultos em geral contatam o mundo, citando que “para as crianças, o mundo inteiro é novo [...] cada novo contato é como que um deslumbramento ardentemente procurado, não apenas passivamente esperado e suportado” (p. 45), sendo uma atitude de buscar incessantemente uma oportunidade de agir, reclamando um objeto, sendo um fator básico da ampliação da experiência. Da mesma forma, Dewey sugere três níveis da curiosidade, sendo:

**I) Contínua atividade de exploração e verificação** – sendo uma inquietação

fisiológica, a criança agarra, pega, bate, espia, puxa, enfim, experimenta os objetos até que deixem de apresentar qualidades novas;

**II) Perguntas sucessivas sobre os “por ques” do mundo** – recorrendo com perguntas incessantes aos mais experientes para familiarizar-se com o mundo novo, abundante e misterioso em que se encontra, sem cuidado por investigar um princípio científico, e sim, aflorar o germe da curiosidade intelectual;

**III) Nível orgânico a intelectual** – estando presentes nos adultos, o nível orgânico da curiosidade é o interesse em descobrir por si mesmo, as respostas à indagações desenvolvidas no contato social com as pessoas, sendo que se satisfaz rapidamente com perguntas e respostas imediatas e sem muito sentido ou interesse. Mais profundo, o nível de curiosidade intelectual, propõe uma sequência de investigações e observações, ligando elas com ideias intermediárias, como uma corrente. Caso a curiosidade se encerre em um nível orgânico e não evolua a intelectual, é fato um aprisionamento na rotina, e uma possível redução da curiosidade na bisbilhotice sobre a vida dos outros.

O grande desafio do nível intelectual de curiosidade, é manter-se com características infantis do primeiro nível, mas utilizando estruturas de inferência e dedução de um nível orgânico, utilizando a investigação de forma sistemática e estruturada.

**b) Sugestão:** as ideias de forma primitiva e espontâneas podem ser definidas como sugestões, não sendo nada isolado e simples na experiência. A sugestão não é um ato pessoal e intencional por nossa vontade, e sim baseada em funções inerentes fundadas em nossa experiências passadas, sendo para ele dividida em três dimensões:

**I) Facilidade ou prontidão:** nível de facilidade ou dificuldade que surgem as sugestões, usualmente ligada a inteligência. Em uma metáfora, Dewey cita que a mente inerte ou o “tapado” requer um choque ou abalo intenso para reagir com alguma sugestão, enquanto o “brilhante” - dito assim por emitir de volta muita luz, é rápido e vivo em suas reações. O autor ainda pondera, que salvo casos de deficiência física ou mental, a falta de resposta pode estar fortemente ligada à falta de interesse no assunto ou método de apresentação do mesmo, fazendo uma relação direta à conteúdos escolares mais ou menos interessantes aos estudantes.

**II) Extensão ou variedade:** ligada diretamente ao número ou extensão das sugestões apresentadas em um contexto, podendo sair de torrente de sugestões a um gotejar escasso. A abundância de sugestões pode gerar paralisação e confusão ao ter de lidar com tantos pontos de vista, e por outro lado a escassez oferece uma pobreza de sentidos, sendo o

equilíbrio o melhor hábito mental.

**III) Altura ou profundidade:** essa dimensão confere a qualidade intrínseca da reação, buscando desenvolver a habilidade de apontar a diferença entre o relevante e o irrelevante, para decidir buscar com mais profundidade um tema ou deixar seu conhecimento de forma superficial. O grande cuidado aqui é o cuidado para não eleger tudo como importante ou não importante, não oferecendo relevância a nenhuma sugestão.

**c) Ordem ou consecutividade:** o pensar reflexivo é gerido com uma ordem e continuidade das sugestões. Conforme Dewey, “temos pensamento reflexivo apenas quando a sucessão é tão controlada que se torna uma sequência ordenada, rumo a uma conclusão, que contém força intelectual das ideias precedentes” (p. 55). O objetivo da definição de ordem é a manutenção da consistência, mesmo com toda a ramificação necessária de variadas e contrárias sugestões, apontando sempre para um fim em comum, uma espécie de objetivo latente a ser perseguido.

Figura 1: Conjunto de forças que agem à favor do pensamento reflexivo.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em suma, conforme a figura 1, em um ambiente de aprendizagem, a importância do equilíbrio das três forças - a curiosidade, sugestão e ordem, se fazem mais pertinentes, e por vezes se transforma em um regime educacional mecânico e com padronização de hábitos de conduta, desaparecendo a espontaneidade, novidade e variedade, e expulsando a capacidade de maravilhar-se. Dewey cita que:

Pelo desejo de exatidão em lembrar minúcias, impede-se uma visão ampla e compreensiva. Identifica-se a aquisição de informações com a acumulação de itens isolados, quando deveria ser o alimento mental que, para adquirir algum valor, se assimila e se organiza em pensamento. É uma velha sentença a que ensina que a

unidade na variedade é o selo de todo trabalho de arte verdadeira (1959, p. 60).

Em relação à aplicação do pensamento reflexivo na escola, Dewey critica o modelo de memorização de itens isolados, sem levar em conta os elementos do aprendiz, como sua vontade, emoções ou gosto mais direcionado para algumas áreas do conhecimento. Para ele, o processo baseado na memorização acaba por não atribuir valor ao estudante, dificultando a visão sistêmica e a compreensão real do assunto. Resume assim, as forças do pensamento reflexivo da seguinte forma:

O problema de método na formação de hábitos de pensamento reflexivo é o problema de estabelecer condições que despertem e guiem a curiosidade; de preparar, nas coisas experimentadas, as condições que, ulteriormente, promovam o fluxo de sugestões, criem problemas e propósitos que favoreçam a consecutividade na sucessão de ideias (1959, p. 63).

Ainda, reforçando a ideia da experiência relevante ao aprendiz e com intencionalidade de objetivos, conforme já descrito, Dewey critica o modelo onde os estudantes se veem como uma “enciclopédia de informações inúteis” (p. 71), investindo tudo em uma matemática de “aquisição de conhecimentos” (p. 71), como cita abaixo:

[...] é inteiramente falsa a afirmação de que os conhecimentos acumulados sem ser por ocasião de encontrar-se e resolver-se um problema possam mais tarde ser empregados à vontade do pensamento. Para que uma técnica se encontre à disposição da inteligência, deve ser adquirida por meio do exercício da própria inteligência (1959, p. 71).

Acima Dewey critica a escola puramente conteudista, desconectada de problemas ou desafios reais, e completa citando que “tanto na instrução como na educação moral, existe a tendência de dar maior importância ao produto do que ao processo mental por que foi conseguido” (p. 71), pois a escola é baseada em obter resultados exteriores através de exames e notas.

Em relação a modelos de educação baseados em acumulação e retenção de

informação, sem uma experiência condutora e instigante, Dewey cita que:

Informações, quando não entendidas, são todavia um fardo indigesto. Constituem *conhecimento* somente quando seu material é *compreendido*. E entendimento, compreensão, significa que as várias partes da informação adquirida são apreendidas em suas relações mútuas – resultado esse que é obtido apenas quando a aquisição se faz acompanhar de constante reflexão sobre o sentido do que é estudado (1959, p. 86).

Na citação acima fica clara a visão de Dewey sobre o dilema da abordagem conteudista e rasa com que a escola por vezes imprime aos estudantes, em oposição a um modelo experiencialista, baseado em construir soluções, hipóteses e verificá-las, priorizando o processo do pensamento reflexivo em detrimento à informação abundante e desconectada.

Para uma compreensão estruturada da experiência e do ato de pensar reflexivo, Dewey propõe um fluxo lógico de cinco etapas ou fases, cujos elementos resultantes estão intrinsecamente ligados às demais. De antemão, fica claro que essas etapas não são rígidas ou lineares, nem se propõe a explicar o fenômeno em detalhes minuciosos, e sim que “as cinco fases da reflexão [...] representam só em esboço os traços indispensáveis do pensamento reflexivo” (1959, p. 120).

Para Dewey, o ponto fundamental de um pensamento reflexivo é a existência de um problema, perturbação, dúvida ou embaraço, ou seja, qualquer barreira que não permita que se continue seguido o caminho que estava seguindo, seja física ou intelectualmente falando. No outro extremo está a solução do problema, guiada por um processo próprio seguido pelo ser pensante, como cita:

[...] uma situação embaraçosa, perturbada ou confusa no início; e uma situação esclarecida, unificada, resolvida, no final. A primeira destas situações pode chamar-se *pré-reflexiva*; apresenta o problema a ser resolvido; é a origem da questão a que a reflexão deve responder. Na situação final, a dúvida foi dissipada; a situação é *pós-reflexiva*; resulta numa experiência direta de domínio, satisfação, gozo (1959, p. 111).

Com essa lógica de desacomodação por um problema e busca por solução duradoura,

Dewey propõem as cinco fases ou aspectos do pensamento reflexivo, sendo:

**a) 1ª Fase - Sugestão:** sendo a fase categorizada como pré-reflexiva, é sentida como um aborrecimento por não poder seguir o que se fazia, acontece quando “uma situação de distúrbio ou perplexidade embarga temporariamente tal atividade direta” (p. 112). Nessa etapa, existe um grau de dúvida e demora ao tomar uma ação direta, onde o pensamento deve servir para examinar seus “propósitos, condições, meios, dificuldades e obstáculos” (p. 112).

Ao se deparar com um problema ou obstáculo, tem-se a opção em tomar uma ação por impulso direto, sem análise aprofundada, ou fazer um exame mais profundo como meio de buscar uma solução duradoura. A primeira opção é caracterizada como pensamento comum de causa e efeito direto, e a segunda caracterizada como um pensamento reflexivo, de análise e busca de solução.

Como estímulo ao pensamento reflexivo, essa etapa é aflorada pela curiosidade e dúvida, gerando primeiramente perplexidade e incerteza. Atitudes de qualidades pessoais como o espírito aberto e responsabilidade para examinar consequências, assim como a predisposição para ser absorvido de forma intensa, que Dewey chama “de todo coração”, potencializam a busca por solução.

**b) 2ª Fase - Intelectualização:** essa é a fase de diagnóstico do problema, que acontece quando deixamos de lado o aborrecimento pelo problema e focamos a energia na vontade de transpor a limitação, com clareza da natureza do problema e aceitação do mesmo de forma emocional e intelectual.

Dewey cita que “quando ficamos sabendo exatamente qual é o problema, já ao mesmo tempo, lhe estamos encontrando uma saída e conseguindo resolvê-lo” (p. 113). Nessa etapa existe uma mobilização prévia pela solução do problema, caracterizada fortemente pela motivação intrínseca.

**c) 3ª Fase - Geração da hipótese ou ideia guia:** nessa fase a ideia “brota; estala, como dissemos, na cabeça; é como um clarão” (p.114). Essa definição aponta para a inferência de hipóteses como uma construção não absolutamente voluntária, mas passível de estímulo e estruturação, como um salto do conhecido para o desconhecido, sendo definido como o momento que:

[...] adquirimos ideia mais clara da espécie de solução necessária. Os fatos ou dados põem-nos à frente o problema; o exame deste corrige, modifica, expande a sugestão

original, que passa a constituir, destarte, uma suposição definida ou, dito mais tecnicamente, uma hipótese (1959, p. 114).

Uma diferenciação aqui pode ser feita entre a hipótese de um novato e de um experiente em determinado assunto: enquanto um novato em geral experimenta ao acaso, por puro palpite cujo fundamento é diretamente proporcional ao seu conhecimento no assunto, contado com sorte como elemento presente, o experiente observa usando métodos consagrados e já está familiarizado com essa categoria de problema, sendo mais assertivo e menos dependente de sorte ou acaso.

Buscando achar uma saída, como citado pelo autor como “*think it out*”, a motivação dessa etapa é resolver a dúvida buscando uma solução através de inferências, como que seguindo uma correnteza ou fluxo, sempre apoiando uma ideia em experiências antecessoras.

Dewey define inferência como “processo de se chegar a uma ideia do que está ausente na base do que está presente” (1959, p. 100), partindo-se de fatos observados ou estabelecidos para conduzir a uma ideia provável, citando:

[...] toda inferência, justamente por ultrapassar os fatos incontestáveis e conhecidos, fornecidos seja pela observação, seja pela lembrança de conhecimento anterior, contém em si um salto do conhecido para o desconhecido, um salto além do que é dado e já estabelecido [...] ocorre por intermédio ou através da sugestão, despertada pelo que é visto e lembrado [...] ao passo que a sugestão estala na cabeça, qual seja a sugestão, dependerá, primeiramente da experiência pessoal (1959, p. 101).

Nessa citação, fica clara mais uma vez a importância da consecutividade da experiência como processo de alimentação da inferência, servindo os resultados de experiências anteriores como ponderações e provas observáveis no processo de “salto” que a inferência proporciona, sem os quais o salto seria mais aleatório do que efetivamente reflexivo.

Ainda em relação à inferência, Dewey coloca grande importância na verificação como processo de dar valor a uma hipótese inferida, e define dois tipos de verificação que podem comprovar ou refutar a ideia, sendo a verificação em pensamento - reconhecida aqui como 4ª Fase, e verificação pela ação – definida como 5ª fase do pensamento reflexivo.

**d) 4ª Fase – Elaboração mental ou raciocínio:** a estrutura dessa etapa prevê a

formação mental de cadeia de raciocínio, gerando pesquisa e investigação, com foco na busca de desenvolvimento de hipóteses, porém ainda mentalmente.

Nessa etapa, se faz o julgamento da hipótese e posterga o quanto possível o seu veredito, acreditando muito em provas anteriores e sugestão de verdade por relação direta à memória de experiências anteriores, exame ou observação de fatos do caso, ou como o autor chama, os “dados” do problema.

Nessa espécie de estoque consultado, além de experiências anteriores, são levados em conta os valores, cultura, desejos e interesses pessoais, bem como os sentidos que podem clarear a compreensão do caso, sendo que o autor define que “verificar em pensamento a consciência é agir em *imaginação*” (1959, p. 103).

Dewey cita que “o desenvolvimento de uma ideia mediante o raciocínio ajuda a fornecer termos intervenientes ou intermediários que ligam, num todo consistente, elementos que, no início, pareciam em mútuo conflito” (p. 117). É nessa etapa que a provisão de conhecimento é mais acessada, em uma espécie de ação pela imaginação, onde as ideias são validadas apenas mentalmente, baseado em regras aceitas, refutando ou aceitando a hipótese ao chocar a ideia com essa regras.

**e) 5ª Fase – Verificação pela ação:** fortemente conectada na etapa anterior, aqui a hipótese é experimentada e verificada pela ação exterior, ou seja, é feita uma interferência física intencional no fenômeno, evidenciando a consequência dessa ação se a hipótese testada for aceita como válida. Dewey exemplifica que “as condições são deliberadamente arrumadas, de acordo com as exigências de uma ideia ou hipótese, para ver se realmente ocorrem os resultados indicados teoricamente ela ideia” (p. 118), resultados esses inferidos pela etapa anterior.

Sendo marcada pela experimentação científica e física, aqui efetuam-se ações e verificando resultados atingidos com os esperados, com objetivo de comprovação material e portanto menos refutável, de uma hipótese.

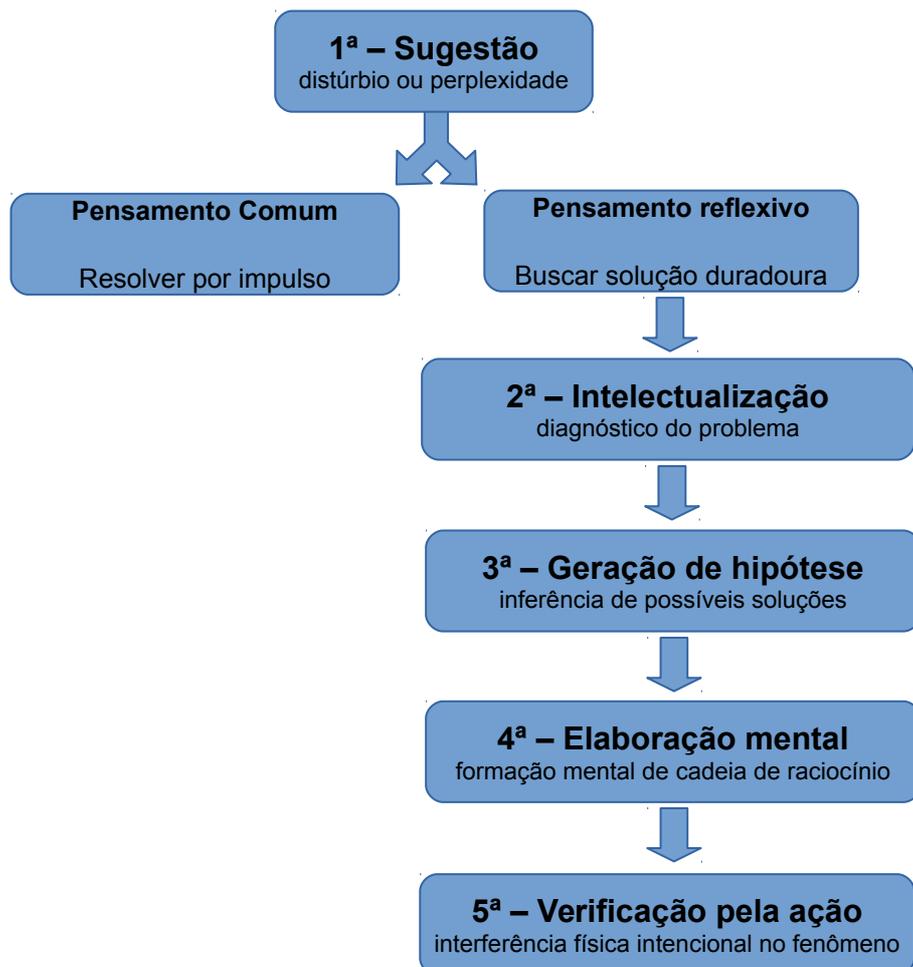
Se a hipótese se mostra razoavelmente aceita, a etapa pós-reflexiva se estabelece, a perturbação é aliviada e a atinge-se uma harmonia temporária, sendo a experiência registrada para o futuro e a fronteira do já estabelecido é rompida e alargada, conforme ele cita:

Qualquer processo de pensar chega naturalmente a seu fim quando a situação que o espírito defronta está assentada, decidida, ordenada, clara, pois, nesse ponto, nada há

que exija a reflexão; isto, até que, de novo, surja uma situação aborrecida ou dúbia. A função do pensamento reflexivo é, por conseguinte, transformar uma situação de obscuridade, dúvida, conflito, distúrbio de algum gênero, numa situação clara, coerente, assentada, harmoniosa (1959, p.105).

Na figura 2 é possível verificar as cinco fases do pensamento reflexivo em um lógica que vai desde a detecção de um distúrbio ou perplexidade, escolha do caminho curto ou aprofundado para resolver o impedimento, diagnóstico do problema, proposta de possíveis soluções, até a verificação mental ou física da solução proposta. Ao final, se a solução se prova eficaz e duradoura, o processo pode ser encerrado, senão retorna à fase 3 para inferir outras hipóteses e validar novamente, de forma cíclica até a solução ser aceita.

Figura 2: Processo de cinco fases do pensamento reflexivo.



Fonte: Elaborado pelo autor

Nessa seção, foi apresentado o conceito de experiência e pensamento reflexivo para John Dewey, suas características e etapas, com objetivo de criar momentos de aprendizagem rica, significativa e relevante. Foi possível conhecer a conceito de *continuum* experiencial e suas principais características, como a intencionalidade, continuidade e construção de um acorrente de experiências relevantes e contextualizada para os estudantes.

Também foi possível conhecer o conceito de pensamento reflexivo para Dewey, que engloba o conceito do *continuum* experiencial, atuando através de suas principais forças mobilizadoras: curiosidade, sugestão e ordem ou consecutividade. Além disso, foram abordadas as cinco fases do pensamento reflexivo, que propõe um processo de criação, validação e análise de hipóteses, que segundo Dewey, podem desenvolver soluções mais estruturadas e duradouras para problemas.

Na próxima seção será apresentada a lógica da experiência de FLOW e seu potencial para desenvolver a motivação e a criatividade de acordo com seu autor Mihaly Csikszentmihalyi, e ao final uma proposta de diálogo entre Dewey e Csikszentmihalyi.

### **3 CSIKSZENTMIHALYI: EXPERIÊNCIA DE FLOW EM BUSCA DA CRIATIVIDADE**

Mihaly Csikszentmihalyi nasceu na Hungria em 1934, é professor de Psicologia na Universidade de Claremont na Califórnia, e foi chefe de departamento de Psicologia da Universidade de Chicago e do departamento de Sociologia e Antropologia da Universidade Lake Forest.

Seu principal legado é sobre a felicidade, criatividade, bem estar e a diversão, porém seu trabalho mais famoso é a criação da Teoria do Fluxo, conhecida como FLOW, fruto de uma pesquisa de décadas com intervenções em vários momentos do dia a dia das pessoas. Mihaly é reconhecido como o mais importante investigador da atualidade no tema da psicologia positiva, também conhecida por Psicologia da Felicidade (Csikszentmihalyi, 1999).

Csikszentmihalyi viveu sua infância em Fiume, Florença e Roma, falando fluentemente alemão, italiano e húngaro. Durante a 2ª guerra mundial, perdeu um irmão em combate e outro foi preso em um campo de concentração. Aos 10 anos foi levado a um campo de concentração italiano, onde descobriu o xadrez como forma de desconectar do caos que o cercava, configurando aí sua primeira experiência de fluxo. Após a guerra sua família abriu um restaurante em Roma como refugiados, onde moraram por muitos anos.

Em sua adolescência descobriu a pintura e fotografia, e durante uma viagem aos 16 anos para a Suíça, conheceu Carl Jung, que já pesquisava aspectos positivos da vida humana. Fascinado pela psicologia através de Jung, viajou para Chicago, onde cursou psicologia, fez Doutorado em Desenvolvimento Humano e foi professor por 30 anos na Universidade de Chicago, desenvolvendo lá suas pesquisas iniciais sobre o que ele chamava de “experiência subjetiva ótima” (Csikszentmihalyi, 1999).

Sua inquietude inicial sobre o tema felicidade, remontava à sua infância: Como podem pessoas que sobreviveram ao horror da guerra, viver felizes e motivadas, quando a maioria tem uma sobrevivida doente e desequilibrada? Que padrão de forças movem as pessoas motivadas e felizes? (Csikszentmihalyi, 2004)

Csikszentmihalyi (2004) apresenta que antes da 2ª Guerra Mundial, a psicologia tinha 3 missões claras: Curar doenças mentais; Tornar a vida mais satisfatória; Cultivar Talentos superiores. Após o fim da guerra, a psicologia teve uma abrupta tendência a pesquisar doenças mentais, desenvolvendo pesquisas muito avançadas sobre depressão e transtornos pós traumáticos, mas deixando de lado seus 2 outros objetivos.

Somente nos anos 70 a 90, houveram retomadas das pesquisas em aspectos positivos da vida, com foco em bem estar e felicidade, e somente em 2000 foi reconhecida como um campo formal de pesquisa: Psicologia Positiva - área conduzida inicialmente pelos pesquisadores Martin Seligman e Mihaly Csikszentmihalyi.

A principal pesquisa de Csikszentmihalyi, que deu origem à Teoria do FLOW, foi iniciada na década de 70, quando ele desenvolveu o ESM - *Experience Sampling Method*, para compreender em vários momentos do dia, o que as pessoas estavam fazendo, onde estavam, com quem estavam e no que estavam pensando, e em uma escala numérica, qual era seu grau de felicidade, concentração, motivação e autoestima. Através de um Pager, os indivíduos da pesquisa recebiam um bipe em horários aleatórios e precisavam registrar em que situação se encontravam, coletando centenas de milhares de respostas em várias universidades do mundo (Csikszentmihalyi, 2004).

Essa pesquisa revelou algo interessante: várias pessoas, de diferentes níveis sociais e idades, em momentos diferentes de lazer ou trabalho, registravam alto grau de felicidade ao estarem envolvidas na criação de algo, e ainda, centenas delas revelaram característica em comum, como perda da noção de tempo, alta excitação e alto grau de motivação intrínseca. Ao analisar os resultados aparentemente aleatórios, Csikszentmihalyi percebeu que eles estavam envoltos em um momento diferenciado, altamente conduzidos pela criatividade e com forte motivação, e que esse processo acontecia de forma sistemática se as mesmas pessoas repetissem as mesmas coisas, porém as atividades poderiam ser em momentos diferenciados como o lazer, produção artística e até em trabalhos repetitivos e aparentemente enfadonhos.

Esse processo foi nomeado de fluxo, por compreender que era uma sequência de experiências demonstráveis e reproduzíveis onde, se os mesmos estímulos fossem ofertados, formariam um fluxo previsível. Essa teoria deu origem a uma série de pesquisas sobre motivação, felicidade e processos de criatividade e inovação, compreendendo que esses estados não são aleatórios, e portanto o momento *Eureka*<sup>7</sup>, da descoberta ao acaso da solução de um problema, deixou de ser apontado como uma ação externa ao indivíduo - uma inspiração divina, para um processo conhecido, reproduzível e portanto capaz de ser

---

7 O matemático grego Arquimedes de Siracusa (287–212 a.C.) teria pronunciado a palavra Eureka (em grego “encontrei”) após descobrir quando estava em sua banheira que o volume de qualquer corpo pode ser calculado medindo o volume de água movida quando o corpo é submerso na água, conhecido como o princípio de Arquimedes. Essa palavra é usada com significado de atribuir uma grande descoberta ao simples acaso (JOHNSON, 2011).

desenvolvido e estimulado.

Suas pesquisas no tema da Teoria do Fluxo, registram mais de 120 artigos publicados como ensaios, resultados e comparações de estados de fluxos de milhares de pessoas. Suas principais obras no tema do Fluxo são o livro *Flow: The Psychology of Optimal Experience* (1990) – no Brasil, *Psicologia da Felicidade* (1992), *Creativity: The Psychology of Discovery and Invention* (1996 e 2013) – sem tradução e *Finding Flow: The Psychology of Engagement with Everyday Life* (1997) - no Brasil como *A Descoberta do Fluxo: A psicologia do envolvimento da vida cotidiana* (1999). Para fins de padronização, a Teoria do Fluxo será chamada nesse trabalho de FLOW, que é a forma que é reconhecida mundialmente em pesquisas e publicações científicas.

Nessa seção serão tratadas as obras citadas acima com o foco na descoberta e compreensão do FLOW, resultados de sua aplicação em pesquisas com o foco na compreensão do processo criativo, seu estímulo e desenvolvimento intencional, visando o alcance do FLOW como potencializador da Criatividade.

### 3.1 Da Entropia Psíquica ao FLOW

Em sua obra *A Descoberta do Fluxo: A psicologia do envolvimento da vida cotidiana* (1999), Csikszentmihalyi descreve os processos que levam ao FLOW e sua relação com as atividades cotidianas das pessoas, baseado em pesquisa com o ESM.

Para Csikszentmihalyi (1999), viver tem um significado de experimentar por meio de sentimentos e pensamentos que levam a atos, e que são percorridos no tempo, por isso, para ele o tempo é o recurso mais escasso que temos. Para ele, a qualidade de vida é determinada pela experiência que vivemos, por isso a escolha de como vamos alocar nosso tempo é fundamental.

Ainda, ele cita que o que fazemos pode ser dividido em 3 tipos de atividades: **a) Gerar Energia** – são atividades produtivas vão gerar energia para nossa sobrevivência, que hoje é o trabalho, visto que nos tempos atuais essa é a energia que move a vida; **b) Manutenção** – são as atividades de manutenção, seja do nosso corpo como comer ou descansar, ou da nossa estrutura básica de conforto e transporte, como limpar e fazer gestão da casa, fazer compras, dirigir ou se locomover; **c) Lazer** – são atividades de lazer geral como assistir TV, ler livros, fazer esporte, *hobbies* ou contato social.

Mesmo com essa diversidade de atividades, o autor cita que podemos polarizar os

sentimentos que elas provocam em uma dualidade simplificada: atividades positivas são atraentes ou motivadoras; atividades negativas são repulsivas ou desmotivadoras. O mais interessante que a pesquisa do ESM revelou, é que mesmo em situações de atividades produtivas, de manutenção ou lazer, é possível experimentar níveis similares de sentimentos negativos ou positivos.

O autor ainda cita que mesmo que a renda pessoal tenha mais que duplicado entre as décadas de 60 e 90 nos EUA, a proporção de pessoas que se consideram muito felizes se manteve constante em 30% da população, e que, acima do limite da pobreza extrema, recursos adicionais parecem não melhorar de maneira significativa sua percepção de motivação ou níveis de felicidade.

Com esse paradigma revelado pela pesquisa, pairaram novas dúvidas: Se mesmo em atividades laborais ou lazer, os níveis de motivação variam de forma similar, a hipótese usada comumente de que trabalho é negativo e lazer é positivo é refutada, e ainda, com a pesquisa acima a hipótese de que o acesso a mais recursos financeiros, que podem financiar mais conforto e experiências ricas também é refutada. Com isso, fica uma questão fundamental: Existe um padrão de quais atividades cotidianas geram motivação e felicidade em cada pessoa?

Antes de chegar a essa consideração, o autor estabelece uma reflexão de quais atividades drenam nossa energia psíquica, e portanto nos afastam da motivação, concentração, autoestima e por consequência da felicidade. Para ele, atividades que produzem tristeza, medo ansiedade e tédio, por exemplo, geram o que ele descreve como “Entropia Psíquica”, como segue:

[...] um estado em que não podemos usar a atenção de maneira eficaz para lidar com tarefas externas, porque precisamos dela para restaurar uma ordem interior subjetiva. Emoções positivas como felicidade, força ou alerta são estados de negaentropia Psíquica, ou entropia negativa, pois não precisamos de atenção para refletir e sentir pena de nós mesmos, e a energia psíquica pode fluir livremente para qualquer pensamento ou tarefa que escolhemos investir (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 29).

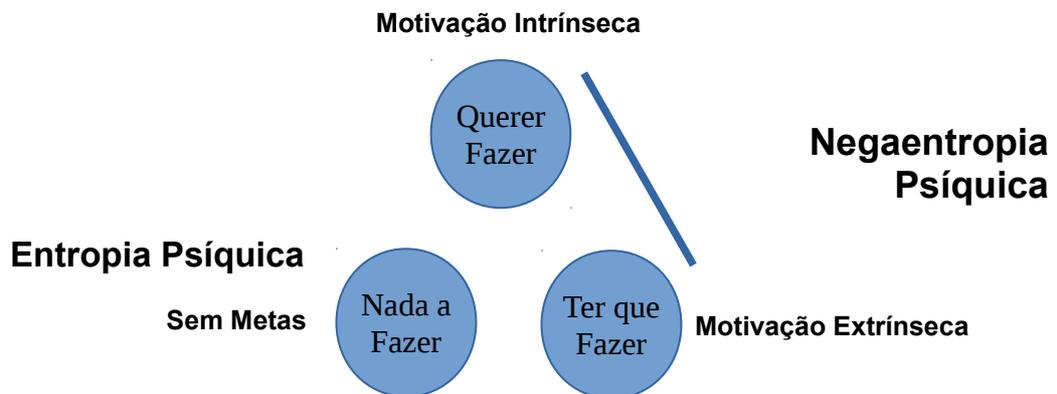
Para o autor, a Entropia Psíquica gera ansiedade, apatia e um certo grau de desordem ou caos mental, visto que produz incerteza do caminho, diminuição da autoestima, falta de

foco, baixa atenção e concentração. Também é citado o estresse em duas categorias, sendo o estresse externo – que pode ser positivo pois gera tensão e desacomodação, como por exemplo metas estabelecidas por uma empresa; e o estresse interno – que gera diminuição da certeza e desconforto psíquico, como por exemplo a falta de metas pessoais e por consequência baixa perspectiva de conquista pessoal futura (1999).

No quesito de metas, sua fonte pode ser externa, propostas e gerenciadas por outros, ou interna, propostas e gerenciadas por nós mesmos. O grande benefício das metas é a atenção que se concentra em uma tarefa, formando uma intenção legítima de alcançar algo que não se tem hoje. Para Csikszentmihalyi, o estabelecimento e busca para alcançar metas, seja de qualquer fonte, é um dos elementos, para o que ele chama de Negaentropia Psíquica, pois estabelece prioridades e assim cria ordem na consciência, mitigando processos mentais aleatórios e sentimentos que se deterioram rapidamente.

Para ele, existem muitos sinais que as pessoas se sentem melhores quando o que fazem é voluntário, mas não se sentem piores quando fazem algo obrigatório, pois o “querer fazer” (motivação intrínseca) e o “ter que fazer” (motivação extrínseca), que são características de Negaentropia Psíquica, são preferíveis ao estado de fazer algo por “não ter nada mais para fazer”, sem metas para focar a atenção, característica da entropia psíquica, como mostra na figura 3. Para ele, “a intenção focaliza a energia psíquica a curto prazo, enquanto as metas tendem a ser mais de longo prazo” (Csikszentmihalyi, 1999, p. 30).

Figura 3: Lógica de Entropia Psíquica e Negaentropia Psíquica.



Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda, o autor aponta que as metas que escolhermos determinam o tipo de *self*<sup>8</sup> que

8 Entende-se por *self* aquilo que define a pessoa na sua individualidade e subjetividade, isto é, a sua essência. O termo *self* em português pode ser traduzido por "si" ou por "eu", mas a tradução portuguesa é pouco

vamos construir, citando que sem investimento de nossa energia psíquica em um conjunto sólido de metas, dificilmente será construído um *self* coerente, composto de ordem na experiência, manifestado em ações, emoções ou escolhas com certo grau de previsibilidade.

Ainda sobre as metas, é apontado que as metas tem a capacidade de determinar a autoestima, que de forma simples pode ser entendida como uma proporção entre expectativa e sucesso ao realizar uma atividade. A baixa autoestima, portanto, pode ser alcançada por uma pessoa que não alcança muito sucesso – talvez por não ter metas, ou por ter metas elevadas demais.

Um dos grandes legados das metas na vida cotidiana é o exercício do foco, sem o qual a consciência se torna caótica e desordenada, sem sequencias lógicas causais, que buscam criar um tipo de filme mental, sequencial e lógico, uma espécie de sonho acordado, bastante identificado com a definição de pensamento reflexivo, já tratado por Dewey.

Na entropia psíquica, ainda podem ser categorizadas as atividades que o autor chama de lazer passivo, onde não existem metas, pouca habilidade é requerida e a interação é inexpressiva. Como exemplo de atividades deste tipo estão a socialização com amigos sem objetivos específicos, assistir televisão, fazer compras, fazer leituras rasas sem um objetivo específico, ouvir música, ou seja, atividades que não requererem concentração e exigem baixo envolvimento.

Essas atividades em geral, assim como o simples tempo livre sem atividades específicas, quando escolhidas demasiadamente pelos indivíduos, podem se tornar nocivas, gerando desordem mental e falta de perspectiva de vida. Isso explicaria a conhecida “Neurose Dominical”, pesquisada pelo psicanalista Sandor Ferenczi, que detectou em seus pacientes crises de histeria e depressão nos domingos, feriados ou férias, inclusive aumentando o relato de sintomas de doenças nesses períodos (Csikszentmihalyi, 1999).

Uma descoberta interessante é que as pessoas relatam significativamente mais sintomas físicos, como dores de cabeça e nas costas, durante os fins de semana ou em períodos que não estão estudando ou trabalhando. Até mesmo a dor das mulheres com câncer é tolerável quando estão com amigas, ou envolvidas em uma atividade; ela aumenta quando elas estão sozinhas, sem nada para fazer. Aparentemente, quando a energia psíquica não está dedicada a uma tarefa específica é mais fácil

---

usada, em termos psicológicos. Este termo foi utilizado inicialmente por vários psicanalistas ingleses, entre eles Donald Winnicott, para designar a pessoa enquanto lugar de atividade psíquica, ou seja, o *self* seria o produto de processos dinâmicos que asseguram a unidade e a totalidade do sujeito (WINNICOTT, 1990).

notar o que há de errado com nossos corpos (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 51).

Essas pesquisas apontam que o indivíduo em geral não está preparado para o ócio, pois sem metas e sem interação as pessoas tendem a perder a concentração e motivação, focando sua atenção em problemas insolúveis que geram ansiedade. A mesma pesquisa aponta que ao estar inundadas de ócio e falta de perspectiva, as pessoas se envolvam em jogo obsessivo, sexualidade promíscua, alcoolismo ou drogas, pois são maneiras rápidas de reduzir o caos na consciência a curto prazo, porém diminuem sua eficácia com o tempo e deixam como resíduo uma grande insatisfação apática.

Essas atividades que em geral levam à apatia, conhecidas como felicidades instantâneas como consumismo ou o sexo, assim como experiências aleatórias sem um objetivo específico, geram motivação instantânea e não duradoura, e como já citado, diminuem seu valor quando sua frequência aumenta.

Uma explicação neurológica para esse fenômeno, é que nosso sistema nervoso evoluiu durante milhares de anos para responder de forma rápida a sinais externos, estando alerta e pronto para o perigo, e não se adaptou ainda a um estilo de vida sem perigos e predadores (Csikszentmihalyi, 1999).

Diferente do lazer passivo, o autor categoriza atividades de esportes, exercícios físicos, *hobbie* ou leitura sistematizada como lazer ativo. Essas atividades, mesmo sendo de lazer ou diversão, possuem metas e *feedbacks* claros, algum nível de competição, foco e concentração. Conforme o autor, os seres humanos se sentem melhor com desafios, resolvendo problemas, competindo ou descobrindo algo novo, do que no simples tempo livre, de desatenção e apatia.

Porém, ter o foco e concentração em algo que contraria emoções e motivação intrínseca, como estudar uma matéria desagradável ou fazer um trabalho de aula entediante, exige um grande esforço. Esse esforço parece ser recompensado quando uma motivação extrínseca está em jogo, como participar de um concurso ou simplesmente aprovar na disciplina. Quanto mais difícil uma tarefa mental combinada com baixa motivação intrínseca, mais esforço necessário para se concentrar nela. Obviamente, o inverso é verdadeiro, pois quanto mais motivação intrínseca se tem por uma atividade, menos esforço e mais recompensante a atividade parece ser.

Para Csikszentmihalyi (1999), quando atividades com alta motivação, seja intrínseca

ou extrínseca se combina com baixo esforço e sentimento de realização, seja ela em atividade de lazer, *hobbie* ou trabalho duro, mas desafiador e com valor pessoal - seja na atividade do trabalho ou na sua remuneração, o momento fica repleto de experiências em harmonia entre o que sentimos, pensamos e desejamos. Esse momento de Negaentropia Psíquica para ele, é a experiência de FLOW ou estado de experiência ótima, que é descrito pela pesquisa como momentos de auge, êxtase ou enlevo estético, combinando metas alcançáveis com regras claras, muito conhecido em jogos de esporte, desafios lógicos ou mesmo a resolução de problemas, sendo possível o indivíduo agir sem precisar questionar o que deve ser feito e como fazê-lo, focando sua energia psíquica na resolução da atividade.

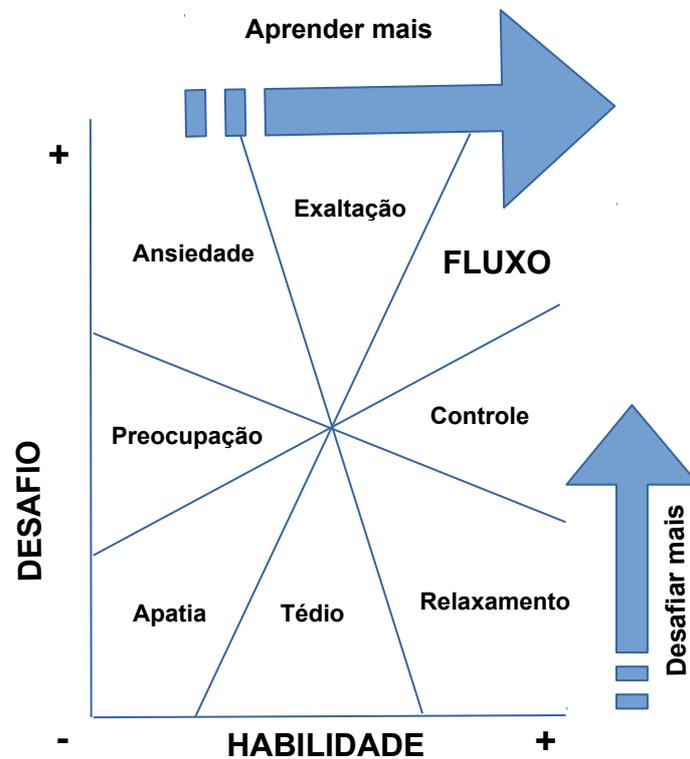
A mesma clareza de metas estará presente se você executar um ritual religioso, tocar uma peça musical, tecer um tapete, escrever um programa de computador, escalar uma montanha ou realizar uma cirurgia. As atividades que induzem o fluxo podem ser chamadas de atividades de fluxo, porque tornam mais provável que a experiência ocorra. Ao contrário da vida cotidiana, as atividades de fluxo permitem que uma pessoa se concentre em metas límpidas e compatíveis (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 36).

Uma outra característica importante de atividade de FLOW, é a possibilidade de receber *feedback* imediato de seu desempenho, permitindo a cada movimento compreender se melhorou ou não em direção a meta estabelecida, como em um jogo onde a pontuação ou o alcance de um objetivo dá sinais claros de que o caminho escolhido é certo e que com certa previsibilidade, sua meta vai ser alcançada em alguns movimentos.

[...] o fluxo tende a ocorrer, quando as habilidades de uma pessoa estão totalmente envolvidas em superar um desafio que está no limiar de sua capacidade de controle. Experiências ótimas geralmente envolvem um fino equilíbrio entre a capacidade do indivíduo de reagir e as oportunidades disponíveis para a ação [...] se os desafios são altos demais a pessoa fica frustrada, em seguida preocupada e mais tarde ansiosa. Se os desafios são baixos em relação às habilidade do indivíduo, ele fica relaxado e em seguida entediado. Se tanto os desafios quanto as habilidades são percebidos como baixos, a pessoa se sente apática (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 37).

Para o autor, a experiência de FLOW ótima deve ocorrer quando existir um profundo envolvimento entre altas habilidades em executar algum tipo de atividade e altos níveis de desafios para se atingir a meta de concluir essa atividade, seja por motivação pessoal ou externa, criando um “lampejo de vida intensa” contra o fundo, muitas vezes monótono, da vida cotidiana.

Figura 4: Relação Desafio e Habilidade para o FLOW.



Fonte: adaptado de Csikszentmihalyi, 1999.

A figura 4 é uma adaptação da representação de Csikszentmihalyi da relação entre desafios e habilidades e a experiência ótima de FLOW, formando uma construção lógica para compreender onde cada indivíduo se encontra e quais comportamentos devem ser estimulados para buscar essa experiência.

Ainda, na figura 4, é possível identificar sete comportamentos básicos que estão à margem do FLOW, norteados pelos eixos Desafios e Habilidades e uma composição ótima do que leva à experiência de fluxo. Como já citado, a **apatia** é observada quando existe uma baixa habilidade na atividade e o desafio é de baixa complexidade, não possuindo motivação nem condição de executar a atividade, por mais simples que seja, ocasionando uma evasão do

indivíduo na atividade ou até “um faz de conta” de execução da atividade até terminar o tempo ou até a próxima atividade.

Níveis de **preocupação** ou **ansiedade** acima do normal podem acontecer quando o indivíduo possui baixa habilidade e a atividade tem alto desafio, uma vez que o indivíduo percebe que não terá condições de realizar a atividade de forma satisfatória, ele recua para situações menos desafiadoras.

Também, existe o desequilíbrio quando a atividade é pouco desafiante, mas o indivíduo tem habilidades altas para sua resolução, podendo gerar um comportamento de **tédio** e posterior **relaxamento**, e com isso uma possível execução inicial da tarefa e posterior desmotivação e abandono da atividade.

Para Csikszentmihalyi (1999), nos comportamentos periféricos ao FLOW, como a **exaltação**, que é positiva mas insuficiente, o indivíduo fica mentalmente concentrado, ativo e envolvido, porém com possível baixo controle. Nesse caso para alcançar o FLOW, devem ser desenvolvidas as habilidades faltantes, por meios de formação, estudo e desenvolvimento das mesmas, representado na figura 4 pela seta **Aprender Mais**, sendo um comportamento típico de um estudante dedicado mas que não tem grandes êxitos no resultado de sua avaliação formal.

Da mesma forma, o autor cita um outro comportamento periférico - o **controle**, onde o indivíduo se sente feliz, forte e satisfeito, mas tende a perder a concentração e o sentimento de relevância na atividade. Aqui, para alcançar o FLOW, o caminho é aumentar o desafio, colocando metas mais altas ou novos componentes para complexificar a atividade, que na figura 4 é representado pela seta **Desafiar Mais**, sendo um comportamento conhecido quando um estudante realiza uma tarefa muito rápido e fica parado esperando os demais. Essa é a hora de aumentar o desafio com novos problemas ou novas variantes do mesmo problema.

Para Csikszentmihalyi, “a experiência de fluxo age com um ímã para o aprendizado – isto é, para o desenvolvimento de novos níveis de desafios e habilidades” (1999, p. 39). Sobre a relação desafio e habilidade, ele ainda descreve:

Quando as metas são claras, o feedback compatível e os desafios e habilidades estão equilibrados, a atenção se torna ordenada e recebe total investimento. Devido à exigência total da energia psíquica, uma pessoa no fluxo está totalmente concentrada. Não há espaço na consciência para pensamentos que distraiam, para sentimentos incoerentes. A autoconsciência desaparece, no entanto a pessoa se sente

mais forte do que de costume. O senso de tempo é distorcido: as horas parecem passar como minutos. Quando todo o ser de uma pessoa é levado ao funcionamento total do corpo e da mente, o que quer que se faça torna-se digno de ser feito por seu próprio valor; viver se torna sua própria justificativa. No foco harmonioso das energias físicas e psíquicas, a vida enfim se torna realmente significativa (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 38).

O autor ainda descreve que em suas pesquisas, mesmo quando jovens vão realizar atividades que tem interesse e são agradáveis como andar de bicicleta ou jogar basquete, existe uma barreira a ser vencida, o que ele chama de energia de ativação.

Para se fazer a atividade favorita, é necessário trocar de roupa ou planejar o jogo, e isso são atividades tediosas e maçantes que antecedem a atividade esperada, e portanto se a motivação ou o gosto pela atividade não for suficiente alto, existe a desistência, conforme ele cita:

É preciso passar por pelo menos meia hora de exercícios tediosos a cada vez que a pessoa se senta diante do piano antes que a prática comece a ser divertida. Em outras palavras, cada uma das atividades que produzem fluxo exigem um investimento inicial de atenção para que possa ser agradável [...] se uma pessoa está cansada demais, ansiosa ou não possui disciplina para vencer o obstáculo inicial, terá que se contentar com algo que, embora menos apreciável, é mais acessível (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 70).

Neste trecho acima, fica clara a importância de se iniciar atividades novas ou diferentes com baixa demanda de energia de ativação, e para isso baixo grau de desafio e habilidade, e paulatinamente buscar maiores desafios que demandem maiores habilidades.

Na obra *Flow: The Psychology of Optimal Experience* (1990) que foi lançada no Brasil como *Psicologia da Felicidade* (1992), para facilitar a compreensão, Csikszentmihalyi categoriza a experiência de FLOW em 3 momentos temporalmente distintos: **Condições do FLOW** – que são as ações de pré-requisitos para que a pessoa atinja a experiência de FLOW satisfatória e intensa; **Características do FLOW** – que são as sensações percebidas pelos indivíduos durante esse estado; **Consequências do FLOW** – sendo algumas das possíveis consequências alcançadas pelos indivíduos que relatam presença de FLOW em grande

quantidade (Csikszentmihalyi, 1992).

As condições de FLOW são agrupadas em 2 grandes grupos, que simplificam divisões antigas e mais granulares, sendo (CSIKSZENTMIHALYI, 1992):

- a) **Metas Claras e *Feedback* imediato:** com já descrito, metas claras e alcançáveis, assim como *feedback* incremental e imediato são condições para alcance do estado de FLOW. Como exemplo desse estado, o autor cita um alpinista que sabe onde quer chegar – no topo da montanha, e tem condições de conferir a todo momento sua situação atual, fazendo ajustes de percurso ou análises próprias de desempenho. Mesmo tendo a meta clara de chegar ao topo da montanha, conforme o FLOW é mais intenso, o percurso pode se tornar mais relevante e recompensador que a meta, mas mesmo assim, a meta é o norteador último da atividade. Nesse caso o *feedback* é uma ferramenta de controle, oferecendo segurança e sensação de progresso. Mesmo quando o progresso for lento ou aquém do esperado, o simples fato de receber *feedback* causa resignação e foco na meta.
  
- b) **Equilíbrio entre capacidade (habilidade) e oportunidade de ação (desafio):** como já relatado, em qualquer nível de intensidade, o equilíbrio entre habilidade e desafio pode gerar estado de FLOW. Quando o desafio está maior que a habilidade, temos um cenário de ansiedade – que pode gerar abandono por desinteresse, que combinado com mais instrução ou treino, pode levar ao FLOW; por outro lado, quando temos uma presença maior de habilidade que desafio, temos um configuração de certeza de controle - que também pode gerar abandono por desinteresse, que sendo combinado com mais desafio, tende a levar ao FLOW. Uma outra variante é o ponto central do gráfico Desafio X Habilidade da figura 3, pois mesmo quando houver equilíbrio entre desafio e habilidade, mas sua intensidade for muito baixa – intersecção abaixo do ponto central, a tendência é de apatia e não estado de FLOW, dado à baixa intensidade de ambos, mesmo em equilíbrio. No outro extremo está o equilíbrio de ambos mas com alta intensidade, gerando o que o autor chama de Experiência Ótima.

Após a compreensão das condições prévias para o alcance da experiência de FLOW, serão apresentadas as 6 **características do FLOW** durante a experiência, sendo elas (Csikszentmihalyi, 1992):

- a) **Possibilidade de controle do próprio desempenho:** durante a experiência de FLOW, os indivíduos relatam que existe uma sensação de certo nível de controle de seu desempenho, gerando a ideia que é possível obter controle por suas próprias ações, não estando todo poder de controle no externo ou no aleatório. Esse nível básico de Possibilidade de Controle sentido durante um estado de FLOW é um contraponto à Certeza de Controle, que é apresentada em casos de alta habilidade e baixo nível de desafio, já descritos. Essa dosagem de níveis de controle é apresentada pelo autor como Paradoxo de Controle: Possibilidade de controle com níveis de incerteza é gerado pelo FLOW; e por outro lado a Certeza de controle com domínio completo do resultado, sem incerteza é gerado pelo desequilíbrio entre desafio e habilidade, e ao inserir novos desafios ou novas variáveis fora de controle, eleva-se o nível de desafio e tende ao estado de FLOW.
- b) **Concentração profunda:** a fusão entre a ação e consciência é relatada durante a experiência de FLOW, concentrando toda atenção e ignorando toda interrupção paralela. Com a concentração e envolvimento profundo, o dualismo agente e ação desaparece, tornando a atividade espontânea, quase automática, onde o indivíduo não precisa mais pensar no que fazer, simplesmente faz sem esforço consciente. Essa situação é exemplificada pela ação de um pianista, que não pensa na partitura ou na música, simplesmente sua mão se move e toca, e ele sente um estado de reverência e encantamento ao observar a fluência por conta própria da música.
- c) **Foco temporal no agora:** grande parte de nossa energia psíquica diária é consumida em remontagens do passado ou construções do futuro, com pensamentos e preocupações indesejáveis. Em estado de FLOW, o indivíduo limita seu espectro temporal e espacial para o aqui e agora, tendo consciência apenas do início do estado de FLOW e dos próximos movimentos que o feedback aponta como necessários para alcançar a meta. Como uma forma de escape da vida cotidiana, é criado um mundo temporário com certo nível de controle, que diferente da fuga por álcool, sexo promíscuo ou drogas, proporciona uma escapada ascendente em direção a maiores intensidades na relação desafio x habilidade, e por consequência maiores intensidade de estado de FLOW.

- d) **Perda de noção de tempo e espaço:** essa característica bastante mencionada entre os indivíduos, oferece uma distorção de percepção de tempo em relação ao registro absoluto de um relógio, fazendo com que o tempo não transcorra de modo habitual. Existem exemplos citados por Csikszentmihalyi (1992) onde o tempo passa muito rápido - como o de um médico que fez uma cirurgia de 2 horas mas sentiu como se fossem 15 minutos, e casos onde o tempo passa muito devagar – onde um campeão olímpico de corrida relatou que seus quase 10 segundos de competição passaram como se fossem horas. Esses exemplos apontam que o tempo parece expandir-se ou contrair-se de acordo com a atividade. Em outro exemplo, um bailarino explicou que na mesma coreografia, uma pirueta de segundos parece demorar horas, e ao final de horas da mesma dança, parece ter transcorridos apenas alguns minutos, em uma expansão e contração de tempo simultânea. Na educação, podemos exemplificar com as atividades em grupos, onde os estudantes passam horas envolvidos e mobilizados em uma construção coletiva, por exemplo, focando energia e esforço e perdendo a noção de tempo, empenhando motivação intrínseca durante a construção.
- e) **Suspensão temporária da autoconsciência:** também reportado por muitos indivíduos, a imersão na experiência de FLOW faz com que se perca sua própria identidade e consciência social de papéis e cargos, oferecendo uma sensação de ser parte de algo maior, conhecida como sentimento oceânico. Essa suspensão não faz com que as pessoas deixem de sentir seu corpo, mas sim esquecer sua individualidade, transcendendo as fronteiras do ego e perda temporária da autoconsciência. No exemplo citado pelo autor, o pianista sente que ele e o piano são um só, e o alpinista sente que ele e a montanha são um sistema único e inseparável, em um sentimento de transcendência ou autotranscendência ou das fronteiras do ego, que pode ser maior ou menor quando mais intensa a experiência de FLOW.
- f) **Experiência se torna autotélica:** como vai ser detalhado a seguir, na experiência autotélica é predominante a sensação de uma atividade intrinsecamente compensadora e gratificante, onde o processo – caminho pela qual se trilha uma experiência, é mais importante que o produto – meta final da experiência. Diferente da experiência

exotélica, onde o objetivo principal é a recompensa de chegar ao fim, a autotélica usa o processo da experiência como combustível para ela própria, fazendo uma retroalimentação da motivação do indivíduo. Existe aqui uma forte relação da experiência autotélica com motivação intrínseca, que é a vontade interna do indivíduo realizar algo por si mesmo com um sistema de valores próprio e autorregulado – no exemplo de uma jovem que estuda dança para simplesmente sentir essa experiência, e da experiência exotélica com a motivação extrínseca com forças externas e movidas a prêmios finais para desafios cumpridos – como por exemplo um funcionário que quer bater uma meta para receber uma bonificação.

Por fim, o autor apresenta as possíveis **consequências da repetição de estados de FLOW**, sendo elas (CSIKSZENTMIHALYI, 1992):

- a) **Crescimento pessoal a níveis maiores de complexidade:** mesmo que a experiência de FLOW tenha maior chance de elevar o padrão de qualidade de vida somente no longo prazo, são registrados crescimentos em termos de complexidade do *self*. Com essa complexidade, o indivíduo se sente diferenciado, e ao superar desafios cada vez maiores se sente mais capaz e mais singular, sendo essa singularidade um processo psicológico chamado diferenciação. Ao mesmo tempo, com o aumento da complexidade existe um processo psicológico chamado integração, que une as pessoas com o mundo, pois organiza a consciência através do estado de profunda concentração. O autor cita ainda, que ao sentir esse crescimento pessoal, experimentamos uma alegria profunda, a qual faremos grande esforço para voltar a sentir, criando uma negaentropia rumo ao crescimento do *self*. No ciclo de desenvolvimento, os desafios são propostos exigindo o desenvolvimento de novas habilidades, formando o processo de diferenciação. Quando esses desafios são conquistados, as habilidades desenvolvidas se integram ao repertório, gerando o processo de integração, que gera a curiosidade por novos desafios, que necessitam novas habilidades, em um ciclo que leva a estágios mais complexos.
  
- b) **Fortalecimento da autoestima:** em trabalhos da pesquisadora Anne Wells da Universidade de Chicago, foi constatado que as pessoas que entram em estado de FLOW com maior frequência, reportam níveis maiores de autoestima (WELLS, 1988). Para Csikszentmihalyi, essa é uma consequência direta da experiência de FLOW, visto

que durante a atividade a autoconsciência é suspensa, e imediatamente após a atividade encerrada, o indivíduo se dá por conta e reporta que está se sentindo melhor consigo mesmo.

Para Csikszentmihalyi, tanto as características como as consequências do estado de FLOW serão mais ou menos sentidas e observadas de acordo com a intensidade da experiência, que pode ser aumentada de acordo com a frequência que as condições de FLOW são oferecidos ao indivíduo, gerando experiências mais ricas e mais intensas em frequências cada vez mais maiores e mais regulares.

No quesito frequência, o autor ainda descreve que o FLOW é relatado uma maior quantidade de vezes quando a pessoa realiza sua atividade favorita como um jogo, jardinagem ou cozinhando uma boa refeição, onde a habilidade e o desafio estiverem equilibrados, podendo ser mais ou menos intenso dependendo do grau maior ou menor que a habilidade ou o desafio se encontram equilibradas.

Em termos de frequência de experiências de FLOW que as pessoas percebem, uma pesquisa apontada por Csikszentmihalyi apresenta que uma a cada cinco pessoas percebe que “se envolve em algo tão profundamente que nada mais parece importar, a ponto de perder a noção do tempo” (1999, p. 40), inclusive em vários momentos do dia, enquanto 15% das pessoas admitem que nunca passaram por essa experiência.

Como já citado, durante a experiência de FLOW o indivíduo tem uma suspensão temporária dos sentidos, estando profundamente concentrado na atividade, a ponto de perder sua autoconsciência e noção de tempo e espaço, devido ao alto processamento mental exigido, impedindo que os sentidos sejam processados paralelamente. Por esse motivo, o indivíduo tende a perceber que alcançou o auge, sente a sensação de felicidade e dever cumprido somente após a conclusão da meta, fato comum em esportistas que demoram a “cair a ficha” após bater um *record* mundial.

Sensações como a atemporalidade, alta concentração, imersão completa na atividade e sensação de ação sem esforço, sinalizam a experiência de FLOW, e tem uma forte aproximação conceitual como o “micromundo”, que será melhor descrito à frente, relatado por Papert (1999) como uma experiência em que as crianças, ao brincar por horas seguidas, criam seu universo paralelo, com regras, física e personagens criados por ela mesma a partir de blocos de madeira, sem sequer sentir fome ou se incomodar com ruídos paralelos.

Csikszentmihalyi ainda cita que um dos elementos necessários para uma experiência de FLOW envolvente, além do equilíbrio entre habilidade e desafio, é a condição de existir oportunidade de ação para utilizar a habilidade existente. A sensação de impedimento de ação, seja por força externa ou interna, frente a um desafio, mesmo com a presença da habilidade necessária, acaba por gerar frustração e alto nível de ansiedade, muito similar a sensação de falta de habilidade frente a um desafio complexo.

Mesmo em situações fora do lazer ou das atividades de manutenção já descritas, várias pessoas já relataram estarem em FLOW. O autor cita que “o trabalho muitas vezes também produz fluxo, talvez porque os desafios e habilidades tendem a ser elevados quando estamos trabalhando, e as metas e o feedback muitas vezes são claros e imediatos” (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 42). A experiência do trabalho será positiva e envolvente quanto mais incidências de FLOW ela promover.

Em relação ao trabalho, se o mesmo tem algum significado pessoal, até mesmo em profissões comuns, pode haver aumento de qualidade de vida, ao invés de diminuição. Naturalmente, em profissões individualizadas e autônomas, onde a pessoa está livre para escolher suas próprias metas e o nível de dificuldade, a recompensa intrínseca é maior.

O autor ainda cita que “artistas, empresários e cientistas altamente produtivos e criativos tendem a experimentar seus trabalhos como nossos ancestrais caçadores o faziam – como algo completamente integrado ao resto de suas vidas” (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 64), pois para eles o FLOW é uma parte constante de seu estilo de vida e da sua atividade profissional, sendo que a “alegria de fazer com que a mente alcance novos territórios é a característica mais óbvia de suas vidas” (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 64).

Em 1965, Csikszentmihalyi escreveu sua tese intitulada “*Artistic problems and their solutions: an exploration of creativity in the arts*”, cujo objeto principal de pesquisa era a criatividade artística. Para compreender a criatividade, ele registrou através de fotos e anotações, o processo criativo de artistas enquanto faziam suas obras. O que mais chamou a atenção dele foi perceber o nível de imersão que os artistas mostravam ao esculpir ou pintar, parecendo uma espécie de transe – onde eles esqueciam suas necessidades fisiológicas e sua identidade social, evidenciando que o processo “de fazer” da sua obra era seu único pensamento naquele momento (1993).

Estranhamente, quando um pintor por exemplo, encerrava sua obra, fazia uma rápida análise e encostava a tela em uma pilha de quadros prontos, e já se voltava para mais uma tela

em branco, buscando iniciar mais uma jornada criativa, claramente valorizando muito mais o processo do que o produto.

Essa atitude, desvalorizava a motivação extrínseca como o valor a ser ganho pelo quadro ou a eliminação de uma situação desagradável como fome ou cansaço, e valorizava a motivação intrínseca do ato de criar, de voltar a estar envolto em um processo criativo por horas ou até dias com pouco repouso (1993).

Para ele, essa condição de prazer ou satisfação pelo ato de criar, é a mesma que crianças sentem quando brincam, jovens sentem quando dançam ou artistas sentem quando compõem, e tem sido estudado pela Psicologia Humanista, sendo descrito por Abraham Maslow como experiências culminantes (*Peak Experiences*). Para Maslow (1964), o comportamento criativo poderia ser orientado a produto ou orientado a processo, à autorrealização e ao rompimento seus limites através da atividade profunda e intensa gera um alto grau de experiências culminantes, conceito inicial que levou à experiência de FLOW.

Para Csikszentmihalyi, um ponto fundamental para o despertar criativo era o equilíbrio entre a motivação intrínseca e extrínseca. Mesmo sendo, muitas vezes a segunda o combustível inicial da primeira. Em suas pesquisas, ao se oferecer dinheiro para jovens fazerem o que gostavam, perdiam mais rapidamente o interesse comparados a um grupo controle que não tinha incentivo externo (1988).

Esse processo de criação por alto grau de motivação intrínseca, que gera grande satisfação e prazer com pouco ou nenhum estímulo externo, é autoalimentado com a própria motivação da atividade, ou seja tem a finalidade em si mesma, sendo sua realização a própria recompensa, como cita:

Uma atividade autotélica seria realizada por sim mesma, tendo a experiência como meta principal. Por exemplo, se eu jogasse xadrez principalmente para apreciar o jogo, então a partida seria uma experiência autotélica para mim; mas se jogasse por dinheiro, ou para alcançar um nível competitivo no meio enxadrístico, o mesmo jogo seria principalmente exotélico, isto é, motivado por uma meta externa (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 114).

Como já abordado, a experiência autotélica oferece uma sensação que a atividade é especialmente gratificante, gera autonomia e independência pois a própria experiência é a meta, e parece causar uma sensação de inesgotável energia psíquica, diminuindo a sua

entropia psíquica e motivando os demais ao seu redor a fazer o mesmo.

O autor aponta ainda, que a experiência autotélica é registrada quando existe alta habilidade e alto desafio em equilíbrio, formando uma experiência de FLOW intensa e diferenciada, sendo o mais alto grau de atividade de FLOW, que é o inverso da condição de apatia, que possui baixos graus de desafio e habilidade.

Pessoas com características autotélicas, tendem a ser mais criativas e terem sede por resolver problemas, e ficam felizes quando fazem algo que ampliam suas habilidades, realizando seu potencial. Para Csikszentmihalyi, “uma pessoa autotélica precisa de poucos bens materiais e pouco entretenimento, conforto, poder ou fama, porque o que ela faz já é gratificante” (1999, p. 115). Em suas pesquisas com ESM, Csikszentmihalyi registrou índices de pessoas que relataram estar 70% de seu tempo em atividades de FLOW, e comparado com pessoas com menores índices, podemos dizer que são mais autotélicas.

Por ser a experiência autotélica uma condição de FLOW especial, dependendo de alta motivação intrínseca, e o encontro de altos graus de desafio e habilidade equilibrados, demonstrando níveis altos de criatividade e mobilização para resolver problemas, será um dos focos de pesquisa desse trabalho identificar experiências autotélicas entre os jovens ao utilizar a robótica educacional.

Ainda, todo o processo da experiência de FLOW e experiência autotélica, apontam para uma potencialização da motivação intrínseca e conseqüente desenvolvimento de meios próprios para a criatividade que são inerentes a cada pessoa. Na próxima seção será feito um resgate de estudos históricos da criatividade, bem como pesquisas em processo, produto, ambiente e pessoa criativa.

### **3.2 A criatividade e o processo criativo**

A criatividade é uma característica que podemos reconhecer em algumas pessoas, através de seus atos, forma de pensar e agir, e ainda pela capacidade de criar soluções inusitadas para problemas. A criatividade é uma característica exclusivamente humana, pois desde o começo da humanidade o homem não é apenas um fazedor, sendo um formador que é capaz de estabelecer relacionamentos entre os eventos que o envolvem.

Ao associar esses eventos, passou a adaptá-los em sua experiência e lhe deu significados. Criar consiste basicamente em formar e, portanto, engloba a capacidade de compreender, relacionar, ordenar, configurar e dar um significado. Pode-se dizer que foram

esses processos de criação de solução e de adaptação que garantiram a existência do homem no planeta.

Hoje essa capacidade de adaptação tornou-se um importante atributo de sobrevivência em uma época onde as organizações, os sistemas burocráticos e os processos de massificação de certa forma inibem o potencial criativo do indivíduo, fazendo assim que a criatividade ganhe um papel muito importante no mundo globalizado.

É necessário fazer uma distinção entre criação ou invenção, inovação e criatividade. A criação é tão antiga quanto o surgimento do homem, presente desde a pré-história, onde o homem pré-histórico fez uso dessa vocação para desenvolver a linguagem, as artes, a religião e as invenções, como, por exemplo, o fogo, pois são necessários devido ao fato desses indivíduos precisarem superar os obstáculos impostos à sua sobrevivência. Segundo Masi (2002) a criação é contínua, desde os seus primórdios, sendo o homem ao mesmo tempo produtor e produto, criador e criatura. A capacidade de criar é uma característica marcante do homem, pois é o único animal que desenvolveu a espiritualidade, que sonha com o futuro, desenvolve tecnologias e é capaz de se expressar por meio da arte.

Já a inovação, aponta para o a exploração empresarial de uma invenção, ou seja, desenvolvimento de produtos ou serviços que possuem valor para as pessoas - clientes, e essas adquirem o benefício em troca de uma contrapartida, que pode ser financeira ou mesmo em outros produtos e serviços (JOHNSON, 2011).

Por sua vez, a criatividade, segundo Loch (et al., 2003), sempre foi um atributo da condição humana, e este potencial criativo sempre esteve direcionado para criar e descobrir novos significados, estabelecendo assim as bases para a evolução do homem.

Sob o mesmo pensar, Hernandez (2008) afirma que a criatividade é um valor supremo da humanidade, uma energia dinamizadora da história, uma exigência social. Nesse sentido, para se ter criação é necessário fazer uso da criatividade, exercitando a capacidade criadora, uma vez que cada vez mais esses princípios se tornam importantes na sociedade.

Para ele, enquanto a criatividade é o processo onde ideias são geradas e conceitos novos são pensados, a inovação é o processo de transformar essas ideias em produtos, processos ou serviços que agreguem valor à sociedade. A criatividade está na base do processo de inovação, pois é necessário desenvolver a capacidade criativa do indivíduo para se promover novas ideias, todavia apesar dessa forte relação entre a criatividade e a inovação, nem sempre uma ideia criativa será uma inovação, pois essa ideia precisa ter de fato uma

viabilidade no mundo real, ter condições reais de implantação. Podemos afirmar que a inovação se faz presente somente após a criatividade se “tornar realidade”, ou seja, a inovação é a solidificação de uma ideia, a implantação da criatividade.

Ainda cita que o contexto cultural que envolve o homem cria a sua natureza criativa, o desenvolvimento do indivíduo se dá em uma realidade social, onde as necessidades e os valores culturais moldam os valores de vida.

Bilich (2004) alerta que, cada vez mais, somente sobra aos homens as atividades de pensamento criativo, pois cada vez mais, não só o trabalho físico está sendo encampado pelas máquinas, como também, o trabalho mental rotineiro está sendo delegado aos softwares. Para ele, a criatividade é vista como uma saída para os problemas da sociedade moderna, pois ela possibilita que novas formas de pensamento e de resolução desses problemas sejam elaboradas.

Segundo Feldman, Csikszentmihalyi e Gardner (1994) a criatividade é uma palavra que parece estar em toda parte, com muitos significados, pois seu conceito é complexo, multifacetado e não muito explorado.

A criatividade para Xu e Richards (2007) é um processo por meio do qual indivíduos ou grupos de pessoas chegam a ideais e valores que são novos para eles, seus grupos e os outros dentro das suas comunidades.

Segundo Alves et al. (2007), a criatividade pode ser conceituada como: a) traços de personalidade individual que facilita a geração de novas ideias; b) processo de geração de novas ideias; c) resultados do processo criativo; d) meio ambiente propício a criatividade.

Para eles, basicamente a criatividade pode ser descrita como um conjunto de capacidades que permite ao indivíduo comportar-se de modos novos e adaptativos em determinados contextos, e também a capacidade de criar uma solução que é inovadora e apropriada ao mesmo tempo, na lógica de fazer e pensar em algo novo, que ainda não exista e que tenha como finalidade a resolução de algum problema.

Desta maneira pode-se perceber que para a elaboração de um conceito sobre a criatividade é necessário se levar em conta diversos fatores que influenciam esse fenômeno, que vão desde a personalidade do indivíduo até o ambiente em que o mesmo está inserido. No próxima seção serão abordadas as evoluções históricas das mais diversas teorias e formas de compreender a criatividade.

### **3.3 O conceito da Criatividade**

O conceito de criatividade foi evoluindo no decorrer do tempo, começou desde o surgimento do homem e passou desde então por uma grande reformulação. A evolução do conceito de criatividade mostra que ela evoluiu historicamente de uma perspectiva espiritualista – a criatividade como dom, reservada a poucos gênios privilegiados e escolhidos – para uma visão cada vez mais racional e científica (GURGEL, 2006).

As primeiras teorias dão conta da criatividade como uma característica individual e isolada de um ser, ou seja, centrada no indivíduo, acreditando na lógica do gênio confinado a um laboratório descobrindo novas técnicas para cura de doenças, ou um artista compondo solitariamente um soneto revolucionário. Certamente essas situações já aconteceram, mas historicamente são pouco representativas, se consideradas a resultados de abordagens sistêmicas de criatividade, que atribuem as soluções criativas não à uma pessoa ou processo pontual, mas a fatores e pessoas inter-relacionados em um ecossistema.

Para Oliveira (2012) essa evolução mostra que ao longo dos séculos o pensamento de muitos era influenciado pelos entendimentos pré-cristãos, que resultaram em um conceito de gênio que foi primeiramente associado a poderes místicos e boa sorte, assim por muito tempo a criatividade foi vista pelo lado místico, considerada uma qualidade designada a deuses e heróis, onde a ideia de inspiração divina era que prevalecia.

Já na Grécia antiga a criatividade se tornou um valor social, ligada às habilidades do homem, surgindo uma nova concepção e visão sobre o assunto, aonde a criatividade vinha da inspiração que tinha origem dentro do próprio indivíduo, por meio de suas associações mentais e não por intervenções de Deuses.

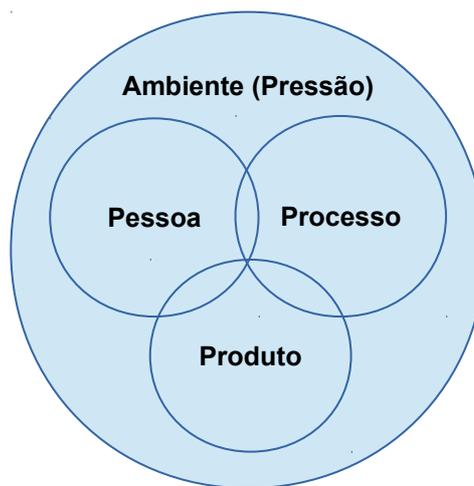
A partir do Iluminismo, com a evolução das ciências, esse conceito ganhou uma conotação científica, e na passagem do século XIX para o XX, o tema começou a ser interligado com o conceito de inteligência. Com isso na década de 50 iniciou-se o processo de mobilização dos cientistas perante a importância de se estudar o fenômeno da criatividade.

Para Gurgel (2006) a criatividade estava relacionada com a capacidade de se inventar novas respostas. Nesta mesma época, destaca-se que a criatividade foi considerada como um processo de busca de auto realização, e mostrava-se a importância do meio sobre o desenvolvimento da criatividade.

Um dos primeiros pesquisadores a identificar o fenômeno sistêmico foi o psicólogo James Melvin Rhodes, que identificou que o modelo baseado em duas dimensões - processo e pessoa, era muito limitado e não dava conta de todas dimensões do fenômeno (1961). Com

isso, Rhodes propôs um modelo baseado em quatro dimensões: pessoa, produto, processo e ambiente (pressão), construindo o que ele mesmo chamou de 4Ps da criatividade. Através dessa abordagem, um modelo baseado em “Pessoa Criativa” e “Ambiente e produtos criativos” necessitam de um “Processo criativo”, como na figura 5:

Figura 5: Criatividade em 4 dimensões



Fonte: Adaptado de Richards (1999)

Apesar de ser a primeira definição sistêmica na forma ampla de pensar a criatividade, inspirou grande parte dos modelos posteriores. Já na década de 70, este conceito evoluiu na época em que começaram os movimentos em direção à relevância dada aos fatores sociais envolvidos na elaboração de um ambiente criativo.

Stein (1974) destaca que nesse período a sociedade favorecia a criatividade quando dava oportunidade ao indivíduo de se ter experiências em diversas áreas, como a valorização da mudança e da originalidade, e o reconhecimento social das pessoas com suas pesquisas. A visão multidimensional da criatividade foi ampliada com a abordagem do tema como produto da combinação de habilidades cognitivas, características de personalidade e elementos ambientais, que permitem o alcance da auto realização, levando em conta os aspectos pessoais e profissionais.

Por fim, essa evolução ganhou com Gardner (1995) a definição de criatividade dentro de uma perspectiva de capacidade de resolver questões e criar produtos considerados importantes em um determinado meio.

Nas últimas décadas, diversas definições de criatividade surgiram, destacando vários

elementos que colaboram para o seu desenvolvimento e expressão. Para Navega (2000) os principais pontos são:

**a) Ponto de vista humano:** é a obtenção de ideias e conceitos já existentes formando novas maneiras ou estruturas que possam resolver um problema de forma diferente, ou que resultem um valor para um indivíduo ou sociedade. Também tem como característica principal uma distinção em relação às ideias convencionais.

**b) Ponto de vista cognitivo:** criatividade é o nome dado aos processos que procuraram mudanças em um espaço de conceitos com a finalidade de obtenção de novas formas de agrupamento em geral selecionadas por valor, o que quer dizer que possuem maior valor às estruturas já disponíveis.

**c) Ponto de vista neurocientífico:** é o conjunto de atividades exercidas pelo cérebro por uma busca de padrões que estimulem a identificação de novos objetos, que mesmo que usando parte de estruturas perceptuais antigas, ainda apresente algo novo digno de atenção.

**d) Ponto de vista computacional:** é um conjunto de processos que tem como objetivo obter novas formas de estruturas conceituais e informacionais reduzindo a representação de novas informações.

Baseada na proposição de Rhodes, que mesmo hoje é fundamental para compreender a criatividade de forma sistêmica, analisaremos cada uma das 4 dimensões ou 4Ps da criatividade, de acordo com teorias e pesquisas com autores reconhecidos em cada uma das áreas.

### 3.3.1 A primeira dimensão da criatividade – a Pessoa Criativa

A dimensão Pessoa Criativa desperta maior interesse nos pesquisadores e na população em comum: O que uma pessoa faz ou aprende para ser mais criativo? Isso pode ser ensinado, desenvolvido ou até medido?

Nos anos 50 a 70, a Psicologia Cognitiva teve seu foco voltado para mensuração de inteligência e criatividade, propondo fazer melhorias no sistema público de educação e emprego ao aplicar testes em massa na população.

Em 1950, durante um encontro da Associação Norte-Americana de Psicologia, o pesquisador Paul Guilford apresentou uma pesquisa mostrando que em 23 anos anteriores, dos 121 mil artigos publicados na APA, apenas 186 tratavam da criatividade, sensibilizando uma série de pesquisadores a buscar esse foco, sendo considerado o marco inicial das pesquisas

científicas em criatividade (GUILFORD, 1950).

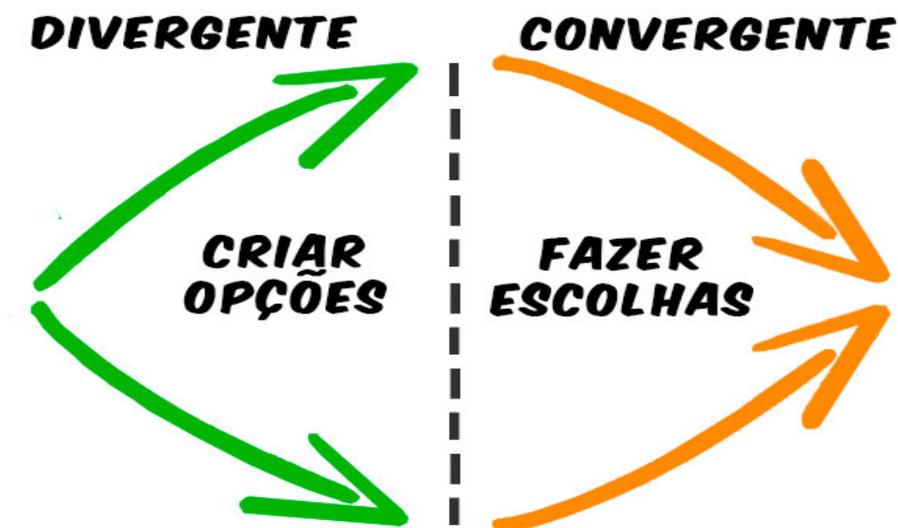
Nos anos seguintes, Guilford (1960) quebrou um mito de que a criatividade teria uma relação direta com a inteligência. Em suas pesquisas, foi relevado que os testes de inteligência avaliavam a condição de encontrar uma única resposta específica a um problema, fechando as possibilidades, enquanto a criatividade buscava várias respostas possíveis, abrindo as possibilidades, e que ainda a melhor resposta podia não representar a resposta mais lógica.

Essa observação criou um conceito fundamental da inteligência, o Pensamento Convergente, e da criatividade, o Pensamento Divergente.

Para Guilford, o pensamento convergente é aquele que busca uma única solução lógica para um problema através do raciocínio analítico, enquanto o pensamento divergente procura diversificar as alternativas de solução do problema, para depois executar critério de escolha.

Enquanto os testes de inteligência faziam uso de raciocínio analítico, medindo a capacidade de dar respostas únicas e logicamente corretas para problemas, testes de criatividade buscavam medir a capacidade de gerar alternativas de uso de um clips de papel, por exemplo. Quanto menos óbvias as respostas, mais pensamento divergente estava presente, portanto mais criativas as pessoas eram. A figura 6 ilustra a diferença entre os dois tipos de pensamento.

Figura 6: Lógica do Pensamento Convergente e Pensamento Divergente



Fonte: Site <http://goo.gl/FfCead>, acesso em julho de 2017.

O autor ainda cita, que ambos devem ser desenvolvidos de forma equilibrada, sendo o

primeiro o que gera a estabilidade - com leitura, informação e desafios lógicos, e o segundo que gera ruptura – com momentos de criação, autoria e rompimento de padrões. Para o autor, a estabilidade é necessária para gerar ruptura, que tende novamente a estabilidade ao se tornar o novo padrão. Excesso de pensamento convergente leva a um modelo mental padronizado, previsível e com pouca capacidade de gerar soluções não conectadas aos elementos disponíveis, por outro lado, excesso de pensamento divergente é capaz de gerar ideias brilhantes, mas que não são amadurecidas e nem concretizadas, sendo abandonadas em seguida (GUILFORD, 1960).

Nos anos 70 e 80, o pesquisador Edward Bono (1995) desenvolveu o conceito de pensamento vertical e pensamento lateral, baseado nos estudos de Guilford. Assim como o pensamento convergente, o pensamento vertical é lógico, matemático e seletivo, buscando uma solução única, enquanto o pensamento lateral, assim como o pensamento divergente, tem movimentos imprevisíveis, gerando saltos para outros elementos sem relação lógica com a questão.

Para ele, o que gera o pensamento lateral é a abdução, que juntamente com dedução e indução, são os 3 tipos de raciocínio lógico. Enquanto o raciocínio dedutivo parte de princípios universais para explicar casos particulares, gerando uma especialização ou individualização, o raciocínio indutivo parte de casos particulares para provar casos universais, gerando uma generalização. Ainda, a abdução, ou inferência hipotética, é um salto intuitivo que se faz baseado nos dados disponíveis para gerar uma possível hipótese, que deve ser testada para ser aceita ou refutada (BONO, 1995).

Ainda nos anos 60, o psicólogo norte-americano Ellis Paul Torrance desenvolveu o teste de criatividade mais utilizado da história, chamado *Torrance Test of Creative Thinking* (TTCT). O teste possuía dois momentos, sendo o verbal: avaliando como a pessoa se expressa pela palavra oral ou escrita, formulando hipóteses ou perguntas e identificando a capacidade de pensar em metáforas ou conceitos, e o figurativo: avaliando o pensamento visual ou espacial, finalizando imagens que estão incompletas (TORRANCE, 1990).

O TTCT originalmente avaliava 4 componentes principais: a) **Fluência** – quantidade de respostas; b) **Flexibilidade** – quantidade de categorias ou domínios diferentes que as respostas tinham; c) **Originalidade** – raridade das respostas; d) **Elaboração** – detalhamento ou pormenorização da resposta.

A partir dos anos 80, Torrance incluiu mais elementos, pois compreendeu que questões

emocionais também deveriam ser levadas em conta, sendo: e) **Análise** – capacidade de decompor um problema em fragmentos menores; f) **Síntese** – contrário à análise, capacidade de unir elementos para a formação de um todo, fazendo um resumo representativo que não deixa de fora nenhum elemento; g) **Abertura** – capacidade de se desprender de modelos mentais rígidos e já aceitos; h) **Comunicação** – capacidade de verbalizar suas ideias e emoções, convencendo os outros de suas convicções; i) **Sensibilidade para problemas** – capacidade de percepção de modelos ou ideias que pode ser otimizados; j) **Redefinição** – capacidade de sugerir novos usos para um objeto; k) **Nível de inventividade** – capacidade de criar produtos valiosos e úteis (TORRANCE, 1990).

Através de pesquisas como a de Torrance, nos anos 80 a 90, foram propostas diversas teorias da criatividade centradas na “pessoa criativa” (ALENCAR; FLEITH, s/d). Entre elas podemos citar:

**Teoria da Adaptação e Inovação:** desenvolvida por Gerard Puccio (1999). Baseado nos estilos cognitivos já conhecidos, desenvolveu o que ele chama de estilos de criatividade, polarizando os estilos em: a) **Adaptadores** – resolvem problemas sem mexer na estrutura existente; b) **Inovadores** – derrubam paradigmas através de suas ideias radicais. De acordo com Puccio, ambos estilos são importantes e tratam de momentos diferentes da adesão de uma inovação, sendo importante possuir os dois estilos em uma equipe.

**Modelo Creatix:** proposto por Ricarhs Byrd e desenvolvida por Jacqueline Byrd (2010). Adota uma matriz com oito estilos criativos, sendo: Copiador, Modificador, Crítico, Planejador, Praticabilizador, Sonhador, Sintetizador e Inovador. Essa matriz gera um gráfico que em um eixo define o nível menor ou maior de disposição para assumir riscos, e no outro eixo a motivação, como na figura 7:

Figura 7: Estilo de Criatividade do modelo Creatix



Fonte: Adaptado de (Byrd, 2010)

**Teoria do Investimento em Criatividade:** na teoria de Sternberg e Lubart (2012), existem seis elementos principais do comportamento criativo, sendo eles: **a) Inteligência** – três habilidades importantes para a criatividade: análise, síntese – baseado em Torrance, e prático-contextual, que é a capacidade de convencer os outros de suas ideias; **b) Estilos cognitivos** – chamado autogoverno mental, como os 3 poderes de um governo: legislativo que formula suas próprias regras; executivo coloca ideias em prática com uma estrutura prévia bem definida; e judiciário que avaliam as ideias dos outros, funcionando os 3 poderes em conjunto na mesma pessoa; **c) Conhecimento** – ter conhecimento do assunto, seja formal ou informal; **d) Personalidade** – presença de disposição a correr riscos, autoconfiança, coragem, perseverança, autoestima e tolerância à ambiguidade, por exemplo; **e) Motivação** – tanto intrínseca quanto extrínseca são importantes, sendo a primeira mais duradoura; **f) Contexto ambiental** – ambientes que favoreçam as novas ideias e propiciem o apoio ao desenvolvimento e avaliação das ideias inovadoras. Para Sternberg (2012), cada um desses fatores devem ser compreendidos de forma interativa um com os outros.

Ainda segundo os autores, existem três habilidades intelectuais de boa importância para a criatividade, sendo elas a habilidade sintética, que serve para enxergar os problemas de uma nova forma e para sair dos limites do pensamento convencional; a habilidade analítica, usada para reconhecer qual das ideias que realmente valha a pena perseguir; e a habilidade

prática para se saber como persuadir outras pessoas da importância da ideia.

**Teoria Componencial da Criatividade:** para Amabile (1995) a criatividade é o resultado da interação de três componentes: habilidades do domínio, que incluem os elementos relacionados ao nível de sabedoria que o indivíduo possui em um domínio específico (educação, conhecimento, habilidades técnicas e experiência em uma determinada área), que dependem de habilidades cognitivas, motoras e da educação formal e informal da pessoa.

As habilidades de pensamento criativo, como estilos de trabalho, de pensamento e traços de personalidade que de certa forma facilitam ao indivíduo a utilização de suas habilidades de domínio de uma nova maneira, abrangendo um estilo marcado pela habilidade em mudar os hábitos de pensamentos costumeiros.

Por fim, as técnicas e motivação intrínseca, que é o desejo de envolver-se em uma tarefa porque é interessante, desafiadora e prazerosa, que determina o que pode ser feito pelo indivíduo. É a motivação que surge do envolvimento com a atividade que está sendo feita, ou um sentimento de desafio pessoal, possui elementos como: interesse, competência e autodeterminação pela tarefa.

**Teoria Sistêmica da Criatividade:** elaborada por Mihaly Csikszentmihalyi (1996), que compreende que a criatividade não é um fenômeno individual, e sim de interação entre o indivíduo e o contexto sócio cultural, criando um processo sistêmico. Esta teoria é composta por 3 componentes:

**a) Indivíduo** – a personalidade como já visto, pode conter qualidades positivas que favorecem a criatividade, incluindo estímulos, contexto social e cultural;

**b) Domínio** – conhecimento estruturado, conhecido e compartilhado pela sociedade, e conforme o papel que o domínio exerce na sociedade sofre mais intervenções criativas, enquanto um indivíduo com esse domínio desenvolvido estará mais apto a ser agente principal na solução criativa de um problema;

**c) Campo** – são todos os agentes que atuam em uma área de conhecimento, e determinam quais ideias podem ou não compor um domínio, como especialistas, pesquisadores, consumidores, patrocinadores, etc. Campos e Domínios tradicionais e fechados estão menos sujeitos a aceitação da criatividade, portanto mais lentamente a inovação será desenvolvida nesses campos.

O autor ainda cita que o fenômeno da criatividade abrange o ambiente no qual a

pessoa está inserida, desta forma o autor entende que a criatividade não pode ser analisada somente sob as características do indivíduo criativo, mas também incluir os elementos sociais presentes no ambiente que o cercam. Portanto, o autor afirma que a criatividade não ocorre dentro da cabeça das pessoas, mas sim na interação entre o seu pensamento e seu contexto sociocultural, entendendo a criatividade um fenômeno sistêmico e não individual. A seguir veremos as demais dimensões: ambiente, produto e processo criativo, suas principais características e as algumas teorias de acordo com seus pesquisadores.

### 3.3.2 Segunda e terceira dimensões da criatividade – o Ambiente e Produto Criativo

A dimensão Ambiente Criativo é abordada em várias teorias da criatividade, principalmente nas mais recentes, como a teoria do investimento em criatividade e a teoria sistêmica, apresentadas anteriormente. Ambientes criativos são procurados principalmente pelas empresas - para que seus colaboradores sejam mais produtivos, e nas escolas ou universidades – para que o ato de aprender seja rico e recompensador.

Na área de ambientes organizacionais criativos, o autor Ekvall da Universidade de Lund na Suécia é bastante conhecido. Em suas pesquisas nos anos 70 e 80, o autor identificou características comuns em ambientes diferenciados, com capacidade comprovada de influenciar positivamente as equipes a buscar soluções inovadoras para seus projetos ou problemas (ISAKSEN; LAUER, 2002).

Através de seu modelo, o pesquisador Scott Isaksen do Centro de Estudos Criativos da Universidade de Buffalo desenvolveu uma teoria de 9 dimensões que afetam a criatividade em ambientes de pesquisa, estudo ou trabalho, e que são medidas através de pesquisas direcionadas através de questionários aplicados, sendo:

- a) Desafio – desafiar os colaboradores para que se sintam engajados e emocionalmente comprometidos com seus projetos e metas da empresa;
- b) Liberdade – dar liberdade para que, uma vez definidos objetivos e metas, os profissionais possam construir seu “como” de acordo com o perfil de cada um;
- c) Tempo para pensar – oferecer um tempo para pensar, discutir, debater com colegas e com isso agir com mais assertividade e segurança;
- d) Apoio às ideias – oferecer meios oficiais de apoio para que boas ideias sejam comunicadas, compartilhadas e possam ser efetivamente implementadas;
- e) Confiança e abertura – oferecer segurança para as pessoas expressarem suas

opiniões, mesmo que seus pontos de vista sejam diferentes dos gestores ou da instituição;

f) Descontração e bom humor – permitir no local de trabalho um ambiente descontraído, alegre e que permita que as pessoas se divirtam, para fazer um contraponto a momentos inevitáveis de tensão e conflitos;

g) Diminuição de conflitos – buscar formas de aproximação sadia das pessoas para diminuir conflitos ou confrontos interpessoais, gerando desgastes, boicotes e rompimentos;

h) Debates – institucionalizar debates organizados e entusiasmados sobre os problemas e dificuldades da empresa, gerando engajamento e espaço para ideias;

i) Disposição para assumir riscos – oferecer um apoio para que a equipe assuma riscos calculados, tome decisões e tenha suporte dos gestores em caso de falhas.

Para o autor, as 9 dimensões descritas, além de apoiar um ambiente criativo, podem aumentar a produtividade e qualidade das entregas, uma vez que apoiam a lógica de um ambiente de fluidez e foco em resultado, sem deixar de lado as pessoas e suas emoções (ISAKSEN; LAUER, 2002).

Ainda, para Amabile (1993) existem seis práticas que estimulam a criatividade e duas que inibem, sendo essa teoria conhecida como o método KEYS. São práticas estimuladoras da criatividade: **a) Incentivo** e reconhecimento com mecanismos e fluxo claro de compartilhamento de ideias; **b) Liderança** que valoriza contribuições e estabelece metas, gerando confiança na equipe; **c) Membros** da equipe que confiam e se desafiam entre si e estão abertos a novas ideias; **d) Recursos** de materiais, verbas e infraestrutura suficientes; **e) Trabalho desafiador** e importante para gerar comprometimento; **f) Liberdade** e sensação de controle sobre seu próprio trabalho.

Da mesma forma, Amabile (1993) aponta como inibidores da criatividade: **a) Impedimentos** como crítica a novas ideias, competição destrutiva interna, aversão ao risco e ênfase no *status quo*; **b) Pressão de carga de trabalho** com prazos muito curtos, expectativas irreais de produtividade e impossibilidade de concentração para o trabalho criativo.

A pesquisa do psiquiatra italiano Silvano Arieti (ARIETI, 1976) tem como foco identificar e potencializar a criatividade em ambientes de aprendizagem ou na sociedade como um todo, apontando nove fatores que tornam uma sociedade mais criativa, sendo: a) Disponibilidade de meios culturais; b) Abertura a estímulos culturais; c) Incentivo ao indivíduo a transformar-se e não se contentar com o *status quo*, por meio de uma tensão intrínseca ao indivíduo; d) Livre acesso a meios culturais por todos membros da sociedade; e) Busca

constante de liberdade de expressão e livre arbítrio; f) Exposição a estímulos culturais diversos e antagônicos; g) Tolerância a visões de mundo divergentes; h) Interação constante que podem gerar confronto mas enriquecem; i) Existência de incentivos externos como prêmios e recursos para a criação.

Em relação à terceira dimensão - o Produto Criativo, as psicólogas norte-americanas Karen Q'Quin e Susan Besemer desenvolveram pesquisas sobre a chamada Matriz de Análise de Produto Criativo, com o objetivo de criar uma referência para profissionais que necessitam avaliar o grau de criatividade de uma ideia ou produção, buscando reduzir a subjetividade e aumentar a objetividade (Q'QUIN; BESEMER, 2006).

Na matriz proposta pelas autoras existem 3 dimensões de análise, sendo: **a) Ineditismo** – avalia o grau de ineditismo de materiais, processos, conceitos e métodos e uma escala de valores que pode chegar a original ou surpreendente; **b) Resolução** – avalia se o produto resolve o problema e se o funcionamento é adequado, avaliando sob a ótica da utilidade, do uso ser lógico, valioso e compreensível; **c) Elaboração e síntese** – avalia se o estilo e design do conceito do produto é elegante, bem feito e orgânico, ou seja, formam um todo agradável com harmonia e equilíbrio.

As autoras ainda citam que em geral, o senso comum avalia apenas a dimensão do ineditismo, porém a real resolução do problema pode levar o produto a ser inovador - possuindo um mercado real, e o design confere características de lógica, elegância, simplicidade, concisão e uma condição de ser compreensível pelas pessoas que irão utilizar o produto.

As características citadas nessa seção, objetivaram a compreensão de alguns fatores básicos da compreensão de como ambientes profissionais ou sociais, como a escola, podem apoiar e estimular a criatividade. Além disso, foi apresentado um modelo de análise de características criativas nos produtos finais das criações, seja ele uma obra de arte, um novo processo produtivo, um software ou um fórmula matemática, por exemplo.

### 3.3.3 A quarta dimensão da criatividade: o Processo Criativo

O processo criativo pode ser definido como a maneira com que a criatividade acontece, sendo estimulado ao longo do tempo e sendo constituído por etapas diferentes, que começa na procura de um problema a ser resolvido, passando pela fase de “incubação” que é onde a ideia começa a ser pensada. Logo após é a fase onde a ideia realmente surge de forma

definitiva que por fim é validada e lapidada, levando em consideração se essa ideia é de fato viável e aplicável.

As primeiras pesquisas apontavam para um modelo linear e sequencial, como um processo fabril de etapas bem definidas e com produtos em cada etapa, como o modelo de Wallas (1926) composto por preparação, incubação, iluminação e verificação, foi largamente utilizado e é utilizado até hoje por dinâmicas empresariais de desenvolvimento de produtos.

Já Churba (1995), defende que este processo é dividido em sete etapas sequenciais, sendo :

**a) 1ª Etapa:** Percepção do problema: é onde se tem um problema que não possui uma resposta concreta, tendo-se diversas respostas possíveis para sua resolução. O problema deve ser formulado de uma maneira clara;

**b) 2ª Etapa:** Captação das Informações: deve-se procurar informações que formem possíveis respostas ao problema levantado. Essas informações não dão certeza de que essa resposta seja adequada;

**c) 3ª Etapa:** Incubação: todos dados levantados até então são submetido a um processo inconsciente de trabalho, a solução do problema é deixada de lado e o foco se torna produção de ideias inconscientemente, deixando o pensamento divergente, que tem como objetivo achar o maior número possível de soluções para um problema, ou seja, onde são levantadas as opções;

**d) 4ª Etapa:** Iluminação: é o momento onde uma ideia ou imagem emerge do inconsciente trazendo uma possível resposta ao problema;

**e) 5ª Etapa:** Avaliação: a ideia é analisada, compara-se com os critérios previamente definidos que delimitam e especificam as condições a cumprir, o pensamento fica convergente (forma prática de se decidir entre as alternativas levantadas, é onde é analisado de forma crítica as ideias geradas na etapa do pensamento divergente, ou seja, fazer escolhas);

**f) 6ª Etapa:** Elaboração: detalha-se a melhor das ideias, que tenha uma solução possível com o maior número possível de detalhes;

**g) 7ª Etapa:** Estratégias de realização e verificação: projeta-se o plano para a realização da ideia: procurando aliados, formas de apresentação, momentos e lugares propícios, previsão de críticas, compara-se, estrutura-se para a execução.

Essas fases ocorrem de forma sequencial e multidimensional, pelo fato de que ao mesmo tempo em que uma ideia está em fase de incubação, outra já pode estar sendo pensada.

Nota-se que o processo criativo inicia tendo algum problema a ser resolvido, então a partir disso é começado a preparação das informações, passando pela fase de incubação, iluminação e por fim se põem em prática a ideia e verifica-se que ela é adequada para a resolução do problema inicial (CHURBA, 1995).

Birch e Clegg (1995) elaboraram um conceito que traz o processo em quatro etapas: levantando informações, elaborando a solução, verificando a realidade e implementação, muito baseado no modelo original de Wallas que era composto de preparação, incubação, iluminação e verificação (WALLAS, 1926).

Loch (et al., 2003) relata que a elaboração do conceito do processo criativo teve a colaboração de diversos autores e passou por muitos progressos com o passar do tempo, como é descrito abaixo:

**a) Helmholtz (1884):** observou que pessoas criativas, para encontrar a solução de um problema, exploram tudo que há em sua volta, após deixam a sua mente descansar até que lhe ocorra uma solução inesperada;

**b) Rossmann (1931):** dividiu o processo criativo em sete estágios: observação de uma necessidade, análise dessa necessidade, resenha das informações coletadas, formulação das soluções possíveis, análise crítica, a invenção e a experimentação para se verificar a validade;

**c) Osbron (1953):** descreveu sete etapas do processo criativo: orientação, preparação, análise, criação, incubação, nova síntese e avaliação;

**d) Leontiev (1960):** descreveu a fase de preparação com: formulação do problema, elaboração das hipóteses e método de investigação; e fase de investigação com: teste de hipótese e a solução do problema.

Observa-se que o processo criativo é constituído de diversas etapas, que começam na coleta de informações e terminam na implantação da ideia. O processo criativo possui um conceito complexo que não é totalmente lógico e como visto acima muitos autores contribuíram para a sua conceituação, as etapas apresentadas são constituídas apenas de denominadores que são comuns no processo de criação.

Nota-se que os autores dividem o processo em mais ou menos etapas, mas para todos a ideia principal é a mesma: identificar um problema, propor soluções, aplicar e validar a solução. Cada etapa tem sua importância no final do processo, pois se uma etapa falhar, não será possível chegar ao final com sucesso, ou seja, a ideia criativa não será alcançada. Como forma de síntese dos processos lineares apresentados anteriormente, podemos definir as

seguintes macroetapas:

**a) Percepção do problema:** é nesse ponto onde o indivíduo irá ter que perceber que existe um problema ou algum fato que afeta a ele próprio, seja no âmbito pessoal ou profissional, e também que afete o grupo social em que o mesmo está inserido, que pode e deve ser solucionado.

**b) Coleta das informações:** etapa de busca de dados que talvez possam ajudar na elaboração da solução do problema levantando, deve-se coletar todas as informações possíveis e disponíveis. Essas informações são fundamentais, pois como para qualquer outro projeto os dados são de grande importância para um devido planejamento e análise, bem como para que se possa se ter uma ideia inicial de como poderá ser a solução deste problema.

**c) Incubação:** é nesse momento que se interioriza as informações levantadas inicialmente, onde as ideias são organizadas, mas não de forma consciente, pois são desenvolvidas no inconsciente, sendo geradas pela nossa mente mesmo que não estejamos pensando diretamente nelas. Esta etapa requer um conhecimento mais crítico, uma experiência e dedicação para que possa ser concluída com sucesso.

**d) Insight:** essa é a fase em que a ideia realmente surge do inconsciente, elemento fundamental da criatividade como um todo, nesta etapa tem-se a possível solução, através do estabelecimento de hipóteses de ideias que possam resolver o problema.

**e) Verificação e validação:** após a ideia ter finalmente surgido é necessário que ela seja verificada e avaliada para que se possa ver de fato se essa ideia é ou não viável e aplicável, levando em consideração todas as variáveis possíveis. Nessa etapa são levantadas informações de como ela será aplicada, aonde e por quem. Nesse passo é utilizada a razão e todos os detalhes são descritos, e então a partir disso se a ideia for realmente viável ela é preciso colocá-la em prática, para obter-se assim uma ideia criativa.

Com base nos modelos históricos apresentados, e na busca por um modelo não linear e flexível, o norte americano especialista em marketing e criatividade Alexander Hiam (HIAM, 2010), desenvolveu um composto de sete etapas e uma lógica cíclica de execução, conforme a figura 8, sendo:

**a) Primeira etapa – reconhecimento de insights:** através do uso de características de pessoas criativas já vistas, como análise, abertura e sensibilidade para reconhecer problemas, essa etapa busca perceber oportunidades para resolver um problema através da identificação e descrição de *insights*, ou seja, ideias que possam levar a solução de um problema.

b) **Segunda etapa - geração de alternativas:** usando as características de fluência e flexibilidade de Torrance, nessa etapa são utilizadas ferramentas para mobilizar o pensamento divergente, produzindo muitas alternativas e com categorias mais distintas o possível, utilizando técnicas como o *brainstorm*, que é capaz de gerar uma quantidade grande de alternativas sem análise ou juízo prévio.

c) **Terceira etapa – seleção de alternativas:** usando as características de capacidade de ouvir críticas e bom senso, assim como estilos de seleção de ideias como o modelo Judiciário de Sternberg e Lubard, essa etapa tem por objetivo limitar as alternativas identificadas anteriormente, sintetizando os pontos positivos das propostas levantadas na outra etapa. Nessa etapa é muito importante a análise imparcial das ideias, usando um ângulo de visão externo ou por parte de quem vai utilizar o produto dessa ideia.

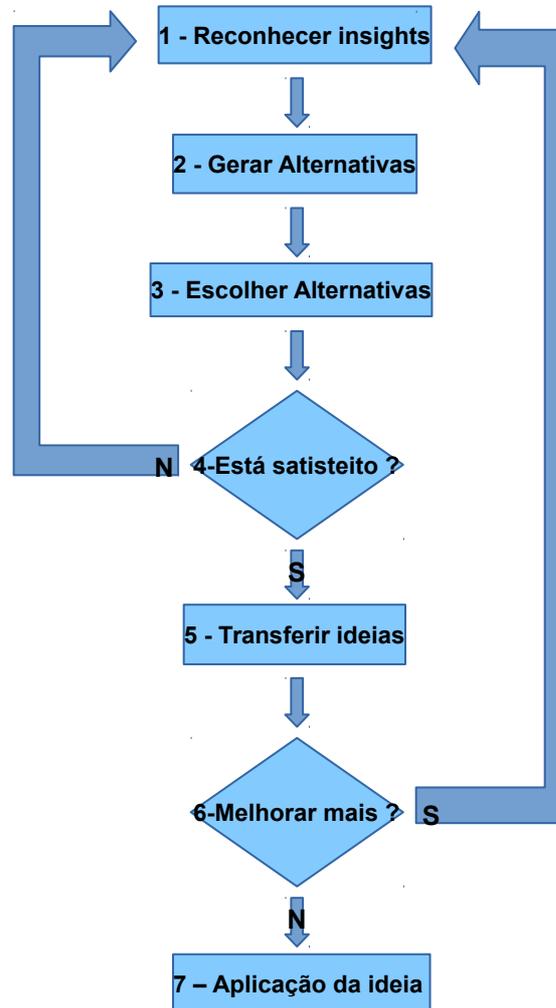
d) **Quarta etapa – solução é satisfatória ?** como o modelo não é linear, caso o produto final da terceira etapa não esteja satisfatório, deve-se voltar a segunda etapa, gerando um novo ciclo de geração e seleção de alternativas.

e) **Quinta etapa – transferência de ideias para o mundo real:** nessa etapa são desenvolvidos os produtos do processo criativo, sejam eles um produto, serviço, processo ou metodologia.

f) **Sexta etapa – aprendizagem obtida do processo criativo:** nessa etapa são debatidas as soluções encontradas e registrado o aprendizado obtido. Como o processo criativo não encerra nunca, novas versões ou novos produtos iniciam o processo pela primeira etapa, ou no caso do fim da evolução desse produto criativo, encerra seu desenvolvimento.

O modelo de Hiam leva em conta aspectos não lineares ao mesmo tempo contempla grande parte das evoluções históricas dos principais referenciais em processo criativo (HIAM, 2010).

Figura 8: Processo criativo proposto por Hiam



Fonte: Elaborada pelo autor

Nessa seção foi possível apresentar características dos processos criativos de acordo com autores contemporâneos, servindo de base para compor a metodologia de processo criativo que será desenvolvido nesse trabalho.

Para se construir um processo criativo estruturado, baseado em metodologias de aprendizagem que sejam capazes de dar suporte para os estudantes passarem por experiências ricas de FLOW, será proposto o uso da aprendizagem baseada em problemas, como é descrito a seguir.

### 3.4 Uso da PBL como suporte ao FLOW

O *Problem Based Learning* – PBL, conhecido no Brasil por Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP, é um método de ensino que faz uso de situações-problema de forma

contextualizada para fomentar o aprendizado autodirigido. Enquanto nos métodos tradicionais o objetivo é a transmissão do conhecimento centrada no professor e em conteúdos disciplinares, no PBL o aprendizado passa a ser centrado no aluno, que deixa de ser um receptor passivo da informação para ser agente ativo de seu aprendizado. O professor atua como orientador em grupos de trabalho.

A metodologia PBL surgiu entre o final da década de 60 e início da década de 70 originou-se nas Faculdades de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, seguido pela Universidade de Maastricht, na Holanda, em 1976, sendo que a partir de 1980 novas faculdades nas áreas de ciências e saúde foram abertas, alicerçadas no PBL. As primeiras propostas surgiram por meio de estudos de caso da década de 20 da área do direito da Universidade de Harvard (SCHMIDT, 1993) e também com base no modelo utilizado na Universidade de Western Reserve (EUA) para o ensino de medicina por volta de 1950 (SAVERY e DUFFY, 1998; BOUD e FELETTI, 1999).

No Brasil, as instituições pioneiras na implantação dessa modalidade de estrutura curricular foram a Faculdade de Medicina de Marília, em 1997, e o Curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina, em 1998. No Estado do Rio de Janeiro, a primeira instituição a utilizar o método PBL foi a Fundação Educacional Serra dos Órgãos – FESO, em 2005 (MITRE, et al., 2008).

Por volta da década de 1990 escolas fora da área médica começam a adotar o PBL, como: arquitetura, administração, engenharia química, direito, enfermagem, serviço social e pedagogia. O PBL também é frequentemente integrada a disciplinas como: biologia, bioquímica, cálculo, química, economia, geologia, psicologia, ciências, física, história da arte, psicologia educacional, nutrição entre outras. Esse aspecto será retomado no decorrer do texto, onde descreveremos algumas práticas com PBL em distintas áreas (MITRE, et al., 2008).

Assim, para Hadgraft e Holecek (1995, p. 8), os quatro estímulos que podem ser proporcionados aos envolvidos no processo do PBL são: **a) aprendizagem ativa** – ocorre por meio de perguntas e da busca de respostas; **b) aprendizagem integrada** – para solucionar as perguntas, é necessário conhecimentos de várias subáreas; **c) aprendizagem cumulativa** – oferecer problemas cada vez mais complexos até atingir os enfrentados por profissionais iniciantes; **d) aprendizagem para a compreensão** – em vez de retenção de informações, disponibilização de tempo para a reflexão, *feedbacks* frequentes e oportunidades para praticar

o que foi aprendido.

O PBL procura transformar um problema em fonte de motivação para o aprendiz, dando ênfase à construção do conhecimento em ambientes mais autônomos. A ideia não é ter sempre o problema resolvido ao final, mas sim enfatizar o processo seguido pelo estudante ou pelo grupo na busca de uma solução, valorizando todo o processo de aprendizagem (ARAÚJO, 2009).

O PBL é um método de aprendizagem em que os estudantes se deparam inicialmente com um problema, sucedido por uma investigação em um processo de aprendizagem centrado no estudante, onde os professores expõem um caso para estudo e, em seguida, são organizados grupos de trabalho que identificam o problema, investigam, debatem, interpretam e produzem possíveis soluções ou resoluções. Desta forma, o tradicional modelo professor-estudante rompe-se, e abre espaço para uma variação nos métodos de ensino e aprendizagem com modelos de autoria e protagonismo no estudante.

O método PBL difere bastante dos métodos tradicionais de aprendizagem, pois professores e estudantes precisam assumir funções diferentes das que estão acostumados. O quadro 1 ilustra algumas dessas diferenças (RIBEIRO, 2005).

Quadro 1: Requisitos para Professor e Aluno: Ensino Tradicional e PBL.

	<b>ENSINO TRADICIONAL</b>	<b>MÉTODO PBL</b>
<b>PROFESSOR</b>	Função de especialista ou autoridade formal	Orientador, co-aprendiz ou consultor
	Trabalho isolado	Trabalho em equipe
	Transmissor de informação	Junto com o aluno conduz a aprendizagem
	Conteúdo organizado em aula expositiva	Conteúdos organizados a partir de problemas reais
	Trabalho individual por disciplina	Estímulo ao trabalho interdisciplinar
<b>ALUNO</b>	Receptor passivo	Valoriza o conhecimento prévio
	Trabalho individual isolado	Interação colegas-professores
	Transcreve e memoriza o que lhe é passado	Busca e constrói o conhecimento
	Aprendizagem individual e competitiva	Aprendizagem em ambiente colaborativo
	Busca resposta certa para sair bem na prova	Busca questionar e equacionar os problemas

	Avaliação dentro dos conteúdos limitados	Análise e solução ampla de problemas
	Avaliação somativa e só o professor avalia	Aluno e o grupo avaliam contribuições
	Aula baseada em transmissão da informação	Busca de soluções com orientação e contextualização

Fonte: Adaptado de (Ribeiro, 2005).

O PBL apoia-se sobre a lógica “de um Ensino Integrado e Integrador dos conteúdos, dos ciclos de estudo e das diferentes áreas envolvidas, em que os alunos aprendem a aprender e se preparam para resolver problemas relativos a sua futura profissão” (BERBEL, 1998, p. 152).

O problema é o ponto principal num processo de PBL, já que serve de estímulo para a aprendizagem. É importante que o contexto seja real e que o estudante se sinta envolvido no problema, sendo inicialmente orientado pelo professor.

Ainda, é necessário que o estudante tenha acesso a fontes de informação, sendo elas fornecidas previamente, estimulando a prática da pesquisa e seleção de informação. A partir daí, compartilhando as informações com o grupo, o estudante começa a estruturar a sua própria aprendizagem. No final deve haver sempre uma discussão/reflexão relativa às conclusões da investigação, culminando o processo numa apresentação oral e/ou por escrito (BERBEL, 1998).

O processo de ensino e aprendizagem, foi favorecido com o advento do computador e da Internet, onde novas alternativas surgem em prol do aperfeiçoamento das habilidades e competências dos estudantes e também dos professores. Na área da formação do conhecimento, a implementação de novos modelos educacionais baseados na participação, que remetam os estudantes a encontrarem soluções para problemas reais, vem modificando o panorama educacional atual, mesmo que, de forma lenta. Além do que, a adequação de novas metodologias de ensino e aprendizagem, contrasta com o modelo tradicional de ensino.

Os princípios do PBL trazem evidências de que a participação ativa na aprendizagem é mais produtiva do que a transferência passiva de informações do professor ao estudante. Os estudantes são desafiados a problematizar, pesquisar, refletir, dar significado e entender as ciências básicas, uma vez que desenvolvem abordagens para a solução de problemas específicos em um contexto relevante à sua realidade. A exploração do conhecimento prévio dos estudantes e a integração de disciplinas refletem na preparação do estudante para toda sua caminhada escolar (HADGRAFT e HOLECEK, 1995).

Portanto, o método PBL pode apresentar algumas vantagens para os processos educativos de qualquer que seja a área de conhecimento, tais como: a) provocar a motivação; b) promover o conhecimento de novas áreas; c) estimular a criatividade; d) impulsionar o pensamento crítico; e) fomentar as capacidades de análise e decisão; e) desenvolver as capacidades de trabalhar em grupo; f) desenvolver habilidades como: análise, decisão, justificativa, previsão de resultados e argumentação (HADGRAFT e HOLECEK, 1995).

#### 3.4.1 Metodologia e exemplos de uso da PBL

Os processos educativos que ocorrem por meio do PBL trazem mudanças para o papel dos professores e estudantes. Os professores passam a ser tutores que, conforme Ribeiro e Mizukami (2005) têm a função de orientar, facilitar, explicar conceitos, ajudar os estudantes a delinear questões, sanar dúvidas com relação aos requisitos do projeto e às tarefas a serem cumpridas. A atuação do professor para o PBL exigirá dele mais participação, planejamento, trabalho cooperativo e tomada de decisões. Sugere-se a criação de grupos de 5 a 8 estudantes, dos quais um poderá ser o líder e o outro, o secretário.

O professor-tutor auxilia os grupos a aprofundar e ampliar o conhecimento, desenvolver habilidades de raciocínio, melhorar a comunicação, a autoavaliação e avaliação dos seus pares. Por se tratar de trabalho em equipe, o professor não deve ser a fonte primária de informações e não deve contribuir diretamente para a solução do problema. O processo de tutoria é facilitado quando o tutor cria um ambiente de aprendizagem favorável em que os estudantes possam expressar suas incertezas (RODRIGUES e FIGUEIREDO, 1996).

Os estudantes são distribuídos nos grupos, preferencialmente de forma aleatória. O tempo de existência de trabalho nesses grupos, pode variar dependendo das particularidades do método PBL que está sendo aplicado. Ainda, é comum os grupos se reunirem uma ou mais vezes por semana durante duas ou três horas e, geralmente, um problema deve exigir duas ou três sessões de tutoria, dependendo do tempo destinado às sessões. A rapidez do processo de investigação é ditado pela quantidade de tempo disponível para resolução ou a complexidade do mesmo (RODRIGUES e FIGUEIREDO, 1996).

Assim, o foco do estudo é a resolução de um problema apresentado a um grupo de alunos por um professor-tutor. Este problema, discutido em grupo, deve provocar o levantamento de hipóteses durante a explicação. A partir daí, objetivos serão traçados com foco em pesquisas e estudos e novas discussões em grupo serão propostas para sintetizar e

aplicar o novo conhecimento.

Os problemas são formulados e selecionados para serem apresentados a cada período do curso, pois a intenção no PBL é promover uma verdadeira investigação por parte dos estudantes, evitando tratar o problema como um mero exercício de raciocínio imediato, desencorajando a lógica de simplesmente matar charadas e encontrar a resposta certa. A intenção é promover a integração dos conteúdos utilizando diferentes processos mentais e ultrapassando a simples memorização (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004).

Na metodologia PBL há de se rever conteúdos, possibilidades de integração dos conteúdos e/ou disciplinas e, ainda, abrir-se ao debate sobre o que é essencial para o aprendizado do estudante no currículo. Problemas de desconexão de conteúdos e falta de engajamento dos estudantes estão entre as as frequentes dificuldades encontradas por professores quando trabalham com o método PBL de forma isolada, em uma disciplina ou em um conjunto de disciplinas, no contexto de um currículo marcadamente tradicional (CYRINO e TORALLES-PEREIRA, 2004).

Conforme visto existem dois papéis de destaque para os estudantes: líderes e secretários. Os líderes são responsáveis pela organização dos encontros e das discussões, garantindo a participação de todos. Os secretários faz uma espécie de ata, descrevendo o que o grupo está fazendo e pensando. Também, fazem a anotação da lista de objetivos e das referências a serem usadas. Esse relatório ou ata gerada, deve ser entregue ao professor-tutor. Os papéis de líder e secretário devem ser desempenhados por todos no grupo, em sistema de rodízio, onde cada estudante terá diversas experiências, o que proporcionará a ele uma ampla visão do trabalho em equipe. (IOCHIDA, 2000).

De acordo com Ribeiro e Mizukami (2005), os estudantes são solicitados a assumir a responsabilidade pela sua aprendizagem através do trabalho em equipe, para identificar, analisar e resolver problemas utilizando conhecimentos e experiências anteriores de curso, avaliando as suas próprias contribuições e os seus pares e ainda proporcionar imediatamente, ao professor, o *feedback* sobre o curso e como melhorá-lo continuamente.

A formulação e a escolha dos problemas é essencial para o processo de aprendizagem pelo PBL, abrangendo o maior número possível de áreas de conhecimento. Um bom problema é aquele que motiva o estudante a pesquisar e estudar, além de conseguir levar o estudante a ser agente ativo no ensino, mobilizado para sua aprendizagem de maneira contínua e capaz de desenvolver um raciocínio crítico e analítico.

Durante o processo de ensino e aprendizagem por meio do PBL, autores como Park (2006), sugerem a sistematização de alguns passos que poderão ajudar os estudantes e professores a locomover-se por meio do método baseado em problemas. De acordo com esse autor, são propostos sete passos: a) esclarecimento dos termos difíceis ou desconhecidos pelos estudantes; b) lista dos problemas que serão oferecidos; c) discussão dos problemas, com por exemplo, uso de *brainstorm*; d) resumo dos problemas escolhidos; e) formulação dos objetivos de aprendizado; f) busca de informações pelos estudantes; e g) retorno, integração das informações e resolução do problema.

Ainda Park (2006), acredita que pelo processo de PBL, os estudantes realizam as atividades de: procurar informações, comparar essas informações, tomar suas próprias decisões com base nas informações reunidas, programar soluções, refletir sobre os passos que levaram à resolução do problema, e até mesmo, dos erros cometidos durante esse processo, auxiliando os estudantes a tornarem-se sujeitos mais ativos no seu aprendizado.

Dessa forma, os estudantes exploram o que já conhecem e identificam o que necessitam aprender de forma a progredir no entendimento do problema. A formulação de questões que podem ser exploradas e respondidas através da investigação sistemática e autodirigida são chaves para o desenvolvimento do método PBL. Os testes e a revisão das hipóteses, a discussão ativa e a análise dos problemas, funcionam como mecanismos que capacitam os estudantes a adquirir e aplicar conhecimentos e ainda colocar em prática as habilidades de comunicação individual e do grupo.

Para o estudante obter proveito da metodologia é necessário estar disposto à participação ativa no debate com os novos conhecimentos adquiridos, e também justificá-los com suas respectivas referências bibliográficas, consulta à fontes seguras na internet, como livros digitais, periódicos ou anais de eventos, além de compartilhar os materiais de aprendizagem investigados, bem como selecionar os mais importantes para um estudo posterior, contribuir para o desempenho positivo do grupo e, finalizando a aula, construir um esquema sobre suas conclusões e questões fundamentais abordadas.

Assim, pode-se determinar características desejadas ao aluno que se propõe estudar pelo método PBL, a saber: independência, determinação, senso de responsabilidade, capacidade de comunicação, desinibição e capacidade de organização. (SOARES, 2008).

Perante toda essa descrição de tantos itens ou tópicos, de tantas etapas ou formas de condução e aplicação do método PBL, surge o que Dahms (2014), define como três modelos

diferentes de PBL. O primeiro aplicado em uma instituição de Singapura, com a abordagem de “um problema por dia”, denominado de modelo da *Republic Polytechnic*, o segundo que segue a abordagem de “um problema por semana”, desenvolvido na Universidade de Maastricht, da Holanda, e o terceiro com a implementação de “um problema por semestre”, modelo da Universidade de Aalborg, da Dinamarca.

A abordagem de um problema por dia utiliza problemas mais simples, se comparados com os das outras duas. Essa requer uma constante prática e, conseqüentemente, avaliação dos problemas utilizados. Dahms (2014), argumenta que essa abordagem pode desenvolver habilidades de comunicação, habilidades empresariais, conceitos numéricos e computacionais básicos relacionados com o tema, o que dificilmente são desenvolvidas no modelo tradicional de receber e assimilar o conteúdo transmitido pelo professor em sala de aula. Quanto mais problemas forem resolvidos, maior será a facilidade do cérebro relacionar ideia e soluções adequadas para uma determinada situação.

Já na abordagem que aplica a resolução de um problema por semana, trabalha com blocos temáticos divididos em seis semanas, em que cada bloco é composto por seis problemas. São formados em grupos de oito a dez estudantes que se reúnem com o tutor para discutir o problema e buscar a solução. O tutor deve evitar mostrar o caminho das soluções, mas contribuir para o processo de formação ativa dos estudantes. Esse modelo utiliza sete passos, para conduzir o trabalho em grupo, sendo: a) esclarecer os termos e conceitos que não foram bem entendidos; b) definir e analisar o problema; c) sintetizar as várias abordagens para a resolução do problema; d) definir os diferentes conhecimentos que precisam ser buscados e adquiridos; e) realizar um estudo individual sobre os temas, e finalmente, f) reunir-se, compartilhar e sintetizar as informações adquiridas durante os estudos individuais e, baseado nisso, formular uma solução para o problema proposto no início da semana (DAHMS, 2014).

Na terceira abordagem, a metodologia divide-se na realização do projeto baseado no problema e em aulas tradicionais baseadas nas áreas temáticas relacionadas com o projeto, ao longo do semestre. O problema é apresentado aos estudantes bem no início, a fim de motivá-los para as aulas, que são concentradas mais no início do semestre. Isso possibilita que os estudantes possam relacionar os conhecimentos adquiridos nas aulas com os conhecimentos que precisarão para realizar o projeto (DAHNS, 2014). O quadro 2 mostra as principais diferenças entre as três abordagens.

Quadro 2: Comparação do três modelos PBL.

CARACTERÍSTICAS	ABORDAGENS		
	Um problema por dia	Um problema por semana	Um problema por semestre
Tempo para resolução do problema	Um dia	Uma semana	Um semestre
Número de estudantes por grupo	5	8-10	2-7
Aulas tradicionais	Praticamente sem	Poucas	Meio a meio
Pré-estruturação do problema	Alta	Média	Baixa
Orientações do tutor	Intensa	Fraca	De fraca a média
Nível de dificuldade do problema	Baixo	Médio	Alto
Consequências	Apresentação e aprendizado	Aprendizado	Relatório, produto, apresentação e aprendizagem
Avaliação	Individual	Individual	Em grupo

Fonte: Adaptado de (Dahms, 2014).

Além disso, Queiroz (2012) propõe o estabelecimento de 7 passos que podem estruturar e melhorar a experiência do PBL, cumprindo um sentido organizacional e oferecendo um direcionamento cognitivo, sendo:

**1º Passo** - Distribuição e leitura do problema e identificação dos termos desconhecidos;

**2º Passo** - Interpretação e discussão do texto. Identificação do problema central e das palavras-chave;

**3º Passo** - Levantamento do conhecimento prévio com formulação de hipóteses através de *brainstorm*;

**4º Passo** - Resumir as hipóteses possíveis elaborando uma síntese da discussão;

**5º Passo** - Elaboração dos objetivos de aprendizagem e identificação das estratégias de pesquisa a serem percorridas, contando com as fontes bibliográficas sugeridas e os recursos disponíveis;

**6º Passo** - Pesquisa e elaboração individual concernentes aos objetivos propostos;

**7º Passo** - Síntese da Abertura, com discussão do problema a partir das pesquisas realizadas, efetivando a solução do problema e síntese final com a elaboração posterior de relatório pelo relator.

Autores navegam por diversas áreas de conhecimento e trazem informações sobre a

aplicação dessa prática pedagógica no Brasil. Por exemplo, Araújo, et al. (2010) que traz a experiência da aplicação do método PBL em um curso de pós-graduação *lato sensu* em controladoria e finanças em uma Instituição de Ensino Superior do Estado de São Paulo. Villas-Boas, Martins e Giovannini Júnior (2012), relatam um projeto que promove a integração dos alunos de ensino médio com a universidade através de oficinas interativas e interdisciplinares nas áreas de Petróleo & Gás, Biocombustíveis e Petroquímica, a partir da aplicação de atividades com PBL, visando estimulá-los a seguir as carreiras científicas e tecnológicas.

Ainda, Silva Filho, et al. (2010), relata uma experiência realizada pela Universidade Federal Fluminense em conjunto com escolas pública de São Paulo, com a intenção de capacitar professores da educação básica que trabalham em Cursos Normais para usar PBL em suas classes. O desfecho dessa experiência conclui que a capacitação dos professores para esta pedagogia, nesse caso, precisa ser uma decisão da escola e não somente do professor. A escola deverá colocar em capacitação além dos professores, os demais profissionais envolvidos na administração escolar. Também é necessário deixar os pais informados sobre as mudanças que ocorrerão dentro da escola. (SILVA FILHO, et al., 2010).

Martins (2013), com a proposta de inserir na educação contábil não apenas na forma de conhecimentos técnicos, mas também como alternativa de aprimorar habilidades e as atitudes do profissional exigidas pelo mercado dessa área, utilizou o método PBL com alunos de um curso de Bacharelado em Ciências Contábeis. Os resultados, relata o autor, apontam uma melhor integração entre os acadêmicos e as empresas a partir da utilização dos problemas práticos e reais trazidos pelos alunos do ambiente de trabalho. Por fim, uma grande quantidade de experiências, são referente a área da informática, abrangendo os cursos de Ciências da Computação e Engenharia da Computação.

Alguns autores, como Schmitd (1993), Penaforte (2001), Cyrino e Toralles-Pereira (2004), Ribeiro (2005), citam que os fundamentos conceituais do PBL derivam da corrente teórica do filósofo americano John Dewey, cujas obras fundamentais já foram apresentadas.

### **3.5 Diálogos com Dewey e Csikszentmihalyi**

De acordo com o levantamentos dos principais conceitos base dessa pesquisa, possuindo como fonte epistemológica o Filósofo John Dewey e o Psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi, serão construídos diálogos entre a teoria da experiência e pensamento

reflexivo e a teoria do FLOW, com a finalidade de compor um núcleo teórico principal dessa pesquisa. Ainda, será proposto um alinhamento do uso da Robótica Educacional e da Programação de Computadores, preconizada por Papert, como ferramenta tecnológica para se buscar experiências ótimas de FLOW.

Dewey defende um modelo de experiência conectada e consecutiva e ainda intencional e contextualizada, formando o que ele chama de *continuum* experiencial, que difere de experiências soltas e casuais, por ter um propósito claro e em função de cada experiência estar conectada na próxima.

Essa proposta vai de encontro ao modelo educacional tradicional, criticado pelo próprio Dewey, por compartimentalizar o conhecimento em “caixinhas” que não se conectam de forma integrada, favorecendo mais a memorização de conteúdos do que a compreensão dos mesmos em um cenário sistêmico. Mas como construir esse modelo em um processo educacional massivo, onde conteúdos a serem tratados em sala de aula são definidos por órgãos governamentais, sem espaço para contextualização e com uma visão clara de “estocar” as informações em forma de conteúdo para um possível uso futuro? Como criar e conectar experiências relevantes, ricas e intencionais?

A autor defende, ainda, que o papel do professor é de problematização através de novas perguntas, jamais de antecipação de respostas, instigando o estudante a criar suas próprias certezas com liberdade e autonomia. Ainda, ele defende a todo momento o estímulo do instinto exploratório e científico dos estudantes, valorizando sempre a experiência individual.

Bastante conectado com a lógica da mudança do papel do professor, que deixa de ser provedor de conteúdo para mentor ou tutor, que problematiza, extrapola, busca apoiar a construção do conhecimento do aprendiz de forma instigante e estimulante.

O grande desafio é realizar essa individualização, liberdade e autonomia em grupos de mais de 30 estudantes, em períodos de tempo pequenos, uma vez que essas reflexões são mais demoradas, entra-se em um dilema fundamental: aprofundar experiências, para torná-las ricas com exploração e autonomia, respeitando as limitações e tempo de cada um, ou atender a todo conteúdo previsto na ementa da disciplina?

Para fins de síntese, podemos compreender os preceitos do experiência para Dewey nos seguintes elementos, já citados: **a) autoridade:** a autoridade existe, sendo clara e com mínima autoridade pessoal, possuindo regras coletivas negociadas de forma democrática; **b)**

**liberdade:** como tudo deve ser negociado em conjunto, o aprendiz deve ter liberdade física e moral, podendo fazer uso dos espaços, e expressar sua opinião sempre que o momento permitir; **c) continuidade:** sendo chave para o *continuum* experiencial, a experiência deve ser consecutiva, conectada e intencional, servindo os resultados como base para a próxima experiência; **d) interação:** permitir a interação do criador com o meio, criatura e outros criadores; **e) curiosidade:** pode ser apoiada na relevância e contextualização da experiência com propósitos pessoais, favorecendo o “e se?”, provocando o desejo de continuar a aprender pela motivação intrínseca; **f) imprevisibilidade:** compreensão do erro e imprevisibilidade como naturais, relativização do conhecimento e da própria verdade, deixando as repostas prontas de lado.

Dewey ainda difere o pensamento comum do reflexivo, definindo o primeiro como desordenado, fantasioso, desconexo e sem objetivos traçados, portanto sem rumo. Já o pensamento reflexivo, é definido como um fluxo de ideias, lógico e sequencial, que através dos preceitos do *continuum* experiencial, utiliza a inferência para criar, analisar, aceitar ou refutar hipóteses.

De forma sintética, as fases do pensamento reflexivo são: **a) 1ª fase – Sugestão:** quando ocorre um distúrbio, dúvida ou problema, que pode ser resolvido de forma direta e sem análise, ou com um exame profundo para buscar uma solução duradoura. Se a primeira opção foi a escolhida, se fez presente o pensamento comum, e uma solução superficial foi aceita. Se a segunda opção for escolhida, existe presença das atitudes do pensamento reflexivo, sendo: I – curiosidade; II - espírito aberto, com baixa presença de preconceitos ou verdades absolutas; III – de todo coração, com interesse absoluto e intrínseco ao tema; IV – responsabilidade, buscando um exame claro e seguro, postergando o veredito; **b) 2ª fase – Intelectualização:** presença de motivação intrínseca para aceitar o problema e empenhar energia para resolvê-lo; **c) 3ª fase – Geração de Hipótese:** construção de inferências que movem o salto do conhecido para o desconhecido, seguindo o fluxo de apoiar a ideia nas experiências anteriores e já conhecidas; **d) 4ª fase – Elaboração Mental:** processo de verbalização e debate da solução com o colega antes do fazer, postergando o veredito da solução, com presença de verbalização do “e se”, baseando a validação mental da hipótese em lembrança ou citação de experiências anteriores; **e) 5ª fase – Verificação pela Ação:** construção efetiva do algoritmo ou projeto robótico, com finalidade de verificar se a ideia funciona na prática, executando um processo de aceite ou refutação das hipóteses em ciclos

iterativos.

O processo das fases são o núcleo fundamental da teoria de Dewey do pensamento reflexivo, possuindo grande aproximação com a teoria do FLOW de Csikszentmihalyi, que defende que a Entropia Psíquica gera ansiedade, apatia, desordem ou caos mental, incerteza do caminho, diminuição da autoestima, falta de foco, baixa atenção e concentração, quando não se tem nada a fazer, muito similar ao conceito de pensamento comum de Dewey, já citado.

Por outro lado, a negaentropia psíquica, é um estado de querer fazer - mobilizado pela motivação intrínseca, e ter que fazer - mobilizado pela motivação extrínseca. Esse foco e concentração no fazer, seja qual for a motivação, combinando níveis equilibrados de habilidade e desafio, geram experiências de FLOW.

As experiências de FLOW são estimuladas por executar atividade com metas claras e *feedbacks* imediatos e incrementais de progresso, que cria condição de foco no resultado, além de buscar equilibrar níveis de desafio e habilidade. Se o desafio é muito simples, deve ser complexificado, o que vai demandar mais habilidade, exigindo mais dedicação para a aprendizagem, puxando a fronteira do conhecimento do indivíduo, e alcançando a habilidade necessária, conforme a figura 3, já apresentada.

Para Csikszentmihalyi, pessoas que repetem processos de experiência de FLOW, tem maior chance de elevar o padrão de qualidade de vida pois evidencia crescimentos da complexidade do *self*, tornando o indivíduo diferenciado ao superar desafios cada vez maiores, em um ciclo contínuo de aceitar novos desafios e desenvolver as habilidades necessárias. O autor também defende que esse processo tem grande potencial de aumentar a autoestima, conforme reportado em pesquisas relacionadas.

O autor descreve ainda que experiência de FLOW repetidas com alto desafio e alcance de alta habilidade por meio da pesquisa e estudo, e ainda, alto grau de motivação intrínseca, mesmo em situações de pouca motivação extrínseca, criam uma condição ótima de FLOW, conhecida como experiência autotélica. Para o autor, a experiência autotélica torna as pessoas mais criativas e com motivação para resolver problemas, pois realizam seu potencial e entram em ciclos de FLOW, com busca por mais desafios e consequentemente mais habilidades.

A experiência autotélica se propõe a estimular o indivíduo para resolver desafios mais complexos e, consequentemente, buscar mais conhecimento pelo estudo e pesquisa, e que esse processo torna o indivíduo com maior autoestima, potencializando a mobilização para

resolver problemas de forma criativa.

Ao se aprofundar na relação entre Dewey e Csikszentmihalyi, é possível propor que o pensamento reflexivo é parte integrante de uma experiência de FLOW. Se essa hipótese estiver correta, quando a experiência de FLOW for identificada, será possível detalhar seu processo e perceber os momentos onde o indivíduo fez uso do pensamento reflexivo como método para tratamento de inferências e hipóteses. Por acreditar nessa hipótese, essa lógica fez parte da metodologia da presente pesquisa.

Compreender a relação entre o pensamento reflexivo e a experiência de FLOW pode ser fundamental para se proporcionar experiências autotélicas ricas de relevância e com alto grau de motivação intrínseca para os estudantes.

Na próxima seção, serão apresentados os princípios da Informática Educativa desde sua conceitualização por Seymour Papert, até sua evolução com a Robótica Educacional, apresentando trabalhos científicos relacionados e tecnologias da atualidade.

#### 4 PAPERT: DA INFORMÁTICA EDUCATIVA À ROBÓTICA EDUCACIONAL

O matemático Seymour Papert nasceu em 1928 em Pretória, África do Sul. Sua formação deu-se na Universidade de Cambridge, onde desenvolveu trabalho de pesquisa em matemática de 1954 a 1958. Optou pelo doutorado na mesma área, devido ao seu grande interesse a ela direcionado, tendo trabalhado com Jean Piaget na Universidade de Genebra de 1958 a 1963.

Seu principal objetivo era considerar o uso da matemática a fim de entender como as crianças podem aprender e pensar. No início dos anos 1960, afiliou-se ao MIT e, juntamente com Marvin Minsky, fundou o Laboratório de Inteligência Artificial.

Na visão de Papert o computador já se mostrava uma máquina sem precedentes para materialização do *continuum* experiencial de Dewey e potencialização da capacidade de resolução de problemas nas crianças.

Os cidadãos do futuro precisam lidar com desafios, enfrentar um problema inesperado para o qual não há uma explicação preestabelecida. Precisamos adquirir habilidades necessárias para participar da construção do novo ou então nos resignarmos a uma vida de dependência. A verdadeira habilidade competitiva é a habilidade de aprender. Não devemos aprender a dar respostas certas ou erradas, temos de aprender a solucionar problemas (PAPERT, 2007, p. 122).

Papert é considerado um dos pais do campo da inteligência artificial (IA), sendo internacionalmente reconhecido como um dos principais pensadores sobre as formas pelas quais a tecnologia pode modificar a aprendizagem. É autor de várias obras, sendo citadas nesse trabalho: *Mindstorms: children computers and powerful ideas* (1980), sem tradução em português, e *The children's machine: rethinking school in the age of the computer* (1992), traduzido como *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática* (2007). Também, publicou pelo inúmeros artigos sobre matemática, inteligência artificial, educação, aprendizagem e raciocínio.

O MIT, centro universitário de educação e pesquisa privado localizado em Cambridge, Massachusetts, nos Estados Unidos, é um dos líderes mundiais em ciência e tecnologia, além de outros campos, como administração, economia, linguística, ciência política e filosofia. Dentre os professores e ex-alunos do MIT estão incluídos vários políticos, executivos,

escritores, astronautas, cientistas e inventores proeminentes (MIT, 2015).

Papert criou o conceito de construcionismo, segundo ele, uma reconstrução teórica a partir do construtivismo piagetiano. O matemático concorda com Piaget, quando este afirma que a criança é um ser pensante e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, mesmo sem ser ensinada. Inquietando-se com a pouca pesquisa nessa área, levantou a seguinte interrogação: Como criar condições para que mais conhecimento possa ser construído por essa criança?

Para Papert, a atitude construcionista implica a meta de ensinar de tal forma a produzir o máximo de aprendizagem, com o mínimo de ensino. A busca do construcionismo é alcançar meios de aprendizagem fortes que valorizem a construção mental do sujeito, libertando seu pensamento criativo apoiado em suas próprias construções no mundo, fortemente alinhada com a lógica deweyana de experimentação contextualizada.

Assim como Dewey, Papert acredita que estruturas intelectuais são construídas pelo aluno, e não ensinadas por um professor, não significando, contudo, que elas sejam construídas do nada. Pelo contrário, como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia (PAPERT, 1986).

Desse modo, a criança terá um arsenal maior para lidar com as situações de maneira flexível e criativa, capacidade essa cada vez mais exigida na sociedade. Por seu turno, o professor deve ter o papel de orientador criativo, proporcionando um ambiente capaz de fornecer conexões individuais e coletivas, como, por exemplo, desenvolvendo projetos vinculados com a realidade dos alunos e que sejam integradores de diferentes áreas do conhecimento.

Para Papert, o currículo, no sentido de separar o que deve ser aprendido e em que idade deve ser aprendido, pertence a uma época pré-digital. Ele será substituído por um sistema no qual o conhecimento pode ser obtido quando necessário, pois muito do conteúdo do atual currículo é conhecimento de que ninguém precisa ou é necessário apenas para especialistas.

Papert propõe na informática educativa a possibilidade de realizar seu desejo de criar condições para mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos, baseando-se, fortemente, em conceitos de escola proposto por Dewey.

Papert (2007), em seu livro *A máquina das crianças: repensando a escola na era da*

*informática*, aborda as mais diversas formas de utilização dos computadores pessoais na educação. Por ter vivido na época histórica da computação, mais especificamente na década de 1950, pôde presenciar a evolução dos computadores, desde a criação das primeiras máquinas informatizadas de grande porte e de acesso limitado a poucos até os dias atuais, com as máquinas portáteis, já presentes nas residências e na vida de muitas pessoas das mais diversas classes sociais.

O livro aponta as contribuições e os benefícios da implantação dos computadores na educação nos anos 1980 em diante. Além disso, coloca as barreiras criadas pela escola para aceitar a presença e as utilidades dos computadores para o processo de ensino-aprendizagem.

Papert desenvolve muito bem as contribuições de Dewey, apontando o computador como gerador de possibilidades da prática educativa, mostrando os softwares que ajudam o indivíduo a criar suas próprias ideias e a construir seus conhecimentos, como também os que cedem as ferramentas ao usuário e o guiam como instrutor, precisando, algumas vezes, de um mediador que possa vir a ajudar no processo de construção do ensino.

Papert, cita a evolução e o entendimento de como os computadores podem ser usados no processo de ensino-aprendizagem, e uma das ideias principais mencionadas pelo autor é a dos computadores conectados em rede. Salientamos que a obra em foco foi escrita nos anos 1990, muito antes da revolução da Internet e das redes sociais nas relações humanas. Para ele, com computadores ligados em rede, as crianças ou os usuários em geral passam a ter maior facilidade e disponibilidade ao acesso de informações e notícias, sem depender da assistência direta de um professor ou outro adulto responsável, buscando, assim, construir seu próprio conhecimento (PAPERT, 2007).

Papert trata da inclusão dos computadores na sociedade, como uma medida capaz de contribuir para formação dos indivíduos, tanto na educação quanto na família e sociedade como um todo. Os computadores são expostos como facilitadores cuja principal função é ajudar os indivíduos a buscar “sozinhos” a aquisição de conhecimentos, sem, necessariamente, ter de contar com o auxílio de outra pessoa, gerando um espaço para a desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas.

Papert (2007) aponta que o construcionismo defende a teoria do conhecimento em vez do método de ensino. Quando o conhecimento é dividido em minúsculos pedaços, não se pode fazer nada, exceto memorizá-lo na aula e reproduzi-lo no teste. Em contrapartida, quando ele está integrado num contexto de uso, pode-se aproveitar seu potencial de formação de conceito

pela prática, formando a corrente experiencial visualizada por Dewey (PAPERT, 2007).

É importante ressaltarmos, também, que Papert cita as diferentes possibilidades de utilização dos computadores pela sociedade. Conforme o autor, essa máquina pode ser vista como mais uma porta para o processo de socialização, pois os alunos e/ou indivíduos têm a oportunidade de, por meio dela, interagir e trocar informações com milhares de pessoas e fontes de informação do mundo inteiro, aumentando, ainda mais, a diversidade e amplitude das formas de aprendizagem.

Para ele, a partir do momento em que uma pessoa interage e troca informações com outras, diferentes, está enriquecendo seu vocabulário de conhecimentos, conhecendo outras culturas, línguas, sociedades, comunidades, religiões, disciplinas, condutas, etc. O aluno pode descobrir novos saberes sem nem mesmo precisar sair da sala de aula ou da própria casa, desde que tenha motivação e interesse por tal busca.

Como Papert era matemático, ele propõe o uso de computadores na educação iniciando por essa área, citando um exemplo da forma como se aprende matemática e como ela está sendo abordada. Sabemos que, em muitos casos, a típica aula de matemática ainda é muita expositiva, onde o professor passa para o que julga importante e o aluno, por sua vez, copia para o seu caderno, procurando, em seguida, fazer exercícios de aplicação que nada mais são do que uma repetição da aplicação de um modelo de solução apresentado pelo docente, onde cita:

De modo bastante independente do seu valor educacional “verdadeiro”, associar matemática com computadores tem uma chance muito maior de provocar respostas positivas do que associá-la a uma coisa esotérica desconhecida chamada de teoria dos conjuntos. Uma reação típica de um pai será muito mais positiva a uma criança que chega a casa dizendo “Eu estudei Matemática com computadores” do que “Nós estudamos teoria dos conjuntos em Matemática”. Este tipo de aceitação do computador está aberto à exploração: todos os tipos de atividades superficiais estão revestidos como “aprendizagem de computação”. Entretanto, o fato de que métodos educacionais fracos podem ser vestidos com uma roupagem computacional de modo algum diminui o fato de que uma atitude favorável à ideia de crianças aprendendo sobre computadores pode ser usada com uma ponte para que os pais entendam um trabalho educacionalmente sólido (2007, p. 192).

Essa prática revela a concepção ultrapassada de que é possível aprender matemática

por meio de um processo de transmissão de conhecimento, e de que a resolução de problemas se reduz a procedimentos determinados pelo professor.

Com esse modelo, alguns alunos passam a acreditar que a aprendizagem de matemática se dá por meio de um acúmulo de fórmulas e algoritmos. Aliás, eles podem acreditar que fazer matemática é seguir e aplicar regras. Erradamente, acham que ela é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, do qual não se duvida ou o qual não se questiona, nem mesmo preocupando-se em compreender por que é daquela forma. Em geral, acreditam que esses conceitos foram descobertos ou criados de forma inventiva.

Supervalorizando o poder da matemática formal, perdem qualquer autoconfiança em sua intuição e em seu senso matemático. Além disso, passam a entender que a solução de um problema encontrada matematicamente não estará, necessariamente, relacionada com a solução do mesmo problema numa situação concreta do seu “mundo real”. Segundo Papert:

É comum que os estudantes falhem ao tentarem resolver um problema porque insistem em tentar resolvê-lo por inteiro de uma só vez; em muitos casos, eles teriam tido momentos muito mais agradáveis se reconhecessem que partes do problema podem ser resolvidas separadamente e, mais tarde, reunidas para lidar com o todo. O computador contribui para tornar a descoberta mais provável e também para torná-la mais rica (2007, p. 80).

O professor hoje, também, tem uma série de crenças sobre o ensino e a aprendizagem de matemática que reforçam a sua prática educacional. Muitas vezes, ele se sente convencido de que tópicos da matemática são ensinados por serem úteis aos alunos no futuro. Essa “motivação”, contudo, é pouco convincente para os alunos, principalmente numa realidade educacional como a brasileira, em que apenas uma pequena parte dos que ingressam no primeiro ano escolar termina sua escolaridade de nove anos obrigatórios.

Segundo o entendimento de muitos professores, o aluno aprenderá melhor quanto maior for o número de exercícios resolvidos por ele. Será que de fato essa resolução de exercícios repetitivos de certos algoritmos e esquemas de solução geram o aprendizado? Ou, pior, será que o excesso de conteúdos que talvez sejam futuramente úteis não acaba por desfocar o aluno em situações-problema reais de que precisa se apropriar para hoje?

Os professores, em geral, mostram a matemática como um corpo de conhecimento acabado e polido (PAPERT, 2007), e o aluno, assim, passa a acreditar que, na aula dessa

disciplina, o seu papel é passivo e desinteressante. Uma das grandes preocupações desses professores é quanto à quantidade de conteúdo trabalhado, considerando-o a prioridade de sua ação pedagógica, em vez da aprendizagem dos alunos.

Papert continua situando seus exemplos na matemática, defendendo que em poucos momentos no processo escolar, numa aula de matemática, geram-se situações capazes de instigar o aluno a buscar um pensamento criativo, ou em que este se sinta motivado a solucionar um problema pela curiosidade criada pela situação em si, ou pelo próprio desafio do problema. Em grande parte da matemática escolar, o aluno vivencia ainda poucas situações de investigação, exploração e descobrimento. O processo de pesquisa matemática – que permite e incentiva a criatividade ao se trabalhar com situações-problema – é reservado a poucos indivíduos que a assumem como esse propósito.

Colocar o aluno como um ser ativo na construção de seu conhecimento, de modo que o professor passe a ter um papel de orientador e motivador das atividades propostas, leva a que o aprendiz, constantemente, interprete seu mundo e suas experiências, e essas interpretações ocorrem, inclusive, quando se trata de um fenômeno matemático.

Conforme Papert, os alunos, além de desenvolverem habilidades matemáticas técnicas, passaram a experimentar a matemática de uma forma muito diferente. Ela se torna algo para ser usado intencionalmente, sendo percebida como uma fonte de poder para perseguir projetos importantes e pessoais, por meio da motivação intrínseca na busca pelo pensamento criativo.

Para buscar compreender as interpretações dos alunos, e sua intenção ao usá-las em situações concretas, a modelagem matemática tem sido utilizada como uma maneira de quebrar a forte dicotomia existente entre a matemática escolar formal e a sua utilidade na vida real. Os modelos matemáticos são formas de estudar e sistematizar fenômenos do dia a dia. Por meio da modelagem matemática, o aluno se torna mais consciente da utilidade desse conhecimento para resolver e analisar problemas do seu cotidiano.

Como uma solução para tornar a experiência de aprender e praticar a matemática mais rica e conectada com o *continuum* experiencial de Dewey, enquanto era pesquisador no MIT, Papert desenvolveu a LOGO, uma linguagem de programação interpretada e voltada, principalmente, para crianças e jovens.

O ambiente em torno do LOGO prioriza uma pedagogia de projetos, onde as diversas áreas do conhecimento podem ser integradas na resolução de diferentes problemas, numa atitude cooperativa do grupo, catalisada pelo professor. Assim, essa linguagem oferece ao

docente a possibilidade de acompanhar, passo a passo, o raciocínio lógico da criança e analisar o que ela fez. Como catalisador, é preciso que espere o tempo de cada sujeito. Essa vivência desperta na criança a responsabilidade sobre seu desenvolvimento, a segurança diante de situações desconhecidas, além de levá-la a refletir sobre seu próprio conhecimento.

Embora tenha sido feita também para os leigos, o LOGO envolve as linguagens de programação profissionais e parte, basicamente, da exploração de atividades espaciais, desenvolvendo conceitos numéricos e geométricos. A linguagem foi desenvolvida para permitir que crianças programassem a máquina, em vez de serem programadas por ela, criando seu próprio micromundo (PAPERT, 1986).

De acordo com Papert (2007), o micromundo é um universo simbólico criado pelas crianças em suas brincadeiras, onde tudo é possível, e sua imaginação e criatividade ditam as regras do mundo, inclusive físicas e sociais. Nesse espaço de criação, são executados processos ricos de autoria, assimilação e acomodação, e as regras do micromundo são testadas pela própria criança para fortalecer e legitimar a sua realidade.

A palavra LOGO foi usada como referência a um termo grego que significa “pensamento, raciocínio e discurso”, ou, também, “razão, cálculo e linguagem”, fazendo uma alusão à maneira livre e criativa pela qual a matemática é implementada para resolver problemas em forma de algoritmos.

Especialmente desenhada para ser utilizada pelas crianças, a linguagem LOGO apresenta uma proposta de ensino-aprendizagem baseada nas teorias de psicologia genético evolutiva de Jean Piaget, onde as crianças podem ser vistas como construtoras de suas próprias estruturas intelectuais.

O ambiente LOGO tradicional envolve uma tartaruga gráfica, um robô pronto para responder aos comandos do usuário. Uma vez que a linguagem é interpretada e interativa, o resultado é mostrado, imediatamente, após digitar-se o comando – incentivando o aprendizado. Nela, o usuário aprende com seus próprios erros. Se algo está errado em seu raciocínio, isso é claramente percebido e demonstrado na tela, num processo conhecido pelos jovens em jogos – *feedback*, fazendo que o aluno pense sobre o que poderia estar errado e crie hipóteses, usando como base os seus erros compreendidos, e com isso encontre soluções corretas para os problemas.

Outra linha de uso da linguagem LOGO se dá por meio da construção de robótica educacional com o LEGO, chamado LEGO *Mindstorms*, lançado comercialmente em 1998 e

voltado para a educação tecnológica. Decorrência de uma parceria de mais de uma década entre o MIT e o LEGO Group, o produto LEGO *Mindstorms* é constituído por um conjunto de peças da linha tradicional, como tijolos cheios, placas, rodas, e da linha LEGO Technic, como tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes, acrescido de sensores de toque, de intensidade luminosa e de temperatura, controlados por um processador programável, o módulo *Robotic Command Explorer* (RCX). (LEGO, 2015)

O projeto foi, originalmente, inspirado por Papert, na década de 1980, na obra *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. Nela, o autor apontava como os computadores iriam auxiliar o desenvolvimento intelectual de crianças e jovens. (LEGO, 2015)

O conjunto permite criar robôs simples, passíveis de executar funções básicas pré-programadas. O módulo RCX processa comandos pré-programados em um computador, por meio de softwares específicos, como o RoboLAB na versão educativa, ou o *Robotics Invention System* na versão comercial, permitindo a interação da estrutura construída com o ambiente no qual se inscreve. (LEGO, 2015).

O principal legado de Papert foi a criação do conceito da Informática Educativa, ou seja, usar computadores para apoiar a educação, o que hoje faz muito sentido e vem sendo utilizado há dezenas de anos em todo o mundo. Além dos estudantes usarem aplicativos ou jogos de computador, ele introduziu a ideia de que os estudantes eram capazes de programar computadores, desenvolvendo seus próprios aplicativos, e utilizando as ferramentas adequadas à sua idade como o LOGO, aliadas à metodologias focadas na criatividade e resolução de problemas, poderiam tornar a aprendizagem relevante e motivadora, como já preconizava Dewey.

Na auge de sua carreira acadêmica no final dos anos 1990, Papert desenvolveu pesquisas financiadas pela LEGO, inserindo um novo capítulo na Informática Educativa, propondo que através da programação, os jovens poderiam criar robôs inteligentes, capazes de se mover e responder à ações externas, programadas e pensadas pelos jovens estudantes, criando com isso a Robótica Educacional, que é fortemente voltado à experimentação e desenvolvimento da lógica, principalmente em jovens estudantes de ensino fundamental, que será detalhada na próxima seção.

Na próxima seção serão apresentados trabalhos recentes sobre a Robótica Educacional, e ao final uma pesquisa de plataformas de Robótica Educacionais atuais e suas

principais características.

#### 4.1 A Robótica Educacional

Chamada também de Robótica Pedagógica, a robótica educacional teve seu início, segundo Schons (*et al.* 2008), por volta da década de 1950, porém passou a se desenvolver de forma maior a partir da década de 1980, onde as universidades começaram a fazer uso e posteriormente alcançando escolas de ensino médio e fundamental.

Segundo o autor, a partir da teoria construtivista de Jean Piaget, a Robótica Educacional começou a firmar seus pilares, passando a existir um ambiente onde é possível se reunir diversos tipos de materiais como: sucatas, motores, sensores, placas de circuitos eletrônicos, leds e entre outros, sendo possível controlar estes elementos, através do uso de computadores, unidos a um hardware central.

Pode-se definir a Robótica Educacional como um ambiente de aprendizagem em que o estudante desenvolve a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador, envolvendo-se em um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução (Schons *et al.*, 2008).

Ainda, ele cita que o robô como ferramenta de estudo possibilita a criação de novas formas de interação com o mundo, favorecendo a cooperação e autonomia, assegurando a centralidade do indivíduo na construção do conhecimento e possibilitando resultados de ordem cognitiva e afetiva. Na construção de um modelo robótico, o processo de colaboração acontece quando os problemas são analisados e resolvidos em grupos, exercendo a autonomia na medida em que cada elemento do grupo tem responsabilidade por uma parte da solução.

A Robótica Educacional como recurso pedagógico pressupõe três componentes: **a) kits de montagem** para a construção de dispositivos robóticos; **b) um computador** que comunique com o kit; e **c) uma linguagem de programação** que seja executada nesse computador e que permita enviar as instruções aos componentes do kit (D'ABREU, 2007). Tanto os kits de robótica quanto as linguagens de programação mais utilizadas atualmente serão abordadas a seguir, bem como suas características e principais recursos.

Além disso, para Zilli (2004), a Robótica Educacional pode oferecer uma grande contribuição no processo de aprendizagem, tendo como suas principais vantagens:

a) Desenvolvimento do raciocínio e a lógica, ao construir algoritmos e programas para controle de mecanismos;

- b) Potencialização da interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como matemática, física, eletricidade, eletrônica, mecânica, ciências naturais, entre outras;
- c) Aprimoramento da motricidade por meio da execução de trabalhos manuais, construção de protótipos, mecanismos e suportes;
- d) Materialização da ideia, permitindo testar em um equipamento físico o que foi aprendido na teoria ou em ambientes computacionais que simulam o mundo real;
- e) Motivação para a pesquisa, apoiando a aprendizagem em algo positivo, tornando bastante acessível os princípios de ciência e tecnologia e como isso afeta sua vida cotidiana;
- f) Estímulo à leitura, a exploração e a investigação, assim como o trabalho em grupo, gerenciamento de conflitos e liderança;
- g) Criação do hábito do trabalho organizado, uma vez que desenvolve aspectos ligados ao planejamento, execução e avaliação final de projetos;
- h) Superação de limitações de comunicação, fazendo com que o estudante verbalize seus conhecimentos e suas experiências, desenvolvendo sua capacidade de argumentar e contra-argumentar;
- i) Desenvolvimento da concentração, disciplina, responsabilidade, persistência e perseverança, uma vez que testa ideias fisicamente, e ao falhar, busca novas combinações para aplicação da ideia;
- j) Estímulo da criatividade, tanto no momento de concepção das ideias quanto de aplicação das ideias em um contexto, por trabalhar centralmente com o processo de resolução dos problemas;

No quesito da motivação, Castilho (2002) compreende que o robô é reconhecido pelo estudante como um brinquedo, algo divertido e estimulante, e sua exploração apoia a investigação de problemas concretos por meio do raciocínio lógico, pois programar um robô é um constante desafio de pensar sobre o que se está fazendo de forma lógica e organizada.

Como forma de aprofundar o referencial teórico e a proposta metodológica geral da presente pesquisa, foram pesquisadas teses relacionadas com o tema da Robótica educacional, servindo de base para a condução da pesquisa, coleta e análise de resultados, como são apresentadas à seguir.

## **4.2 Trabalhos relacionados**

Em uma pesquisa ao banco de teses da Capes<sup>9</sup> pelo termo robótica educacional em Janeiro de 2014, foram encontrados 28 trabalhos entre dissertações ou teses, sendo 2 em Ciência da Computação, 2 em Educação, 2 em Engenharia Elétrica, 2 em Engenharia Mecânica, 1 em Engenharia/Tecnologia/Gestão, 2 em Ensino de Ciências e Matemática e 17 em Sociais e Humanidades. Ainda, desse total, 17 são teses de doutorado, sendo esses que foram consultados para a pesquisa de trabalhos relacionados.

Após um exame detalhado das teses descritas, 5 delas tem alinhamento com o atual projeto de pesquisa, por dialogarem em áreas da educação e voltadas ao estudo da criatividade, com métodos e técnicas que possam apoiar a fundamentação teórica aqui presente. Os trabalhos serão referenciados aqui em ordem cronológica, sendo:

**2008 - Daniel de Queiroz Lopes** - *A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional*. Doutorado em Informática na Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na área de concentração Ciência Cognitiva Aplicada, sob orientação da Professora Dra. Léa da Cruz Fagundes e coorientação do Prof. Dante Augusto Couto Barone.

Tendo como pano de fundo o desenvolvimento da criatividade ou na motivação pela descoberta, o projeto foi desenvolvido no Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) do Instituto de Psicologia da UFRGS. Tem como base a Epistemologia Genética de Jean Piaget, a tese procurou contribuir para a produção de conhecimento na área de concentração das ciências cognitivas aplicada à Informática na Educação, no sentido de explicitar os processos cognitivos envolvidos no contexto de desenvolvimento de projetos em robótica educacional para crianças em idade escolar.

No trabalho, serão apresentados alguns dos elementos teóricos envolvendo a criatividade em relação à inteligência e à técnica, baseado em Sternberg & Lubart, seguindo uma abordagem da robótica educacional em relação ao design e ao construtivismo, fortemente calcado no processo de construção da Epistemologia Genética de Piaget.

No trabalho, são apresentados os aspectos metodológicos envolvidos na problematização do estudo, e os resultados de alguns estudos de caso acerca das condutas de estudantes envolvidos com projetos em robótica educacional.

Desse trabalho foram focadas as pesquisas nas bases para compreensão dos processos metodológicos da criatividade, bem como conceitos fundamentais de robótica educacional e

---

9 Site disponível em: <http://bancodeteses.capes.gov.br/>, acesso em janeiro de 2015.

seu uso em oficinas.

**2009 - Alzira Ferreira da Silva - *RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional***. Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFRN, com área de concentração Engenharia da Computação, com orientação do Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves e coorientação da Professora Dra. Ana Maria Guimarães Guerreiro.

Nessa tese foi proposta uma metodologia para o ensino de robótica no Ensino Fundamental, baseada na teoria sócio-histórica de Lev Vygotsky, em conjunto com o kit *Legó Mindstorms* e um software educacional que compõem o sistema de robótica pedagógica denominado RoboEduc.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizado o método pesquisa-ação, sendo realizados atividades de robótica com a participação de crianças com idade entre 8 a 10 anos, alunos do ensino fundamental de uma escola municipal na periferia de Natal, Rio Grande do Norte.

As atividades tinham como objetivo produzir conhecimento sobre a construção de protótipos robóticos, sua programação e controle, buscando desenvolver ZDPs, que são espaços de aprendizagem que quando bem aproveitados proporcionam a construção, pelos indivíduos não só de conceitos científicos, mas também de habilidades e competências importantes para as interações sociais e culturais de cada um e do grupo.

Com o desenvolvimento das oficinas foi possível analisar a utilização do robô como elemento mediador do processo de ensino-aprendizagem e as contribuições que o uso da robótica pode trazer para o ensino desde o nível fundamental.

Do trabalho acima foram analisadas as bases da metodologia, sua aplicação e coleta de resultados, visto que tem o mesmo público-alvo e metodologia muito similar à presente pesquisa.

**2011 - Flávio Rodrigues Campos - *Currículo, tecnologias e robótica na educação básica***. Doutorado em Educação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, sob orientação da Professora Dra. Maria Elizabeth Bianconcini Almeida.

O trabalho teve como objetivo identificar as características da integração da robótica como recurso tecnológico no currículo de uma escola particular em relação aos aspectos didático-pedagógicos e de gestão, com vistas a promover o desenvolvimento de futuros projetos que integrem de forma mais significativa a robótica ao currículo.

Para isso, foram mapeadas e analisadas as variáveis existentes no âmbito escolar que pudessem indicar as características dessa integração, passando por um levantamento bibliográfico em bases de dados eletrônicas dos artigos científicos de diversos países e também de trabalhos acadêmicos no Brasil, para se estabelecer um panorama atual de pesquisa sobre o assunto, sendo os assuntos: robótica, robótica na educação; aprendizagem no contexto da robótica na educação e currículo e sua integração com as tecnologias de informação e comunicação.

A pesquisa de campo que se apoiou na técnica de grupo focal, além da observação participante das atividades realizadas nas aulas de robótica em uma escola particular de Educação Básica em Santo André – SP, que utiliza a robótica no processo de aprendizagem há 7 anos e que durante esse período já desenvolveu diversos projetos curriculares e extracurriculares.

Na pesquisa foram selecionados dois grupos focais do 8º ano do Ensino Fundamental, além da observação participante durante um bimestre das atividades de robótica em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, efetivando a análise dos dados por meio da análise de discurso crítica de Fairclough, com objetivo de analisar em que medida a utilização deste recurso pode ser considerada integração curricular de tecnologias.

Os resultados indicaram que a integração da robótica como recurso tecnológico na educação básica possui aspectos complexos como a relação tempo e espaço, o preparo da equipe pedagógica e a relação entre a robótica e outros saberes, e a compreensão desses aspectos pode apontar caminhos para que a robótica não seja integrada ao currículo apenas para manter a hegemonia dominante do currículo prescrito, mas sim em ampliar as perspectivas da educação para a ciência e tecnologia de forma significativa e motivadora para os alunos.

Assim como o trabalho anterior, a tese acima serviu de apoio para construção da metodologia, sua aplicação e coleta de resultados, visto que também tem o mesmo público-alvo e alguns procedimentos metodológicos similares à presente pesquisa.

**2012 - Rafael Vidal Aroca** - *Plataforma robótica de baixíssimo custo para Robótica Educacional*. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN, área de concentração Engenharia de Computação, sob orientação do Professor Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves.

A tese inicia apresentando a importância da robótica como um todo, estando cada vez

mais presente nas mais diversas atividades da sociedade, porém ainda são considerados equipamentos caros e restritos para poucas pessoas.

Na pesquisa, foi proposta uma arquitetura de controle e um conjunto de técnicas que possibilitam a construção de robôs de baixíssimo custo, além de diminuir a complexidade na sua montagem e programação. Um aspecto chave da arquitetura proposta é o uso de interfaces de áudio para controlar atuadores e ler sensores, permitindo assim o uso de qualquer dispositivo que produza sons como unidade de controle de um robô.

Também foram desenvolvidas ferramentas de programação baseadas em ambientes web que permitem o uso de computadores ou telefones celulares como unidades de controle de um robô, que pode ser programado e controlado remotamente, apresentando possíveis aplicações da plataforma robótica para o seu uso educacional.

O público-alvo da pesquisa foram professores e alunos de várias disciplinas de graduação, onde foram realizadas entrevistas com os alunos, antes e após o uso da plataforma, que confirmam a sua aceitação como ferramenta de apoio ao ensino.

Apesar de ter um foco em outro público-alvo, com metodologias e objetivos diferenciados, a tese acima serviu de base para pesquisa tecnológica, compreendendo melhores composições de plataformas robóticas de hardware e software disponíveis.

**2013 - Danilo Rodrigues César - *Robótica Pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento***. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, sob orientação da Professora Dra. Teresinha Fróes Burnham e coorientação do Prof. Dr. Luciano Sérgio Ventin Bomfim.

A pesquisa se propôs a analisar e a discutir documentos resultantes das atividades em duas das sete oficinas ministradas sobre Robótica Pedagógica Livre: UNEB (Salvador/BA) em 2009 e 2010, e da Universidad de la República/UY (Taller de Arte y Programación – TAP) em 2010.

O objetivo era propor uma metodologia de difusão do conhecimento sobre a Robótica Pedagógica Livre, refletir sobre as experiências de aprendizagem relacionadas às dificuldades e à cognição, vivenciadas pelos educandos no processo de formação e multiplicação na produção e difusão do conhecimento sobre a RPL.

Como metodologia foi utilizada a pesquisa-ação multirreferencial, com foco em desenvolver uma análise dos documentos e considerações sobre as dificuldades vivenciadas

no Espaço Multirreferencial de Aprendizagem (EMA) da RPL, espaço esse ocupado por áreas de significação que abrangem o campo da subjetividade, como as emoções, as novidades e a tomada de decisão.

O processo de formação se organizou iniciando com a apropriação pelos educandos das informações compartilhadas nas atividades da oficina, perpassando o rompimento do espaço de acomodação superando as dificuldades vivenciadas, levando à reflexão sobre o processo de aprendizagem e propiciando dois momentos de emancipação sociodigital, como o planejamento e execução de uma atividade de RPL na I Jornada Pedagógica da UNEB.

Nas atividades ministradas nas oficinas de RPL, momento essencialmente de formação dos educandos, são desenvolvidos kits de robótica livre, buscando vivenciar momentos de emancipação sociodigital, e ressignificação das suas experiências de aprendizagem, dentro e fora da escola.

A tese acima foi fundamental para compreender experiência e resultados tanto para pesquisa tecnológica de plataformas robóticas de hardware e software atuais, quanto de modelo de metodologia e condução de pesquisa em oficinas de robótica educacional.

Cabe ressaltar que todos os trabalhos citados foram fundamentais principalmente para compreensão dos principais autores, métodos de pesquisa, modelo de análise de resultados, servindo de fonte de referencial teórico geral para a área de robótica educacional e suas áreas correlatas.

Na próxima seção serão analisadas as principais plataformas robóticas educacionais da atualidade, baseadas nos trabalhos mencionados anteriormente, com o objetivo de identificar uma plataforma composta de kit de robótica educacional e ambiente de programação para utilização no presente trabalho.

### **4.3 Plataformas de Robótica Educacional**

Atualmente, existem diversas plataformas de Robótica educacional, sendo categorizadas em plataformas livres – baseada em software ou hardware livre<sup>10</sup>, ou proprietárias – baseada em plataformas fechadas e exploradas comercialmente por empresas.

---

10 Software Livre é todo aplicativo de computador que pode ser copiado, modificado e distribuído livremente, sem barreiras de patente ou licença, conhecido como movimento *Free Software*, com variações no movimento *OpenSource*. Hardware livre, são equipamentos ou componentes computacionais que usam a mesma prerrogativa de poderem ser copiados, modificados e seu projetos serem distribuídos livremente, permitindo que pessoas criem seus próprios equipamentos sem pagamento de patente ou licença de uso.

Entre as plataformas proprietárias, a mais conhecida é a já citada *Legó Mindstorms*<sup>11</sup>, que foi desenvolvida pela equipe de Papert ainda nos anos 90, e atualizadas tecnologicamente pelos últimos 20 anos.

Essa plataforma é bastante rica em design e recursos, mas representa uma barreira econômica e conceitual para as escolas públicas brasileiras. Como barreira econômica, cita-se o custo do módulo básico do kit, que em julho de 2015 tinha valores superiores a R\$ 2.500,00, conforme link do produto acima, o que inviabiliza seu uso em escolas públicas brasileiras, pois cada kit é utilizado por dois estudantes de cada vez.

Buscando resolver a barreira econômica do custo dos kits de Robótica Educacional, foi feito um levantamento de plataformas de robótica educacional composta de software e hardware, com ambientes de programação para jovens integrados a hardware de kits de robótica educacional.

Após a pesquisa e experimentação das plataformas, foram escolhidas o Scratch e o Arduino, usando como critério: **a) simplicidade de uso**, sendo a facilidade de instalar e utilizar o ambiente de programação, também a facilidade de montar projetos com o kit robótico; **b) compatibilidade entre hardware e software**, sendo necessário que os ambientes de programação funcionem integrados aos kits robóticos; **c) custo total de aquisição** por kit completo de software e hardware. As demais plataformas: Ardublock, DuinoBlocks, Physical Etoys, GoGoBoard, Modelix Robotics e Atto, seguem analisadas e detalhadas nos ANEXOS I a VI. A seguir será detalhado o Scratch e o Arduino, com seus principais recursos e forma de funcionamento.

#### 4.3.1 Scratch

O Scratch foi desenvolvido pelo Professor PhD Mitchel Resnick, sucessor direto de Seymour Papert no grupo *Lifelong Kindergarten*<sup>12</sup> do MIT Media Lab, sendo fortemente baseada na linguagem LOGO, sendo composto por um ambiente gráfico de programação para crianças que possibilita a criação de histórias interativas, animações, jogos, músicas e o

---

11 Página do produto atualizado disponível em <http://zoom.education/produtos/conjunto-lego-mindstorms-education-ev3>, acesso em outubro de 2015.

12 O Lifelong Kindergarten é um grupo de pesquisa que visa a oferecer um ambiente de criação e testes para novas tecnologias feitas somente por crianças, uma vez que sua missão é “ajudar crianças e crescer como pensadores criativos”. Para tanto, oferece ferramentas, desde robótica, engenharia, sensores reativos, entre outros, testando física e matemática de forma lúdica e materializada. Na concepção do grupo, o mais importante aprendizado sobre o processo de projetar e inventar é ver-se projetista e inventor. Site Oficial em: <http://ilk.media.mit.edu/> acessado em Julho de 2015.

compartilhamento dessas criações na Internet.

Sendo uma ferramenta gratuita, o slogan do Scratch é “imagina, programa, compartilha” e foi divulgado publicamente em maio de 2007, sendo concebido e desenvolvido como resposta ao problema do crescente distanciamento entre a evolução tecnológica no mundo e a fluência tecnológica dos cidadãos (EDUSCRATCH, 2015).

Com o Scratch, é possível desenvolver diferentes tipos de clipes de mídia de modos criativos, usando uma programação matemática similar à feita nos programas de computador reais, porém de forma lúdica, simples e intuitiva, com os comandos inclusive em português, conforme a figura 9.

O Scratch é uma nova roupagem para a linguagem de programação LOGO, que foi introduzida nos anos 80, em contextos formais de aprendizagem, sobretudo nos primeiro e segundo ciclos do ensino básico. As tentativas foram acompanhadas de estudos que procuraram testar e validar o seu potencial, mas, na época, não parece ter havido uma consequente e consistente generalização de experiências e modelos, fazendo que a utilização do LOGO como meio para a aprendizagem da matemática fosse se apagando, mesmo após o destaque de vários trabalhos importantes.

Entre os recursos do Scratch, pode-se citar as competências para a resolução de problemas e para a concepção de projetos com raciocínio lógico, decomposição de problemas complexos em partes mais simples, identificação e eliminação de erros, desenvolvimento de ideias, desde a concepção até a concretização do projeto, concentração e perseverança (MARQUES, 2009).

Entre as metodologias de aprendizagem adotadas, mencionamos noções básicas sobre computadores e programação, necessidade de indicar ao computador exatamente o que deve ser feito, passo por passo, e a não exigência de perícia especial, apenas de raciocínio claro e cuidadoso.

Os conceitos específicos de programação experimentados são a sequência, iteração em ciclos, instruções condicionais, variáveis, execução paralela, sincronização, interação dos usuários e o aplicativo em tempo real, lógica booleana, números aleatórios, gestão de eventos, desenho de interface do utilizador e estruturas de dados (MARQUES, 2009).

Dentre as características básicas da ferramenta Scratch, podemos citar:

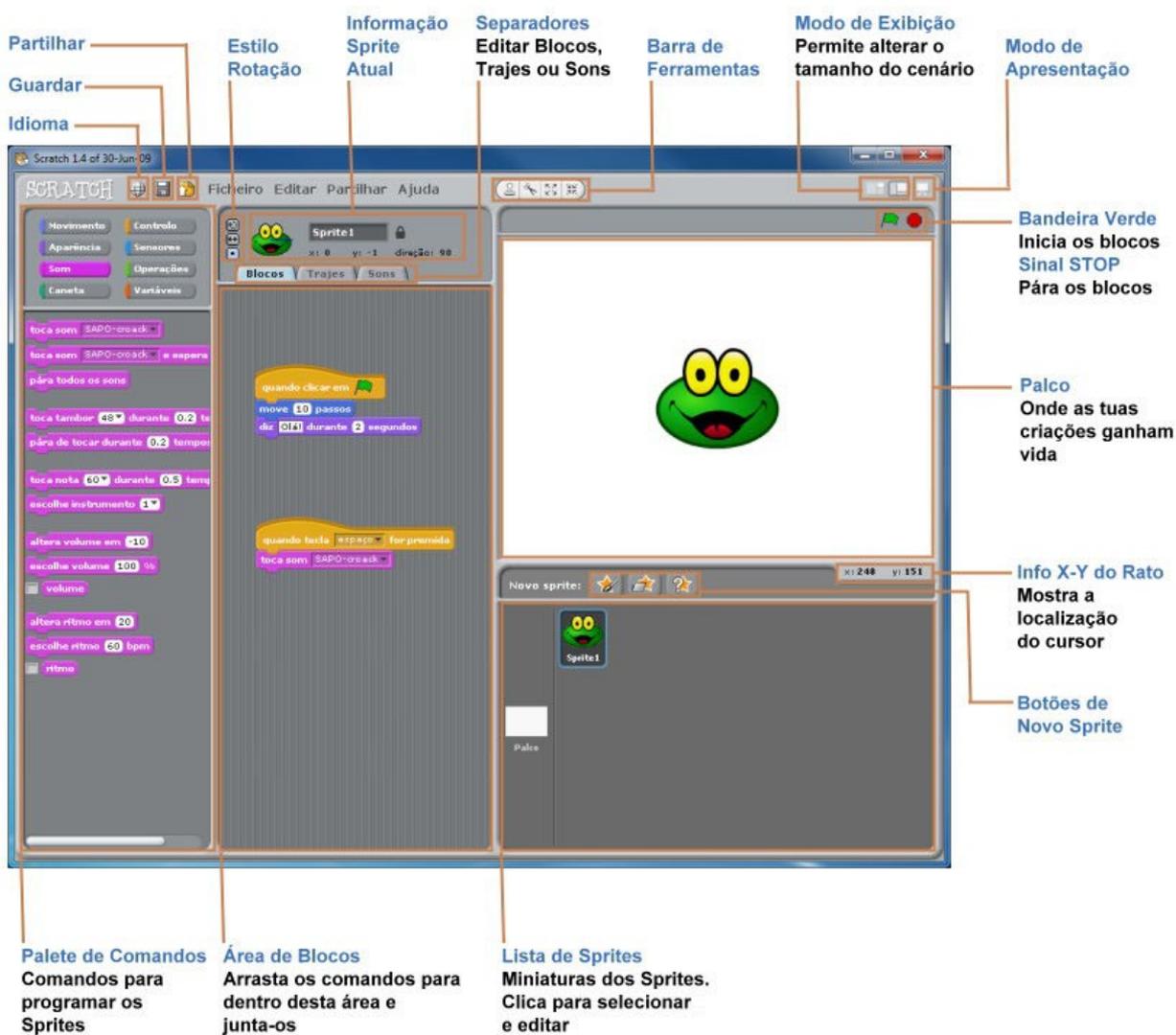
**a) Programação com blocos de construção (*building blocks*):** Para escrever programas em Scratch, é necessário encaixar blocos gráficos uns nos outros, formando

empilhamentos ordenados (*stacks*). Os blocos são concebidos para poderem se encaixar apenas de forma que façam sentido sintaticamente, não ocorrendo, assim, erros de sintaxe e permitindo realizar várias tarefas diferentes para produzir o resultado final de acordo com o gosto do usuário. A sequência de instruções pode ser modificada mesmo com o programa em execução, o que facilita a experimentação simples de novas ideias e o cumprimento de instruções paralelas com diferentes conjuntos de blocos, conforme a figura 9 (EDUSCRATCH, 2015).

**b) Manipulação de mídia:** O Scratch permite a construção de programas que controlam e misturam gráficos, animação, texto, música e som. Amplia as atividades de manipulação de mídia que são populares na cultura atual, capturando-as diretamente da *webcam* ou do microfone do usuário (EDUSCRATCH, 2015).

**c) Partilha e colaboração:** A página de Internet do Scratch fornece inspiração e audiência: os usuários podem experimentar os projetos de outros, reutilizar e adaptar as suas imagens e *scripts*, e divulgar os nossos próprios projetos. A meta final é desenvolver uma comunidade e uma cultura de compartilhamento em torno do Scratch (EDUSCRATCH, 2015).

Figura 9: Ambiente de trabalho comentado do Scratch em português de Portugal.



Fonte: Site <http://kids.sapo.pt>

No mesmo portal, é citado que o Scratch pode apoiar a aprendizagem de importantes conceitos e competências sobre computadores, tais como (EDUSCRATCH, 2015):

**a) Competências de informação:** Aprendendo a selecionar, criar e gerir múltiplas formas de mídia, incluindo texto, imagens, animação e áudio, as crianças se tornam mais perspicazes e críticas na análise das mídias que observam à sua volta;

**b) Competências de comunicação:** Uma comunicação eficaz no mundo atual requer mais do que a capacidade de ler e escrever textos. Nessa perspectiva, o Scratch envolve os jovens na escolha, manipulação e integração de uma grande variedade de mídias para se expressarem, individualmente, de forma criativa e persuasiva;

**e) Competência de raciocínio crítico e pensamento sistêmico:** À medida que aprendem a programar, os jovens adaptam formas de raciocínio crítico e de pensamento sistêmico. Para construir projetos, os alunos necessitam coordenar o tempo e a interação entre múltiplos objetos móveis programáveis;

**d) Competência de identificação, formulação e resolução de problemas:** O Scratch apoia a formulação e resolução de problemas em contextos de concepção (*design*) significativos. Criar um projeto Scratch requer que se pense numa ideia, que depois se seja capaz de descobrir como dividir o problema em passos menores e concretizá-los, usando os blocos de programação da ferramenta;

**e) Competência de criatividade e curiosidade intelectual:** O Scratch encoraja o pensamento criativo, pois envolve os jovens na procura de soluções inovadoras para problemas inesperados, preparando-os para encontrar novas saídas à medida que vão surgindo novos desafios, e não apenas para saberem como resolver um problema pré-definido;

**f) Competências interpessoais e de colaboração:** Por ser construído com blocos gráficos, o código de programação é mais legível, acessível e compartilhável do que outros programas, permitindo, assim, que os objetos visuais e o código modular facilitem a colaboração, de maneira a possibilitar que projetos sejam trabalhados em grupos, bem como o intercâmbio de objetos e códigos;

**g) Competência de autodirecionamento:** Ter uma ideia e descobrir como a programar requer persistência e prática. Quando os jovens trabalham em projetos baseados em ideias que consideram pessoalmente importantes e significativas, estas geram motivação intrínseca para ultrapassar os desafios e as frustrações encontradas no processo de concepção e de resolução de problemas;

**h) Competência de responsabilização e adaptabilidade:** Criar projetos no Scratch requer que se tenha em mente o público alvo e o modo como outras pessoas reagirão e responderão a eles, uma vez que é fácil modificá-los e revê-los, sendo possível, portanto, alterá-los de acordo com a reação de terceiros;

**i) Competência de responsabilidade social:** Pelo fato de os programas serem compartilháveis, os alunos podem gerar discussão de assuntos importantes do seu ambiente de aprendizagem mais próximo, seja a turma ou escola, bem como da mais vasta comunidade internacional do Scratch.

Como a licença de uso do Scratch é gratuita, existe ainda uma grande aderência aos

princípios da programação de computadores para estudantes, tanto em facilidade de uso quanto em possibilidades de execução de projetos variados, fornecendo uma ferramenta que materialize a lógica do *continuum* experiencial de Dewey, e ainda compatível com o Arduino, esse foi o ambiente de programação escolhido para a presente pesquisa. A seguir será apresentado o Arduino, como plataforma de hardware escolhida para compor o kit robótico experimental.

#### 4.3.2 Arduino

De acordo com Banzi (2012), que é o cofundador do projeto, pode-se entendê-lo como uma pequena placa microcontroladora, ou seja, um pequeno circuito que contém um computador inteiro dentro de um pequeno chip, conhecido como microcontrolador, e que permite estender seus recursos com uso de componentes anexados a essa placa.

Segundo McRoberts (2012), pode-se definir Arduino como um microcontrolador de placa única e um conjunto de softwares para programá-lo. Sendo um projeto de hardware livre, Arduino poderia ser entendido também como um hardware embarcado, ou seja, um sistema que pode interagir com ambiente interno ou externo utilizando para isso tanto hardwares como softwares.

O grande diferencial do Arduino em relação a outras plataformas de hardware que podem ser usados em robótica educacional, é que a mesma é baseada em hardware livre, ou seja, desenvolvedores de diversos países criar novos sensores e atuadores, estendendo o uso do mesmo para prototipação, automação residencial e industrial, e projetos de grupos de desenvolvedores conhecidos como *Makers*<sup>13</sup>.

A placa Arduino é composta de portas lógicas digitais e analógicas, pelas quais é possível conectar diversos dispositivos, sendo basicamente: **a) sensores** – dispositivos que captam sinais físicos como cor, som, distância, velocidade, umidade, entre outras centenas de funções, enviando os sinais como números para serem processados na placa, e **b) atuadores** – dispositivos que agem no mundo físico, como motores, alto-falantes, leds ou placas de led, placas gráficas, entre outros, além de **c) shields** – que são extensores que permitem novos recursos que a placa original não possui, como conexão *Wifi*, *Bluetooth*, uso de *RFID*, gravação em cartão de memória, entre vários outros recursos disponíveis.

Através da utilização placa Arduino, é possível montar uma variedade de circuitos de

---

13 Site Oficial Makers: a nova revolução industrial começou: <http://makers.net.br/>, acesso em outubro de 2015.

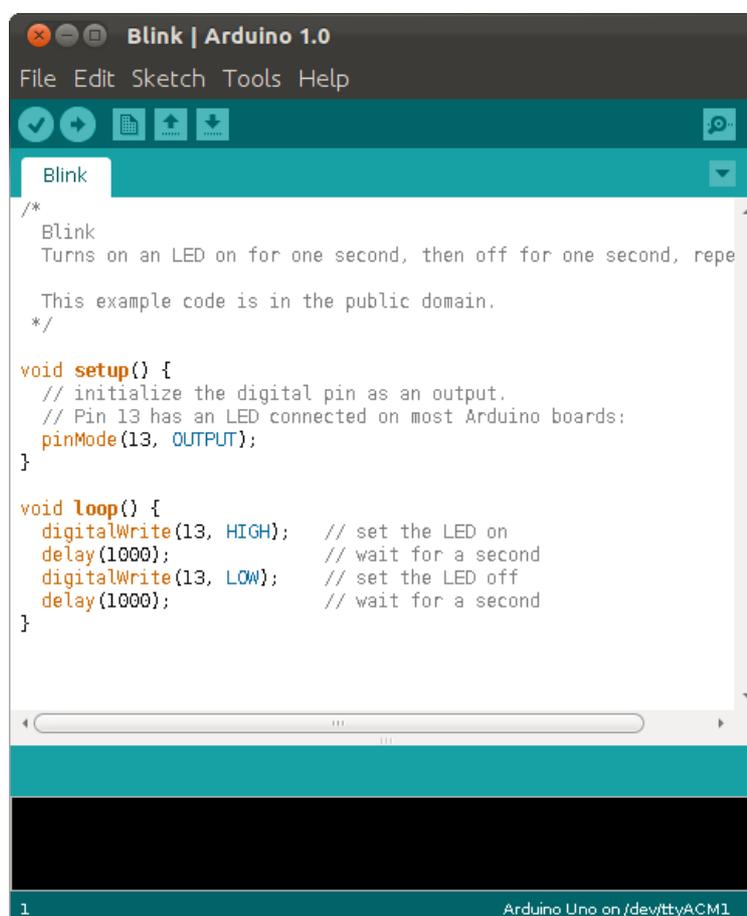
forma rápida e ágil, pois possui uma linguagem própria, sendo muito parecida com a sintaxe de linguagens de programação como C++ e Java, denominada de Wiring, conforme a figura 10.

A placa do Arduino na versão UNO, tem um custo aproximado de cerca de R\$ 50,00 reais, e seus sensores e atuadores mais simples custam menos de R\$ 5,00 por unidade, sendo uma opção barata e altamente combinável de recursos para robótica educacional.

Para facilitar os projetos com o Arduino, são utilizadas placas de *protoboard* que conectam os sensores, atuadores e *shields*, conforme a figura 11. Os projetos podem ser simulados em softwares específicos que tornam desnecessário o uso da placa em uma etapa ainda anterior de desenho do projeto.

Uma desvantagem do Arduino é que sua linguagem é pouco amigável, sendo muito parecida com linguagens profissionais, sendo uma barreira de entrada para desenvolvedores com pouco conhecimento em programação de computadores.

Figura 10: Ambiente de Programação do Arduino.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 1.0". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for saving, running, and uploading. The main text area contains the following code:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

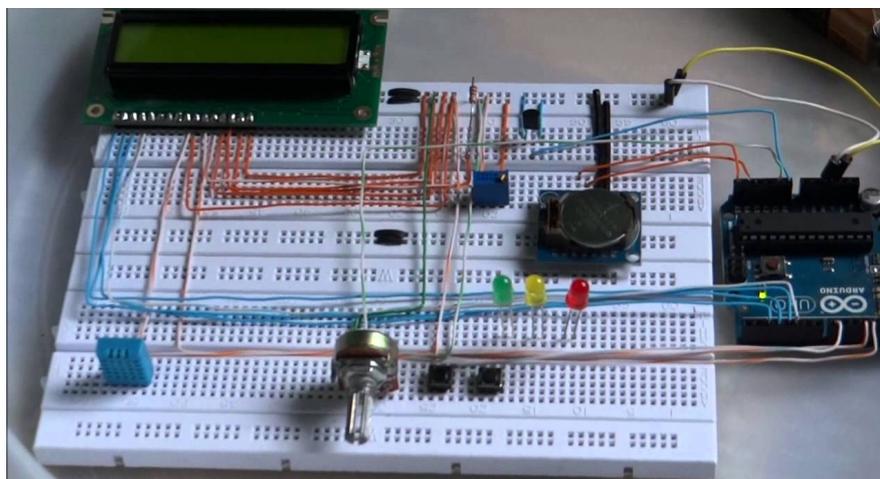
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);          // wait for a second
}
```

At the bottom of the window, the status bar shows "1" on the left and "Arduino Uno on /dev/ttyACM1" on the right.

Fonte: Site <http://arduino.cc>

Figura 11: Projeto composto de Arduino e demais sensores e atuadores.



Fonte: Site <http://arduino.cc>

O Arduino foi escolhido para compor o kit robótico experimental dessa pesquisa, por ter um baixo custo de aquisição, como já citado, além de existir uma gama muito grande de sensores e atuadores para sua plataforma, e ser totalmente compatível com o Scratch usando o sistema S4A – Scratch for Arduino<sup>14</sup>, que integra as duas plataformas, possuindo assim todos os requisitos técnicos necessários.

Com isso, compreende-se que o kit robótico educacional formado pelo ambiente de programação Scratch e placa Arduino, composto de seus sensores e atuadores, atendem a todos requisitos definidos por essa pesquisa, tendo um ótimo grau de simplicidade de uso, total compatibilidade entre hardware e software, e baixo custo total de aquisição.

Após a apresentação do histórico e pesquisas já desenvolvidas na Robótica Educacional, bem como as principais plataformas tecnológicas disponíveis para esse fim, fica clara a necessidade de aprofundamento teórico com objetivo de analisar o seu potencial na educação, principalmente trazendo experiências ricas e relevantes para os estudantes.

Na próxima seção serão apresentadas oficinas de robótica educacional usadas como pré-teste dessa pesquisa, fazendo uso de uma metodologia de oficinas baseada no PBL, e um kit de robótica educacional usando o Scratch e o Arduino, e após os resultados do pré-teste, será apresentada a metodologia da presente pesquisa, além da metodologia empírica das oficinas, já ajustada com os resultados obtidos no referido pré-teste.

---

14 Site S4A - Scratch for Arduino, disponível em <http://s4a.cat/>, acesso em outubro de 2017.

## 5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nessa seção será apresentada a metodologia da pesquisa, embasada nos autores de referência já descritos, iniciando pelos os resultados do pré-teste executado durante a construção teórica da tese, apresentando os métodos de coleta e análise de resultados e concluindo com a metodologia empírica de execução das oficinas.

### 5.1 Aplicação prévia da metodologia e seus resultados

Como forma de avaliar previamente a metodologia e procedimentos da pesquisa propostos, foi executado um pré-teste de maio a outubro de 2015, em um projeto da Prefeitura Municipal de Passo Fundo chamado Escola de Hackers Avançada<sup>15</sup>, e utilizando bolsistas e infraestrutura do edital PICMEL 03/2014 da Fapergs.

O edital PICMEL da Fapergs tinha por objetivo formar professores e bolsistas de ensino técnico estadual, em Robótica Educacional, utilizando R\$ 49.000,00 para compra de Kits Arduino Básicos e Avançados, Livros, Computadores, além de bolsas para 2 professores regulares da Rede Estadual de Ensino e 6 bolsistas de Iniciação Científica, devidamente matriculados, que foram os desenvolvedores das oficinas para os jovens participantes do pré-teste.

A Escola de Hackers, por meio da Secretaria Municipal de Educação, oportuniza espaço para o desenvolvimento de competências na área de programação de computadores e de raciocínio lógico-matemático para mais de 350 estudantes do Ensino Fundamental da rede pública e uma turma de 25 crianças de 5 anos da Educação Infantil, sendo o projeto chamado de Berçário de Hackers, onde tem noções básicas de programação de computadores utilizando *tablets*.

Uma das etapas do projeto é a Escola de Hackers Avançada, que seleciona um estudante de cada escola, que tenha feito toda a formação da Escola do Hackers no ano anterior, compondo um grupo de 15 jovens de 12 escolas e 3 cidades diferentes. Nessa etapa, os estudantes de 6º a 9º anos do ensino fundamental desenvolveram projetos de Robótica Educacional utilizando a metodologia prévia proposta por essa pesquisa, semanalmente nas quintas-feiras, das 14:00 às 16:30, em um total de 18 encontros.

A escolha dos 15 jovens para o pré-teste foi feita através da participação com bom

---

15 Informações em: <http://www.pmpf.rs.gov.br/interna.php?t=19&c=11&i=9344>, acesso em setembro de 2015.

desempenho no ano anterior no projeto Escola de Hackers, que contou com oficinas de programação Scratch, além de disponibilidade e compromisso de estar semanalmente na oficina de Robótica Educacional. A metodologia proposta para o pré-teste se dividia em 3 etapas, sendo:

**a) Etapa básica – Instrumentalização:** composta de 6 encontros, utilizaram Scratch como linguagem de programação, além do uso de Arduino Uno com apenas um sensor ou atuador simples, tendo como objetivo principal o reconhecimento da plataforma robótica, oferecendo fluência tecnológica para os grupos de jovens, que nessa etapa foi desenvolvida em trios.

No trio, um estudante seria o Programador, responsável por toda a programação lógica do projeto e comunicação do Scratch com o Arduino, o outro seria o Montador, responsável pelo projeto e montagem dos circuitos com o Arduino, e o terceiro seria o Documentador, responsável por ler a documentação entregue ao grupo, coordenar as ideias dos participantes e documentar suas decisões em um relatório do grupo, sendo que as funções seriam alternadas durante o mesmo dia de oficina, permitindo que todos do grupo fizessem todas funções ao final de uma oficina.

Como seria utilizado um problema por dia, baseado nas premissas do PBL, no início de cada oficina o trio recebia uma Ficha de Problema (ANEXO VII) que continha um problema textual a ser compreendido e desenvolvido, e na mesma ficha possuía espaço para registrar as tentativas do grupo de solução do problema, com o horário que foi testada a hipótese e se a tentativa funcionou ou foi frustrada. O objetivo desse registro era compreender as inferências do grupo, e como cada hipótese se comprovou certa ou refutada, e em que momento do tempo. Da mesma forma, cada bolsista tinha uma Ficha de Análise (ANEXO VIII), que mostrava uma solução possível do problema, e espaço para registrar informações sobre cada membro do grupo.

**b) Etapa intermediária – Complexificação:** composta de 6 encontros que iriam utilizar o Ardublock como programação, usando sensores e atuadores complexos, que façam uso de portas lógicas digitais e analógicas de forma combinada, teve como objetivo principal a capacidade de combinar diferentes componentes de software e hardware para resolver os problemas propostos, utilizando a mesma Ficha de Problema. Os grupos ainda seriam compostos de trios, com as mesmas funções e metodologia já apresentada, e no final dessa etapa seria proposto um desafio mais elaborado, para concluir a etapa intermediária.

O motivo principal de utilizar o Ardublock ao invés do Scratch, seria para tornar o ambiente mais parecido com a programação do Arduino, e devido a uma limitação que não permitia que alguns sensores ou atuadores mais complexos fossem utilizados com o Scratch.

**b) Etapa avançada – Criatividade:** composta de 6 encontros que iriam utilizar a programação textual Wiring na plataforma oficial do Arduino, podendo utilizar mais de 20 sensores e atuadores já conhecidos, que combinados oferecem uma grande gama de variações e possibilidades de resoluções de problemas, tendo como objetivo principal o despertar da capacidade de resolução de problemas através da criatividade, utilizando a mesma Ficha de Problema. Nessa etapa, os grupos seriam compostos de 7 a 8 jovens, como propõe o modelo padrão do PBL, e seriam desenvolvidos 2 desafios de 3 dias cada, completando a etapa avançada.

Em todas as etapas, os estudantes receberiam no início de cada oficina as Fichas de Problema, sendo que tiveram acesso a materiais de apoio em uma ferramenta online, composto de vídeos e exemplos de códigos, para acesso tanto em casa quanto durante as oficinas. Todos os materiais foram criados pela equipe de professores e estudantes bolsistas do PICMEL. Ao final de cada oficina seriam feitas reuniões após a saída dos estudantes do ensino fundamental, objetivando avaliar com os bolsistas do PICMEL, o andamento das atividades, visto que cada bolsista era responsável por acompanhar um trio de estudantes.

A primeira oficina foi iniciada com um bate papo com os 15 participantes, que após as apresentações dos bolsistas que iriam apoiar na oficina, se apresentaram entre si para os colegas. Algumas perguntas objetivaram saber se estavam motivados para iniciar as atividades, e após uma rápida rodada de falas, iniciou-se uma rápida apresentação técnica do Arduino e sua conexão com o Scratch. Após a apresentação, os estudantes já sentaram em trios e foram convidados a executar o primeiro problema, que tinha como solução acender um led e piscar de forma intermitente.

Ao final da primeira oficina foi feita a reunião com os bolsistas, que mostrou que a forma de trabalho da oficina foi inadequada, pois quase nenhum grupo conseguiu resolver o problema. O grupo de monitores alegou que os problemas estavam em: **a) o sistema de rodízio** de funções não funcionava, pois os estudantes iniciavam um raciocínio e tinham que parar em seguida, além de que um estudante acabava por desconstruir a solução feita pelo colega, não permitindo uma continuidade no desenvolvimento no projeto; **b) devido à baixa habilidade do grupo na tecnologia**, perdia-se muito tempo em diálogo para compreender a

tecnologia nova, não evoluindo o desenvolvimento. Para corrigir o primeiro problema, foi proposto que se mantivesse o rodízio, mas cada estudante ficaria uma oficina inteira em cada papel, trocando somente na próxima. Para resolver o segundo problema, seria retomado o primeiro problema em sistema de tutorial, desenvolvendo junto com os estudantes.

Na segunda oficina foi retomada a apresentação técnica anterior, refazendo o primeiro problema junto com os estudantes em sistema de passo a passo, o que resultou que todos puderam executar com sucesso. O procedimento do passo a passo foi seguido até a quarta oficina, incrementando a dificuldade de uso dos sensores e atuadores, para apoiar os estudantes e oferecer mais segurança na resolução dos problemas.

A quinta oficina foi executada já sem a ajuda passo a passo, e os jovens sentiram pouco o impacto, chamando poucas vezes os bolsistas. Ao final da oficina, em conversa com os estudantes, e bolsistas, detectamos que o sistema de trios não funcionava corretamente, pois o cargo de documentador era visto como um castigo. Em um momento, todos os documentadores estavam brincando no celular ou pedindo que horas era o intervalo. A conclusão que tiramos foi que, os estudantes se motivavam pela criação de algo, seja o software ou hardware, e que planejar e documentar era visto como atividade enfadonha e penosa, altamente desmotivadora.

Após a oficina, se reuniram os bolsistas e pesquisadores para analisar o problema, pensando em como resolver a desmotivação do documentador. Após um *brainstorm*, o grupo propôs retirar essa função, deixando a cargo do Programador e Montador lerem e interpretarem o problema, e ao Montador, que fica mais tempo parado ao final, documentar as hipóteses e aceite ou refutação das mesmas. Na mesma reunião foi proposto que devido à repetição do primeiro problema no início, a etapa básica seria encerrada na oitava oficina.

Na sexta oficina foram propostas as alterações, retirando o documentador que ficava ocioso e reorganizando os grupos, o que foi comemorado pelos estudantes. Agrupados agora em duplas, executaram bem as atividades, com mais motivação, e tomada de decisão mais rápida, por estarem em apenas dois. Além disso, a atividade do Montador encaixou melhor com a documentação das hipóteses, pois realmente, sua função é maior na primeira metade do tempo, e depois ficava parado olhando os colegas do grupo.

A sétima e oitava oficinas foram executadas com sucesso, e os jovens estavam bastante engajados, discutindo sobre melhor solução de problemas, com outras formas de realizar os projetos, mostrando motivação intrínseca e busca pela excelência. Ao final da

oitava oficina o grupo se despediu, pois seriam férias escolares, e só se veriam 4 semanas depois.

Aproveitando esse período de recesso das oficinas, o grupo se reuniu nas 3 semanas para avaliar o andamento do projeto, o que resultou várias análises de andamento, mas duas observações foram bastante relevantes: **a) foi verificado que os Montadores não escreviam as suas hipóteses**, entregando as fichas de volta quase sempre vazias ou com pouco conteúdo, seja por falta de motivação para executar a atividade, seja por não fazer sentido escrever as ideias para eles; **b) foi avaliado que os problemas não estavam sendo incrementais**, o que não favorecia a construção do *continuum* experiencial, pois cada oficina era um novo cenário, e isso acabava tornando as oficinas repetitivas e menos motivadoras com o passar do tempo.

Como resposta à primeira observação, foi proposto pelo grupo de bolsistas que se utilizassem fluxogramas para mostrar a lógica de decisão dos jovens ao invés de textos, e que os novos problemas fossem contextualizados e incrementais para melhorar a motivação dos jovens. Com as mudanças propostas, foi criada uma nova Ficha de Problema (ANEXO IX).

No retorno das férias escolares, um susto: quase metade dos jovens não voltaram ao projeto, e os que voltaram recordavam muito pouco do conteúdo, fazendo com que a nona oficina, primeira da etapa intermediária, fosse mais uma revisão das oficinas anteriores. Os jovens foram contatados e 12 garantiram seu retorno na outra semana, pois outros tinham assumido compromisso com outras atividades durante as férias.

Na décima oficina os 12 estudantes retornaram, o que fez com que as duplas fossem refeitas. Nessa oficina, foi feita uma apresentação sobre como funciona o desenho de fluxogramas e foi solicitado para que utilizassem fluxograma ao invés de texto para representar as decisões. Dado à dificuldade de retomada na execução dos problemas, foi resolvido que se usaria o Scratch mais 2 semanas, contrariando a proposta original de partir para o Ardublock no início da etapa intermediária.

Nas oficinas décima primeira e décima segunda, foi utilizado o Scratch e sensores e atuadores complexos - que precisavam de mais codificação para utilizar, como por exemplo o sensor ultrassônico ou tela de led - e os estudantes não tiveram grandes problemas na execução dos problemas, que agora eram parte de um contexto geral: o estudante estava em estágio probatório para ser contratado pela Nasa, e deveria resolver alguns problemas para ser contratado definitivamente. O contexto mostrou-se muito eficiente para a motivação, pois eles aguardavam ansiosamente para receber o novo problema, e descobrir o que a Nasa

demandaria deles agora.

Ao final da décima segunda oficina, o relato de um dos bolsistas preocupou toda a equipe: o Scratch havia chegado no limite, pois os demais sensores e atuadores não funcionavam com o mesmo. A decisão era entre ficar com os sensores já conhecidos, variando soluções entre apenas metade dos componentes que tinham nos kits, ou partir para Ardublock, correndo o risco dos estudantes demorarem para voltar a ter produtividade. Depois de mais um *brainstorm*, a ideia de partir já direto para o ambiente da linguagem Wiring, nativa do Arduino, pareceu a melhor solução, mesmo com o risco dos estudantes não produzirem adequadamente ao conhecer a linguagem textual, muito diferente da programação lúdica em blocos do Scratch.

Na décima terceira oficina foi apresentado o ambiente do Arduino, e os grupos foram monitorados, para avaliar o impacto da mudança de tecnologia. A oficina transcorreu normalmente, necessitando é claro, suporte dos bolsistas e exemplos de código, que foram disponibilizados pela mesma plataforma online.

Na reunião dos bolsistas ao final da oficina, foi constatado que os estudantes não haviam aderido ao uso do fluxograma de forma adequada, inserindo somente ao final as decisões que haviam funcionado. Nesse ponto foi acordado que não seria mais solicitado o registro, e no lugar dele, seria utilizado um software para gravação do vídeo do notebook, além de gravar a webcam que mostra o rosto e o áudio dos estudantes, sendo esses três elementos muito ricos para avaliar a tomada de decisão nas hipóteses e a lógica utilizada por eles.

Na décima quarta oficina foi apresentado o software de gravação, e todos consentiram em ser gravados para fins de análise da pesquisa. Para total surpresa, mesmo recém na segunda oficina usando o Wiring, linguagem oficial do Arduino, os estudantes pareciam estar fluentes na programação, com várias citações deles dizendo que agora sim poderia trabalhar e fazer projetos de verdade.

Na décima quinta, foi iniciada a etapa avançada, onde eles deveria propor problemas e eles mesmo resolver, mas ainda em duplas, utilizando um número mínimo de sensores e atuadores, inclusive construindo o texto do problema, continuando a série que vinham fazendo da Nasa. Todos grupos conseguiram criar projetos, com complexidade baixa e média, não utilizando os sensores e atuadores mais complexos.

As 3 últimas oficinas foram executadas com dois grupos de 6 estudantes, onde foi

dado um tema: construção de uma cidade inteligente dentro da Nasa. A motivação pelo tema nos surpreendeu muito, visto que eles discutiam e conversavam sobre como seria uma cidade inteligente, controlada por robôs. Os grupos levaram 2 oficinas para fazer a maquete da cidade e uma final para inserir o Arduino e os sensores e atuadores, sendo que apresentaram os projetos no II Seminário de Tecnologias Aplicadas à Educação, no dia 22 de outubro de 2015.

Como resultados gerais do pré-teste, acredita-se que a melhor metodologia seja mesmo em duplas, sem registros pelos estudantes, com gravação de tela, vídeo e voz, sem intervalos maiores que uma semana entre as oficinas. Também, a utilização de um contexto geral para as oficinas, que seja incremental e cada experiência conectada na próxima, como preconiza Dewey. Resultados mais detalhados serão publicados por meio de artigos em periódicos de informática na educação.

Em relação ao público-alvo, ficou bastante evidente que deve ser aplicado no 6º ano, pois os jovens do 9º ano tinham muito menor motivação intrínseca que os mais novos, visto que muitos já estavam buscando trabalho, ou preocupados já com o ensino médio, deixando em segundo plano o projeto. Além disso, por se tratar de uma pesquisa qualitativa, que procura examinar e compreender a experiência de FLOW através da observação de suas características, acredita-se que o público deva ser reduzido para 6 participantes, permitindo um acompanhamento mais próximo e aprofundado de cada um.

Em termos da divisão das etapas, acredita-se que a etapa básica, que visa fluência tecnológica, deva iniciar com o Scratch e contar com um passo a passo para suportar a fluência tecnológica, até que os participantes ganhem autonomia, e continuar a etapa básica até apresentar os principais sensores e atuadores do kit, mas ainda de forma individual ou com combinações simples, sem combinar vários componentes complexos.

A etapa intermediária, que visa a complexificação, já deve iniciar com um passo a passo e apresentação dos demais sensores e atuadores, e após concluir essa etapa de nova fluência tecnológica, desenvolvam projetos complexos com combinações de vários sensores e atuadores.

Para a etapa avançada, que visa despertar a criatividade e a resolução de problemas, compreende-se que seria adequado iniciar com os estudantes desenvolvendo seus próprios problemas, sem regras definidas, apenas um contexto geral e determinação de grau de complexidade esperado. Ao final da etapa avançada deveria ser feita a resolução de um

problema complexo em grupo, que ocupasse mais de um dia, usando de forma completa as premissas do PBL.

O elemento do FLOW e processo criativo, bem com ao detecção da experiência autotélica não foram foco do pré-teste, que visava validar as tecnologias e o PBL como metodologia de apoio na pesquisa, mas deverão estar presentes na metodologia da pesquisa, que será apresentada nas próximas seções. Compreende-se que o pré-teste foi fundamental para o ajuste e aprimoramento da metodologia da pesquisa, que graças a esses resultados, será muito mais assertiva e focada nos seus objetivos.

## 5.2 Metodologia empírica

A pesquisa se categoriza como qualitativa e exploratória, fez uso de testes psicológicos, uso de blocos lógicos, grupo focal, gravação em áudio e vídeo e coleta de dados pelo método ESM durante as oficinas de robótica educacional, dados que foram analisados posteriormente, com objetivo de identificar estados ótimos de FLOW, conhecidos como experiência autotélica.

Ao identificar a experiência autotélica, que utiliza alta habilidade frente a um alto desafio, foi analisado seu processo, pois sugere-se que o pensamento reflexivo, com suas cinco fases já descritas, é parte integrante de uma experiência autotélica, sendo o mecanismo de mobilização de inferência, que cria, analisa, aceita ou refuta hipóteses que levam ao desenvolvimento de habilidades necessárias para cumprir um desafio.

A Robótica Educacional foi escolhida como tecnologia de suporte ao alcance do FLOW, pois possui *feedbacks* constantes e incrementais do resultado, ao seu desenvolvedor perceber erro ou acerto, e as metas de sucesso são claras, pois sabe-se onde quer chegar com o resultado do projeto acabado.

Da mesma forma, foram propostos desafios usando as premissas do PBL, que propõe a mobilização do aprendiz a buscar conhecimento, potencializando suas habilidades naquele tema, oferecendo um *continuum* experiencial de resolução de problemas, que forneça *feedbacks* constantes e incrementais do resultado, com níveis incrementais de desafios, em etapas consecutivas, conectadas e contextualizadas.

Para execução da pesquisa, foram desenvolvidas 14 oficinas de Robótica Educacional, sendo em 4 semanas consecutivas, de 2<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> à tarde, das 14 às 17 horas, com intervalo de 10 minutos, em um Laboratório de Robótica da Faculdade Meridional - IMED, sendo que cada

uma das oficinas foi nominada de OF1 (Oficina 1) até OF14, conforme o cronograma no quadro 3 abaixo:

Quadro 3: Cronograma aplicação Pesquisa

<b>Etapa</b>	<b>Período aplicado</b>
Aprovação CEP	10 de Julho 2016
Escolha Escola e Estudantes	12 de julho 2016
Aplicação TCFI	12 de Julho 2016
Oficinas OF1 até OF14	13 Julho a 12 de Agosto de 2016
Reaplicação TCFI	15 Agosto 2016

Fonte: Elaborado pelo autor

Os 6 participantes foram escolhidos em uma turma de 8º ano de uma Escola Fundamental pública, sendo que tinham conhecimento básico do Scratch, tendo passado pelo projeto Escola de Hackers, no ano anterior. Durante a 1ª parte das oficinas, os participante executaram desafios básicos com o Scratch e o Arduino, inicialmente de forma individual para obter autonomia e para se fazer uma avaliação de sua habilidade em programação, sendo que foram divididos em participantes com maior e menor habilidade em programação. A análise para essa divisão, foi feita baseada na assertividade da solução dos problemas propostos em programação, na etapa individual. Após a identificação do nível de habilidade em programação, foram criados 3 duplas heterogêneas, cada uma com um membro de maior e um membro de menor habilidade em programação.

O objetivo de possuir 3 duplas com membros heterogêneos em habilidade de programação, foi de proporcionar contrastes nessa habilidade, principalmente para perceber as atitudes e tomadas de decisão da dupla quando forem apresentados a níveis cada vez maiores de desafio.

A seguir serão apresentados os instrumentos e procedimentos metodológicos adotados para as coletas e análise de dados, buscando atingir os objetivos da pesquisa.

### 5.2.1 Teste de Criatividade Figural Infantil - TCFI

Esse teste trabalha sobre os pressupostos da criatividade nos desenhos, com ênfase na versão brasileira dos Testes de Torrance, porém calcado em estudos nacionais e internacionais em diversos tipos de amostra, com critérios psicométricos necessários para garantir a qualidade dos instrumentos de avaliação, enfocando o rigor científico com que devem ser

tratados os processos de construção, validação, precisão e normatização de instrumentos. O Teste Brasileiro de Criatividade Figural é uma medida desenvolvida por Nakano (2012) baseada no Teste de Pensamento Criativo Figural de Torrance, já citado.

O instrumento é composto por três atividades, sendo solicitada na primeira atividade a elaboração de um desenho sem regras específicas, na segunda atividade deve-se completar o desenho a partir de 10 estímulos incompletos e na terceira atividade fazer o maior número de desenhos a partir do mesmo estímulo repetido 30 vezes, de forma que o instrumento permite ao sujeito a elaboração de até 41 respostas sob a forma de desenhos, considerando-se as três atividades.

As doze características avaliadas pelo instrumento são: **a) Fluência**, que é o número de ideias relevantes oferecidas pelo sujeito, **b) Flexibilidade**, que é a diversidade de tipos ou categorias de ideias, **c) Elaboração**, adição de detalhes ao desenho básico, **d) Originalidade**, sendo as ideias incomuns, **e) Expressão de Emoção**, que são as expressões de sentimentos, tanto nos desenhos quanto nos títulos, **f) Fantasia**, como a presença de seres imaginários, de contos de fada ou ficção científica, **g) Movimento**, como a clara expressão de movimento nos desenhos ou títulos, **h) Perspectiva Incomum** de pessoas ou objetos desenhados sobre ângulos não usuais, **i) Perspectiva Interna**, que é a visão interna de objetos ou parte do corpo das pessoas, sob a forma de transparência, **j) Uso de Contexto**, como a criação de um ambiente para o desenho, **k) Extensão de Limites**, ou seja, estender os estímulos antes de concluir os desenhos, **l) Títulos Expressivos**, como ir além da descrição óbvia do desenho, abstraindo-o.

Ao serem escolhidos, os estudantes passaram pelo teste de criatividade antes de iniciar as atividades da pesquisa, e 32 dias após, foi feito o reteste com objetivo de avaliar quais características da criatividade sofreram mais desenvolvimento durante as oficinas.

Em relação à riscos na aplicação do teste, a pesquisa está de acordo com a Resolução CNS 466/2012 que trata de diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas e testes em seres humanos, sendo observados os aspectos éticos da pesquisa, incluindo:

- a) A manifestação expressa, livre e esclarecida de participação na pesquisa por parte dos responsáveis dos jovens, constante no ANEXO XI e dos próprios jovens no ANEXO XIII;
- b) Ponderação entre riscos e benefícios com o compromisso de máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos;
- c) Relevância social da pesquisa, garantindo a igual consideração dos interesses

envolvidos;

d) Recursos humanos e materiais necessários que garantam o bem-estar do participante, acima de tudo;

e) Uso de procedimentos que assegurem a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas, conforme ANEXO XII;

f) Uso de material e os dados obtidos na pesquisa exclusivamente para a finalidade prevista na pesquisa;

g) O único risco ligado à aplicação do teste, é do esforço físico ou desconforto na resposta do teste, que tem tempo previsto de 30 minutos, sendo com isso, nula a possibilidade de danos moderados ou graves à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual dos participantes.

A presente pesquisa foi submetida à avaliação do Comitê de Ética da Pesquisa – CEP, através da Plataforma Brasil, sendo aprovada sob o CAAE 56469516.6.0000.5319, e o teste psicológico foi realizado após aprovação do CEP. Os documentos para análise no CEP estão no ANEXO XI e XII, sendo que não foi realizada autorização da escola, visto que o projeto foi realizado no Laboratório de Robótica da Imed, tendo consentimento direto dos pais ou responsáveis e dos participantes.

O TCFI é reconhecido pelo Conselho Federal de Psicologia e foi conduzido por um psicólogo habilitado para esse tipo de procedimento, que faz as coletas, correções e procedimentos metodológicos para gerar os resultados de cada aplicação dos testes.

### 5.2.2 Grupo Focal

No início do primeiro encontro e no final de cada etapa foram desenvolvidos grupos focais entre os participantes, tendo seu roteiro apresentado mais a frente, na metodologia empírica dos encontros.

Em relação ao método de Grupo Focal, Gatti (2005), na obra *Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas*, aponta as preocupações dos cientistas desse campo que adotam metodologias qualitativas e concebem essa técnica como meio de investigação em que as redes de interações são privilegiadas.

Quanto às maneiras de registrar as interações do grupo focal, foi optado pela gravação em áudio e vídeo e, paralelamente, feitas anotações por escrito para auxiliar na etapa de

análise posterior. Na condução dos trabalhos no grupo focal, o pesquisador atuou como moderador, e um colega pesquisador participou como relator, tendo sido previamente capacitado para tal função.

As atribuições do moderador observaram as boas práticas apresentadas por Gatti (2005), sendo responsável pelo início, pela motivação, pelo desenvolvimento e pela conclusão dos debates, correspondendo à única etapa em que deveria intervir e que poderia interagir com os participantes.

A qualidade dos dados e das informações levantados está intimamente vinculada ao seu desempenho, que se traduz como: a) no favorecimento da integração dos participantes; b) na garantia de oportunidades equânimes a todos; c) no controle do tempo de fala de cada participante e de duração do grupo focal; d) no incentivo e/ou arrefecimento dos debates; e) na valorização da diversidade de opiniões; f) no respeito à forma de falar dos participantes; e g) na abstinência de posturas influenciadoras e formadoras de opinião.

Como produto do grupo focal, foi feita a análise através de um plano descritivo das falas, como proposto por Gatti (2005), tomando sempre os cuidados necessários no que se refere às transcrições. Reafirma a autora que a perspectiva interacionista deve ser privilegiada, recomendando atenção às sequências de trocas e às condições contextuais dos momentos grupais em seu processo, sendo que todos os registros e análises posteriores foram feitas pelo pesquisador.

### 5.2.3 Captura de áudio e vídeo

Com a finalidade de coletar informações precisas sobre as interações dos participantes, foi instalado o aplicativo *OpenBroadcast* nos notebooks que cada participante usou, sendo que gravou simultaneamente a tela do computador, onde estão as construções dos participantes, o rosto de quem estava em frente ao computador e o áudio em um raio de 3 metros do computador, servindo como fonte completa das falas, interações dos participantes e construções no software.

As falas e interações com o software, foram de fundamental importância para gerar evidências na detecção de estados de FLOW e etapas do pensamento reflexivo, além de servir de elemento suplementar para análise de relações de interação do sujeitos com as criações e entre si.

Combinando as evidências de características de FLOW com os resultados do

instrumento de ESM, foram detectadas situações onde esse estado acontece. Ao se detectar as experiências de FLOW, foram consultados os vídeos para identificar a presença das fases do pensamento reflexivo, buscando relacionar as duas teorias conforme os objetivos da pesquisa.

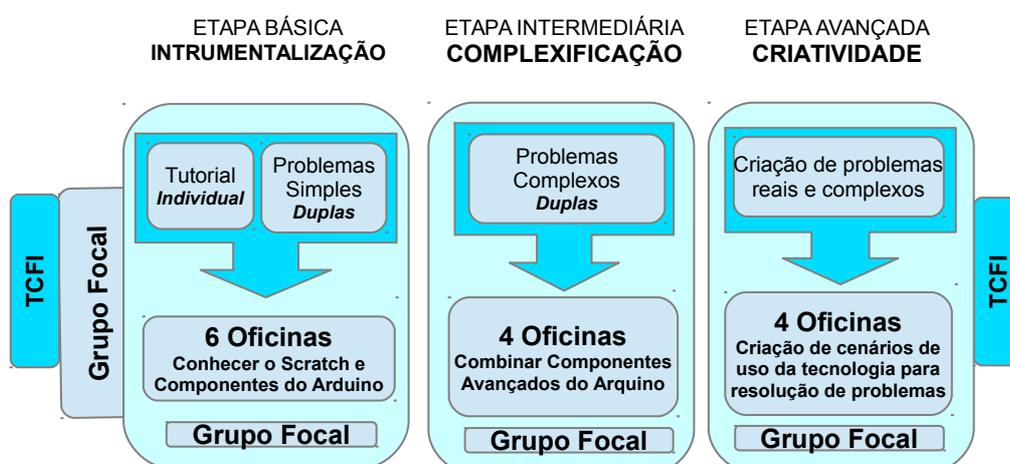
#### 5.2.4 Instrumento de ESM

Foi utilizada uma versão já traduzida para português (ANEXO X) do ESM, com coleta de questionários a cada trinta minutos, para detectar as incidências de experiências de FLOW, bem como flutuações da relação desafio e habilidade, com objetivo de construir uma análise contínua de cada participante em cada oficina. Após a coleta de todos instrumentos, foram analisados os questionários que forneceram evidências da presença de experiências de FLOW, conforme detalhamento descrito na seção de análise da pesquisa.

#### 5.2.5 Procedimentos das oficinas

As oficinas de Robótica Educacional foram divididas em 3 módulos, com metodologias específicas para cada etapa e com desafios que exigem níveis incrementais de habilidade na resolução dos problemas. Segue abaixo na figura 12, uma exemplificação da metodologia, dividindo em etapas com níveis diferentes de desafio, já inserindo cada instrumento de coleta em relação ao tempo.

Figura 12: Metodologia da pesquisa de campo.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Antes de iniciar as oficinas, foram disponibilizados materiais impressos contendo exemplos com todas as tecnologias utilizadas, assim como os exemplos de todos sensores e

atuadores, tanto com esquemas de montagem no Arduino quando com códigos de funcionamento no Scratch. Segue abaixo, um detalhamento as 3 etapas básicas das oficinas, conforme figura 12:

**a) Etapa básica – Instrumentalização (6 oficinas):** Antes mesmo da data da 1ª oficina foi aplicado o teste psicológico TCFI, conforme procedimentos já descritos. No início da 1ª oficina foi feito o GF1 – Grupo Focal 1, com objetivos de compreender as relações entre os participantes, seu conhecimento prévio de programação e robótica, se eles tem pessoas de referência nas áreas das ciências ou querem ser cientistas, e sua motivação na participação da pesquisa, com registro de áudio e vídeo dos participantes.

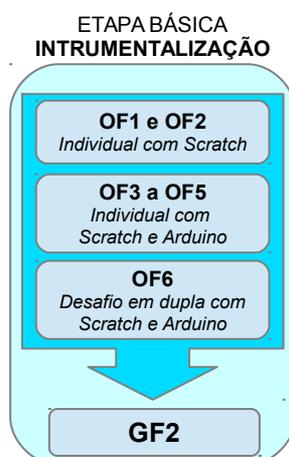
Durante todas etapas, o pesquisador teve uma postura neutra, sem dar respostas, focando sua atuação em coleta de informações e constante problematização, pois em caso de limitação de conhecimento ou falhas técnicas pelos participantes, foram apontados os materiais de apoio, nunca oferecendo respostas ou atalhos.

Com o sistema de gravação de áudio e vídeo nos computadores já ativado, e coleta do instrumento de ESM a cada 30 minutos, essa etapa utilizou a linguagem Scratch, sendo a OF1 e OF2 executadas com os participantes individualmente e com foco na linguagem somente, baseado em tutoriais estilo passo a passo, visando fornecer autonomia para os participantes. Já na OF3 até a OF5, foram apresentados sensores e atuadores simples do Arduino, e um exemplo de código Scratch que utiliza o mesmo.

Após a OF5 e a identificação dos 3 sujeitos com maior e 3 com menor habilidade em programação, foi desenvolvida a OF6 em duplas, mesclando níveis de habilidade diferentes em cada dupla. Nessa etapa foram desenvolvidos problemas para que as duplas resolvam usando os sensores e atuadores simples do Arduino com a linguagem Scratch, sendo que as duplas alternaram os papéis de programador – quem escreve o código do software, e montador – quem monta o esquema elétrico do Arduino. Essa alternância foi feita aproximadamente a cada 30 minutos de oficina, permitindo 4 trocas durante a oficina, experimentando através dos problemas, vários componentes do Arduino, entre sensores e atuadores, cujo nível de dificuldade foi incrementado a cada oficinas.

Essa etapa teve por objetivo desenvolver a Instrumentalização, que confere habilidades técnicas de uso das ferramentas, priorizando a compreensão técnica tanto da ferramenta de programação Scratch, quando dos componentes básicos do Arduino.

Figura 13: Sistemática completa da Etapa Básica.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme o detalhamento da figura 13, o objetivo dessa etapa foi oferecer aos participantes, experiências para construção das habilidades de manuseio da ferramenta de programação em blocos, seus recursos e formas de utilização para resolver problemas simples com uso de laços, condições e gerenciamento de variáveis. Na habilidade de robótica, o objetivo era experimentar os principais componentes do Arduino, bem como seus sensores e atuadores básicos, além da forma de interação do Scratch e o Arduino.

Para concluir a etapa, foi executado o GF2 com todos participantes, com o objetivo de analisar a motivação dos participantes, seu desempenho na relação entre os desafios e habilidades, relações nos momentos em dupla, apontamentos das dificuldades ou facilidades ou até sugestões sobre o andamento das oficinas.

**b) Etapa intermediária – Complexificação (4 oficinas):** Nessa etapa, o objetivo foi combinar vários sensores do Arduino no mesmo projeto, sendo que na OF7 até a OF9 foram propostos problemas que utilizem componentes novos e alguns já conhecidos do Arduino, todos com material de apoio, focando em oferecer combinações diferentes e mais complexas de soluções dos problemas. Da mesma forma que na etapa básica, houve gravação de áudio e vídeo no computador, bem como foram executados os instrumentos de ESM, sendo que os participantes continuaram nas mesmas duplas, fazendo o mesmo rodízio de funções. Posteriormente, na OF10, foi apresentado um desafio que utiliza vários componentes do Arduino.

Como o nível de desafio nessa etapa é aumentado, esperava-se que alguns participantes alcançassem experiências autotélicas nessas oficinas, ao buscar desenvolver

habilidades que alcancem o grau de desafio proposto.

Figura 14: Sistemática completa da Etapa Intermediária.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme a figura 14, essa etapa teve por objetivo a Complexificação, visto que foram resolvidos problemas complexos, que combinam vários componentes avançados do Arduino, incluindo uma gama de sensores e atuadores com portas analógicas e digitais.

Para concluir, foi executado o GF3 com todos participantes, objetivando a compreensão da motivação dos participantes, própria visão do seu desempenho na relação entre os desafios e habilidades, compreensão de como se deram as relações da dupla, apontamentos das dificuldades ou facilidades ou até sugestões sobre o andamento das oficinas.

**c) Etapa Avançada – Criatividade (4 oficinas):** Para a etapa avançada, foi seguida a gravação de áudio e vídeo e aplicação do instrumento ESM a cada 30 minutos, porém os 6 participantes fizeram parte de um único grupo, utilizando as premissas do PBL, incluindo a definição de um líder e um secretário.

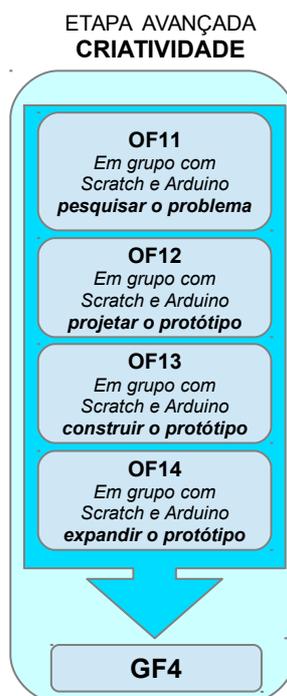
Na OF11 foi escolhido um problema para o desafio final, e apresentados materiais sobre o tema, sendo as opções: a) Casas Inteligentes do Futuro, b) Transportes Inteligentes do Futuro e c) Cidades Inteligentes do Futuro, pois são todos temas relevantes e passíveis de implementar protótipos de forma simples e fácil. Após escolhido o tema, os alunos deveriam dividir tarefas para pesquisar por tecnologias e recursos para desenvolver seu desafio, que é um protótipo do assunto escolhido com Scratch e Arduino. Ao final, todos estudantes apresentaram o que encontraram e fizeram um mini *workshop* de suas descobertas.

Na OF12, os participantes deveriam projetar seu protótipo, cuja única regra é utilizar

todos sensores e atuadores disponíveis, utilizando o processo criativo proposto por HIAM (2010), iniciando por um *brainstorm* de 20 minutos, etapa onde se privilegia o pensamento divergente, buscando abertura e variedade de ideias, e uma etapa de mais 20 minutos para a escolha de quais recursos estarão disponíveis, usando o pensamento convergente, onde se foca em escolher alternativas por critérios de viabilidade e assertividade.

Após isso, as tarefas deveriam ser divididas em pequenos grupos, usando critérios de organização que os participantes definirem, e os mesmos iniciam o desenvolvimento do protótipo. O restante do tempo da OF12 até a OF14 serviram para desenvolver e testar o protótipo, contando com uma apresentação do projeto ao final da OF14.

Figura 15: Sistemática completa da Etapa Avançada.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Conforme a figura 15, essa etapa teve por objetivo o uso da Criatividade, visto que o foco é o desenvolvimento de habilidades de criação de cenários de uso da tecnologia para resolução de problemas de forma criativa. O detalhamento de conteúdos e fichas de problema dos encontros OF1 a OF10, seguem no Anexo XIV, contendo propostas de atividades e possíveis soluções para guiar o pesquisador durante os encontros.

Para concluir a etapa, foi executado o GF4 com todos participantes, objetivando a análise da motivação dos participantes, própria visão do seu desempenho na relação entre os

desafios e habilidades, compreensão de como se deram as relações do grupo, apontamentos das dificuldades ou facilidades ou até sugestões sobre o andamento das oficinas, além de uma avaliação geral da pesquisa. No dia seguinte, foi feito o reteste do TCFI, juntamente com a Psicóloga responsável, objetivando fazer uma análise de evolução de desempenho individual de cada participante.

Após a conclusão das oficinas, foram feitas as análises de dados coletados, iniciando-se pela identificação de experiências de FLOW registradas pelo instrumento de ESM, e após essa identificação inicial, analisados os materiais em áudio e vídeo correspondentes ao participante no momento identificado, buscando comprovar a existência da experiência de FLOW através da identificação das características já apresentadas, tendo sido coletados cerca de 220 horas de áudio e vídeo para análise posterior detalhada, conforme seguem na próxima seção.

## 6 ANÁLISES DE RESULTADOS

Essa seção trata da análise dos resultados da presente pesquisa, baseada nos instrumentos de coleta de dados já apresentados, na metodologia já descrita e sob olhares baseados nos autores e teorias que fundamentam esse trabalho.

Para cada uma das 14 oficinas, identificadas por OF1, OF2 e assim sucessivamente, foram coletados 6 amostragens de ESM, com tempos aproximados conforme o quadro 4:

Quadro 4: Comparação do três modelos PBL.

Nº momento	Tempo aprox. desde o início (min)	Descrição
M1	0	Chegada
M2	30	Aquecimento oficina
M3	60	Oficina em desenvolvimento
M4	90	Pouco antes do intervalo
M5	120	Retorno do intervalo
M6	150	Final da oficina

Fonte: Elaborado pelo autor.

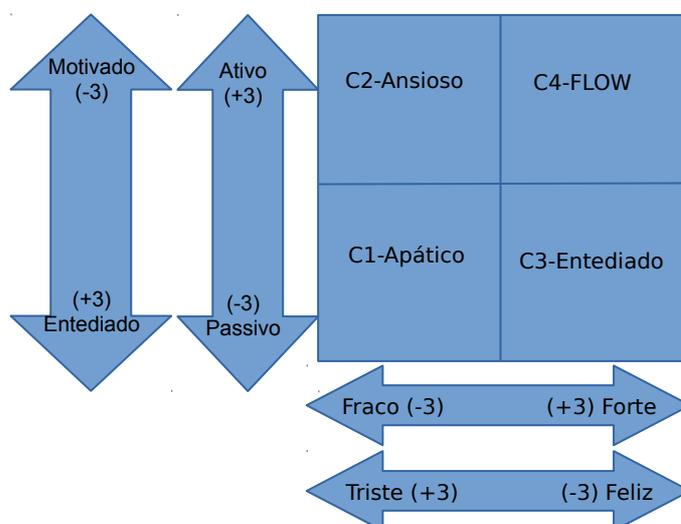
Cabe salientar, que em alguns casos como a OF1, como foi feito um grupo focal no início, ocorreu atraso de 30 minutos no início da oficina em si, não sendo possível fazer 6 coletas, porém, como a oficina transcorreu com a mesma metodologia e com coletas a cada 30 minutos, foram avaliados os 5 primeiros momentos como proporcionais aos 5 primeiros das demais oficinas.

Conforme o quadro 4, em cada oficina foram coletados 36 amostragens, 6 de cada sujeito com 6 amostragens por oficina. Uma vez que foram realizadas 14 oficinas, deveríamos ter 504 amostragens, porém devido à algumas faltas dos estudantes ou oficinas menores, pela aplicação dos Grupos Focais, foram totalizadas 431 amostragens de ESM completas.

Em cada oficina, para detecção de FLOW, foi adotada a análise em 4 canais, definidos como canal C1 a C4, conforme a figura 16, conhecida por Modelo de Quadrantes, que foi construída por Csikszentmihalyi e Larson (1984) e aplicada em estudantes de Chicago. A escolha desse método se deu pelo fato de ser um modelo já validado, simples e direto de análise, e ainda com grande aproximação das premissas fundamentais do FLOW, conforme descrito por Csikszentmihalyi na obra citada. Como todo método de análise, o mesmo possui limitações, uma vez que é um sistema de classificações aproximadas, particularmente no que diz respeito à intensidade das pontuações.

O método aqui adaptado, é baseado na primeira seção do ESM Anexo X, que avalia estados em quatro eixos como: Feliz(-3)/Triste(+3), Fraco(-3)/Forte(+3), Passivo(-3)/Ativo(+3) e Motivado(-3)/Entediado(+3), na ordem e posição que aqui foi descrito para embaralhar as questões e evitar resposta automática do sujeito, configurando os 4 canais como na figura 16:

Figura 16: Gráfico de distribuição dos 4 canais.



Fonte: Csikszentmihalyi e Larson (1984).

Antes das análises, os dados dos resultados do ESM coletados em papel foram todos tabulados e conferidos entre os documentos originais e a planilha eletrônica destino. Com os dados conferidos e organizados, foram criadas as fórmulas para cálculo dos canais C1 a C4 conforme a figura 16, respeitando os pesos das perguntas em cada um dos canais, sendo que cada canal teve valores de -12 a +12, ou seja, com quatro valores -3 uma extremidade e quatro valores +3 na outra, conforme sua pontuação, e ao final foram acrescentados 12 pontos a todos resultados para facilitar a visualização gráfica, e a escala ficar com valores de 0 a 24, conforme o exemplo: Para cálculo do canal C4 (FLOW), foi coletado o valor -2 pontos no eixo Feliz/Triste, que normalizado<sup>16</sup> fica +2 pontos; coletado +2 pontos no eixo Fraco/Forte, coletado +3 pontos no eixo Passivo/Ativo, e coletado -3 pontos no eixo Motivado/Entediado, que normalizado fica +3 pontos. A soma da pontuação dos 4 eixos é 10 pontos, acrescentados de

<sup>16</sup> A normalização é feita para respeitar o sentido dos eixos em relação aos valores dos canais, sendo: o canal **C1 – Apatia** tem os valores do eixo Passivo/Ativo e Fraco/Forte multiplicados por -1, o canal **C2 – Ansioso** tem os valores do eixo Motivado/Entediado e Fraco/Forte multiplicados por -1, o canal **C3 – Entediado** tem os valores do eixo Passivo/Ativo e Feliz/Triste multiplicados por -1, e o canal **C4 – FLOW** tem os valores do eixo Motivado/Entediado e Feliz/Triste multiplicados por -1 (CSIKSZENTMIHALYI E LARSON, 1984).

12, representa 22 pontos no canal C4.

A seguir serão apresentadas as 4 análises realizadas, a saber: 1ª Análise – das Oficinas, 2ª Análise – dos Sujeitos, 3ª Análise – dos Grupos Focais e 4ª Análise – dos Vídeos, finalizando com uma análise geral de toda a pesquisa.

### 6.1 1ª Análise: das Oficinas

Nesta seção, serão apresentados os resultados compilados das análises das 14 oficinas, que seguem descritos na íntegra no ANEXO XV. O objetivo dessa análise é, juntamente com a 2ª análise – dos Sujeitos, e a 3ª Análise – dos Grupos focais, identificar as oficinas com maior incidência de experiências de FLOW, para detalhamento completo na 4ª Análise – dos Vídeos, buscando com isso identificar o uso de pensamento reflexivo durante o processo de criação e validação hipóteses para resolução dos problemas propostos.

Com base nos gráficos e análises detalhadas na íntegra no anexo XV, segue no quadro 5 uma compilação final dos resultados da variável F, que apresenta a intensidade das experiências de FLOW de cada momento em cada oficina, variando de -24 a +24 pontos, pois usa os valores do canal C4 – FLOW subtraídos dos valores do canal C1 – Apatia, de cada uma das 14 oficinas. Para facilitação visual, a oficina com maior média de incidência de FLOW por etapa está acinzentada.

Quadro 5: Comparação da intensidade de FLOW das 14 oficinas em cada um dos 6 momentos.

	Etapa 1						Etapa 2				Etapa 3			
	OF1	OF2	OF3	OF4	OF5	OF6	OF7	OF8	OF9	OF10	OF11	OF12	OF13	OF14
M1	20,0	15,3	18,8	17,3	21,5	20,7	20,5	20,0	21,3	22,3	22,3	23,6	23,0	20,0
M2	14,4	17,3	18,8	20,7	22,5	17,7	15,5	20,7	19,3	21,0	22,7	15,2	23,5	19,7
M3	17,2	14,7	17,2	21,0	23,0	15,0	11,5	20,3	21,3	20,3	23,0	23,2	22,5	22,7
M4	11,2	12,3	17,6	20,7	23,5	16,3	12,0	23,0	18,3	22,7	18,7	24,0	20,0	22,7
M5	13,2	16,3	11,2	17,3	23,5	19,3	18,0	19,7	18,3	20,0	21,0	20,8	22,0	*
M6	*	16,0	18,8	21,0	22,5	16,0	21,0	23,2	23,2	20,0	*	17,2	22,0	*
Média	15,2	15,3	17,1	19,7	22,8	17,5	16,4	21,1	20,3	21,1	21,5	20,7	22,2	21,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

\* sem coletas realizadas devido ao tempo da oficina ser menor

Conforme o quadro 5, a OF5 teve a maior média de incidência de FLOW da Etapa 1 – Instrumentalização, as oficinas OF8 e OF10 ficaram empatadas com a maior média de incidência de FLOW da Etapa 2 – Complexificação e a OF13 teve a maior média de incidência de FLOW da Etapa 3 – Criatividade.

Na próxima seção será apresentada a análise dos sujeitos, contendo suas características, atividades e comportamento durante todas oficinas, bem como seus resultados do TCFI.

## 6.2 2ª Análise: dos Sujeitos

Nesta seção serão apresentados inicialmente os resultados da primeira análise dos sujeitos, contendo informações de contexto social e familiar de cada participante, baseado no Questionário Socioeconômico – QSE, com o objetivo de apresentar o cenário dos participantes da pesquisa.

Após, serão apresentados os resultados compilados de mais duas análises, que seguem na íntegra no ANEXO XVI, sendo: a) Observações coletadas em cada oficina, como registro da percepção do pesquisador durante as oficinas; e b) Análise gráfica da média de pontuação dos canais C1 a C4, como elemento de análise da intensidade do FLOW por momento e por oficina, sendo que ambas análises tem por objetivo servir de insumo para escolha das oficinas a serem analisadas detalhadamente através dos vídeos.

Por fim, nesta seção será apresentada uma quarta análise por sujeito, demonstrando os resultados do TCFI – Teste de Criatividade Figural Infantil, que foi aplicado antes e após as oficinas, ressaltando os pontos de maior destaque e evolução dos participantes entre as 12 características da criatividade que o teste avalia, conforme já descrito.

### 6.2.1 Análise do S1 - Sujeito 1

De acordo com o QSE, é do sexo Masculino, 14 anos, mora com pai e mãe, filho único, mãe fez faculdade, possui carro e 2 computadores em casa, mãe ajuda a estudar, não faz sempre as tarefas de casa, nunca reprovou e pretende fazer faculdade.

Conforme descreve na íntegra no ANEXO XVI, o S1 formou com o S2 a dupla D1, e mesmo com as dificuldades técnicas apresentadas, teve grande entrosamento com seu colega, mostrando um comportamento voltado ao trabalho em equipe, apresentando flexibilidade e engajamento nas atividades.

A dupla D1 utilizou com frequência a estratégia de resolução de problemas conhecida na área de programação de computadores como *BabySteps*<sup>17</sup>, que possui uma forte aderência às premissas do pensamento reflexivo de Dewey, baseando sua estratégia na divisão do

---

17 O termo Baby Steps é utilizado na metodologia XP – Extreme Programming e consiste na realização de mudanças pequenas após o amadurecimento da etapa anterior do desenvolvimento. Basicamente, como um bebê, que se arrisca à distâncias maiores com o passar do tempo e amadurecimento. A ideia parte do princípio de que, ao passar por um longo período de desenvolvimento e descobrir que o seu sistema não funciona como deveria, o programador se sente frustrado e muitas vezes não sabe qual ponto do sistema deve tratar primeiramente; seria então mais fácil tratar um problema de cada vez, para assim chegar ao resultado final. Disponível em <http://eufacoprogramas.com/baby-steps/>, acesso em jan de 2017.

desafio em partes menores, iterativas, incrementais e testáveis, criando pontos sucessivos de sucesso parcial. Essa estratégia será melhor analisada nas considerações finais da pesquisa. Também, na análise de intensidade de FLOW, construída com base nos gráficos e observação do S1 constantes no ANEXO XVI, a oficina OF8 mostrou maior destaque, apresentando boa integração e engajamento da dupla.

Em relação aos resultados da aplicação do TCFI – Teste de Criatividade Figural Infantil, já descrito na metodologia, no quadro 6 segue uma análise dos resultados do S1, avaliando tanto a aplicação anterior e posterior, quanto sua relação com os demais sujeitos da pesquisa. Na primeira coluna, seguem os fatores e característica avaliadas no TCFI, na segunda e terceira, respectivamente, os resultados da aplicação feita antes e depois das oficinas, e na quarta, o percentual de aumento ou retração do valor, sendo destacado em acinzentado as duas maiores razões entre os fatores ou características, para análise posterior.

Quadro 6: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 1.

<b>Sujeito S1</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>%</b>
Fator 1 - Enriquecimento de Ideias	103,00	121,00	17,48
Fator 2 – Emotividade	83,00	102,00	22,89
Fator 3 - Preparação Criativa	85,00	91,00	7,06
Fator 4 - Aspectos Cognitivos	124,00	130,00	4,84
Elaboração	14,75	18,00	22,03
Uso de Contexto	1,75	1,25	-28,57
Perspectiva Incomum	0,00	0,33	*
Perspectiva Interna	0,67	0,67	0,00
Movimento	0,00	0,00	*
Títulos Expressivos	0,00	0,25	*
Expressão Emoção	0,00	0,33	*
Fantasia	0,00	0,00	*
Originalidade	2,00	3,00	50,00
Fluência	14,00	14,50	3,57
Flexibilidade	9,00	11,00	22,22
Extensão Limites	4,00	6,00	50,00
<b>Percentil</b>	<b>80,0</b>	<b>93,0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

\* Não pode ser calculado, pois possuem valor anterior zero.

O resultado final do S1, aponta para uma evolução de percentil<sup>18</sup> 80 para 93, da aplicação anterior para a aplicação posterior, ou seja, em relação à amostra original que normatizou o teste TCFI no Brasil, esse sujeito está com pontuação acima de 93% da

18 O cálculo do percentil é feito usando os valores brutos de cada fator, de acordo com suas características correspondentes e seus respectivos pesos, sendo após calculado o valor padronizado, que faz uma normalização estatística dos valores brutos para a idade, sexo, região do Brasil e tipo de escola, para tornar os resultados comparáveis. Após isso, é feita uma análise estatística de percentil, ou seja, onde o valor padronizado se encontra de 0 a 100, em relação à amostra original que normatizou o teste no Brasil (NAKANO, 2012).

população amostral. Entre as características com maior evolução pessoal para o S1, ou seja, maior crescimento individual entre os valores anteriores e posteriores, pode-se notar a “Originalidade”, com aumento de 50%, próximo à média de aumento de 48,94% do grupo, mesmo assim, essa característica ficou com 3 pontos, sendo abaixo da mediana do grupo de 4 pontos. Conforme NAKANO (2012, p.278), a originalidade tem relação à capacidade de gerar “ideias incomuns”, um elemento fundamental no processo de criação de produtos criativos e inovadores, conforme a literatura já apresentada.

Ainda, o S1 também possui como segunda maior evolução, a característica “Extensão dos Limites” com aumento de 50%, abaixo da média de 108% do grupo, ficando com 6 pontos, que é abaixo da mediana de 8 pontos. Para NAKANO (2012, p.276), a característica Extensão de Limites diz respeito à “elaboração e resistência ao fechamento prematuro”, ou seja, a preocupação em enriquecer a produção final, postergando a conclusão de um produto criativo. As análises das causas e impactos das características nos sujeitos serão feitas ao final das análises individuais.

### 6.2.2 Análise do Sujeito 2

De acordo com o QSE, é do sexo Masculino, 14 anos, mora com pai, mãe e 2 irmãos mais velhos, a mãe tem pós graduação, família possui 3 carros e 2 computadores em casa, mãe ajuda a estudar, sempre faz as tarefas de casa, nunca reprovou e pretende fazer faculdade.

Conforme descreve na íntegra no ANEXO XVI, o S2 formou a dupla D1 com o colega S1, sendo possuidor de grande fluência técnica, comportamento bastante introspectivo e alta resiliência frente à obstáculos e problemas que ocorreram durante às oficinas. Assim como seu colega, mostrou entrosamento e comportamento resolutivo, direcionado ao trabalho em equipe, com paciência e empatia ao oferecer suporte ao colega, além de assertividade ao resolver os desafios apresentados.

Como já apresentado, a dupla D1 utilizou claramente a estratégia de resolução de problemas *BabySteps*, principalmente na OF8, e devido aos elementos gráficos e de observação apresentados no ANEXO XVI, apontando maiores intensidades de FLOW nessa oficina, ela foi escolhida para ser detalhada através da análise de vídeo dessa dupla. Em relação aos resultados individuais do TCFI do sujeito S2, segue no quadro 7 uma análise dos seus resultados.

Quadro 7: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 2.

<b>Sujeito S2</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>%</b>
Fator 1 - Enriquecimento de Ideias	123,00	131,00	6,50
Fator 2 – Emotividade	83,00	83,00	0,00
Fator 3 - Preparação Criativa	118,00	116,00	-1,69
Fator 4 - Aspectos Cognitivos	90,00	93,00	3,33
Elaboração	23,25	26,00	11,83
Uso de Contexto	1,00	1,75	75,00
Perspectiva Incomum	1,00	0,33	-66,67
Perspectiva Interna	0,00	0,67	
Movimento	0,33	0,33	0,00
Títulos Expressivos	0,00	0,00	
Expressão Emoção	0,00	0,00	
Fantasia	0,00	0,00	
Originalidade	2,33	2,33	0,00
Fluência	7,00	7,50	7,14
Flexibilidade	6,00	6,50	8,33
Extensão Limites	2,00	3,00	50,00
<b>Percentil</b>	<b>87,0</b>	<b>93,0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado final do S2, aponta para uma evolução de percentil de 87 para 93 pontos, da aplicação anterior para a aplicação posterior, ou seja, esse sujeito está com pontuação acima de 93% da população amostral. A característica “Uso de Contexto” teve evolução de 75% entre as aplicações, sendo que o grupo teve retração média de 5,71% nessa característica. O S2 ficou com 1,75 pontos na aplicação posterior dessa característica, acima da mediana do grupo de 1,10 pontos. Conforme OLIVEIRA e WECHSLER (2016, p. 9), “a característica criativa uso de contextos pode ser observada por meio dos elementos presentes ao fundo do desenho, como presença de animais, árvores e outros”, ou seja, maior detalhamento e riqueza de complementos na produção criativa, sendo uma característica mais presente no sexo masculino.

Também, O S2 possui como segunda maior evolução pessoal, a característica “Extensão dos Limites”, já descrita, com aumento de 50%, ficando abaixo da evolução média de 108% do grupo, alcançando 3 pontos na avaliação posterior, abaixo da mediana que é de 8 pontos.

### 6.2.3 Análise do Sujeito 3

De acordo com o QSE, o S3 é do sexo Masculino, 14 anos, mora com pai, mãe irmão mais novo, possui outro mais velho que não mora em casa, não sabe informar a escolaridade da mãe, família possui carro e 2 computadores em casa, estuda sozinho em casa, faz as tarefas

de casa às vezes, nunca reprovou e pretende fazer faculdade.

Conforme descrito na íntegra no ANEXO XVI, o S3 formou a dupla D3 com a colega S5, pois demonstrava menor habilidade em programação. O mesmo teve dificuldades para expressar autonomia, tendo solicitado ajuda do pesquisador de forma intensa, principalmente nas primeiras oficinas. Seu comportamento em geral é bastante expansivo, reclama bastante em voz alta quando tem dificuldades com as atividades. Durante todas as oficinas, demonstrou pouco entrosamento com sua dupla, preferindo trabalhar sozinho, mesmo quando não tinha conhecimento para resolver o problema. Um destaque a ser feito, foi a briga com sua colega S5 na OF9, conforme detalhado no ANEXO XVI, gerando ainda mais desentendimento e falta de sinergia na dupla. Ainda, segue no Quadro 8, o resultado individual TCFI do sujeito S3, e na sequência uma análise do seu resultado.

Quadro 8: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 3.

<b>Sujeito S3</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>%</b>
Fator 1 - Enriquecimento de Ideias	104,00	116,00	11,54
Fator 2 – Emotividade	112,00	109,00	-2,68
Fator 3 - Preparação Criativa	83,00	106,00	27,71
Fator 4 - Aspectos Cognitivos	104,00	115,00	10,58
Elaboração	12,00	17,50	45,83
Uso de Contexto	0,25	1,00	300,00
Perspectiva Incomum	0,67	1,00	50,00
Perspectiva Interna	1,00	1,00	0,00
Movimento	0,00	0,33	
Títulos Expressivos	0,75	1,00	33,33
Expressão Emoção	0,00	0,00	
Fantasia	1,00	0,50	-50,00
Originalidade	2,33	3,67	57,14
Fluência	9,50	11,00	15,79
Flexibilidade	9,00	9,50	5,56
Extensão Limites	4,00	6,00	50,00
<b>Percentil</b>	<b>56,0</b>	<b>89,0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado final do S3, aponta para uma evolução de percentil de 56 para 89 pontos, ficando o segundo sujeito com maior evolução de percentil geral, com pontuação acima de 89% da população amostral. A característica com maior evolução do S3, foi o “Uso de Contexto”, já descrita, obtendo crescimento de 300%, sendo que a média do grupo foi de retração de 5,71%, deixando o S3 em primeiro lugar em evolução dessa característica, ficando com 1 ponto, enquanto a mediana é 1,10 pontos. Já a segunda característica com maior evolução individual do S3, foi a “Originalidade”, já descrita, onde obteve crescimento de 57,14%, e a média de crescimento do grupo foi 48,94%, obtendo 3,7 pontos, próximo da

mediana do grupo de 4 pontos.

#### 6.2.4 Análise do Sujeito 4

De acordo com o QSE, o S4 é do sexo Masculino, 14 anos, mora com a mãe, padrasto e 3 irmãos mais novos, possui outro mais velho que não mora em casa, mãe possui ensino médio, família possui carro e 1 computador em casa, estuda com mãe e padrasto, faz sempre as tarefas de casa, nunca reprovou e pretende fazer faculdade.

O S4 formou sua dupla D2 com o colega S6, e conforme descrito na íntegra no ANEXO XVI, demonstrou habilidade em programação superior à seus colegas, exceto o S2. Com boa fluência tecnológica e boa habilidade de comunicação e negociação, tem costume de falar bastante e festejar suas vitórias. Seu comportamento em geral é de comprometimento e aceita bem o trabalho em equipe, mesmo tendo reclamado muito do colega quando se formaram as duplas. Um destaque interessante é que após ser negado seu pedido de troca das duplas, e ao perceber sozinho que a falta de entrosamento estava atrapalhando seu desempenho, aumentou muito seu engajamento e assertividade ao colaborar com o colega S6. Segue no Quadro 9, o resultado individual TCFI do sujeito S4, e uma posterior análise.

Quadro 9: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 4.

<b>Sujeito S4</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>%</b>
Fator 1 - Enriquecimento de Ideias	136,00	136,00	0,00
Fator 2 – Emotividade	83,00	83,00	0,00
Fator 3 - Preparação Criativa	91,00	123,00	35,16
Fator 4 - Aspectos Cognitivos	130,00	136,00	4,62
Elaboração	27,75	30,50	9,91
Uso de Contexto	3,75	3,25	-13,33
Perspectiva Incomum	1,33	1,00	-25,00
Perspectiva Interna	0,00	1,00	
Movimento	1,00	1,00	0,00
Títulos Expressivos	0,00	0,00	
Expressão Emoção	0,00	0,00	
Fantasia	0,00	0,00	
Originalidade	3,67	5,67	54,55
Fluência	15,00	18,00	20,00
Flexibilidade	10,50	11,50	9,52
Extensão Limites	3,00	10,00	233,33
<b>Percentil</b>	<b>98,0</b>	<b>98,0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O S4 não aponta evolução na pontuação final, uma vez que manteve o percentil 98, sendo o mais alto índice tanto entre os valores anteriores quanto posteriores, estando acima de 98% da população amostral. A característica com maior evolução do S4 foi a “Extensão de

Limites”, já descrita, com crescimento de 233,33%, sendo que na média o grupo teve evolução de 108%, alcançando 10 pontos, sendo a mediana do grupo em 8 pontos. A segunda característica com maior crescimento do S4 foi a “Originalidade”, já descrita, onde obteve crescimento de 54,55%, e a média de crescimento do grupo foi 48,94%, obtendo 5,7 pontos, acima da mediana do grupo de 4 pontos.

#### 6.2.5 Análise do Sujeito 5

De acordo com o QSE, a S5 do sexo feminino, 14 anos, mora com a mãe e uma irmã mais velha, possui mais 6 irmãos mais velhos que não moram em casa, a mãe completou a 4ª série, família não possui carro e não possui computador em casa, estuda sozinha em casa, faz as tarefas de casa à vezes, nunca reprovou e pretende fazer faculdade.

A S5 formou a dupla D3 com o colega S3, pois conforme descrito na íntegra no ANEXO XVI, demonstrou grande habilidade em programação em relação à seus colegas. Em geral é muito introspectiva, poucas vezes pedindo ajuda ao pesquisador. Ficou muito descontente com a escolha do colega S3 para formar sua dupla, mas aceitou e focou na resolução dos desafios. Em geral é muito focada e orientada à solução, tendo assertividade nas estratégias adotadas. Conforme o ANEXO XVI, sofreu muito com a briga da OF9, só voltando a se engajar quando o desafio era com todo o grupo, e não mais somente com sua dupla. Devido ao alto impacto negativo da OF9 para a dupla, essa será a oficina a ser analisada, buscando compreender os motivos, características e consequências do desentendimento no processo de pensamento reflexivo e intensidade de FLOW. Segue no Quadro 10, o resultado individual TCFI do sujeito S5, e posteriormente sua análise.

Quadro 10: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 5.

<b>Sujeito S5</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>%</b>
Fator 1 - Enriquecimento de Ideias	113,00	121,00	7,08
Fator 2 – Emotividade	107,00	102,00	-4,67
Fator 3 - Preparação Criativa	96,00	106,00	10,42
Fator 4 - Aspectos Cognitivos	127,00	136,00	7,09
Elaboração	14,00	19,50	39,29
Uso de Contexto	2,00	0,75	-62,50
Perspectiva Incomum	1,00	0,67	-33,33
Perspectiva Interna	0,33	0,33	0,00
Movimento	0,33	0,00	-100,00
Títulos Expressivos	0,75	0,50	-33,33
Expressão Emoção	0,33	0,33	0,00
Fantasia	0,00	0,00	
Originalidade	3,33	4,33	30,00
Fluência	12,50	15,00	20,00
Flexibilidade	9,50	10,50	10,53
Extensão Limites	5,00	11,00	120,00
<b>Percentil</b>	<b>85,0</b>	<b>93,0</b>	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O resultado final da S5, aponta uma evolução de percentil 85 para 93, ficando acima de 93% da população amostral. A característica com maior evolução da S5 foi a “Extensão de Limites”, já descrita, com crescimento de 120%, sendo que na média o grupo teve evolução de 108%, alcançando 11 pontos, sendo que a mediana do grupo é 8 pontos. A segunda característica com maior crescimento foi a “Elaboração”, onde obteve crescimento de 39,29%, e a média de crescimento do grupo foi 24,69%, obtendo 19,5 pontos, acima da mediana do grupo de 18,8 pontos. Para NAKANO (2012, p.278), a Elaboração diz respeito à “adição de detalhes ao desenho básico”, e para OLIVEIRA e WECHSLER (2016, p.9), a “elaboração é a capacidade de promover o enriquecimento e o detalhamento de ideias”, citando ainda que a mesma “pode ser acessada por meio da quantidade de adereços e acessórios representados no desenho”.

#### 6.2.6 Análise do Sujeito 6

De acordo com o QSE, o S6 é do sexo masculino, 14 anos, mora com pai, mãe e 2 irmãos mais velhos, não sabe a escolaridade da mãe, família possui carro e 2 computadores em casa, estuda com o pai e a mãe, sempre faz as tarefas de casa, nunca reprovou e pretende fazer faculdade.

O S6 formou a dupla D2 com o colega S4, demonstrando menor habilidade em programação em relação à seus colegas, devido à baixa fluência com o uso da tecnologia,

conforme descrito na íntegra no ANEXO XVI. Em geral, o participante é educado e formal, e foi uma surpresa positiva, pois havia avisado que não poderia mais participar, e ao se sentir engajado com os desafios, alterou atividades pessoais e participou até o fim, com grande evolução durante as oficinas. Assim como a D1, essa dupla atingiu seu auge de intensidade de FLOW durante a OF8, por isso essa oficina foi escolhida para ter seu vídeo analisado em detalhes. Segue no Quadro 11, o resultado individual TCFI do sujeito S5 e sua análise.

Quadro 11: Resultados da aplicação do TCFI no Sujeito 6.

<b>Sujeito S6</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>%</b>
Fator 1 - Enriquecimento de Ideias	93,00	111,00	19,35
Fator 2 – Emotividade	83,00	96,00	15,66
Fator 3 - Preparação Criativa	74,00	74,00	0,00
Fator 4 - Aspectos Cognitivos	118,00	136,00	15,25
Elaboração	9,50	14,75	55,26
Uso de Contexto	0,00	0,25	
Perspectiva Incomum	0,00	1,00	
Perspectiva Interna	0,00	0,33	
Movimento	0,00	0,00	
Títulos Expressivos	0,00	0,00	
Expressão Emoção	0,00	0,00	
Fantasia	0,00	0,50	
Originalidade	2,00	4,33	116,67
Fluência	11,50	17,00	47,83
Flexibilidade	8,50	11,00	29,41
Extensão Limites	7,00	16,00	128,57
<b>Percentil</b>	<b>34,0</b>	<b>93,0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado final do S6, aponta a maior evolução do grupo, sendo com percentil anterior 34 para posterior 93. A característica com maior crescimento foi “Extensão de Limites”, já descrita, obtendo crescimento de 128,57%, acima da média de 108% do grupo, obtendo 16 pontos, que é o dobro da mediana de 8 pontos. Em segundo lugar na sua evolução individual, a característica “Originalidade”, já descrita, teve evolução de 116,67%, mais que o dobro da média 48,94% do grupo, obtendo 4,3 pontos, sendo a mediana do grupo em 4 pontos. Por fim, cabe lembrar que o S6 estava por desistir da pesquisa, e se mobilizou a ponto de alterar seus compromissos pessoais para poder participar, tendo obtido grande evolução durante as oficinas, evidenciado tanto nas análises qualitativas quanto análises quantitativas.

#### 6.2.7 Análise das características de criatividade dos sujeitos

Por fim, em uma análise geral das características criativas mais ampliadas de todos sujeitos apontadas pelo TCFI, é possível ressaltar: **Extensão dos Limites** com **108%** de

crescimento em média no grupo, e **Originalidade** com **48,94%** de crescimento médio no grupo.

Como já descrito, a primeira característica está intrinsecamente ligadas à elaboração e resistência ao fechamento prematuro, descrita por Dewey como a preocupação de não se contentar com a primeira solução por preguiça ou impaciência, aceitando o julgamento e postergando o veredito.

Cabe ressaltar que essa característica tem uma relação direta à etapa 4 do pensamento reflexivo - Elaboração mental ou raciocínio, que conforme Dewey, confere ao sujeito a capacidade de validar mentalmente novas hipóteses, consultando seu repertório mental de forma instantânea, e mesmo tendo sido resolvido o problema, como uma forma de insatisfação frente à solução encontrada, muitas vezes se busca otimização e aprimoramento. Essa característica é bem comum na programação de computadores e robótica, uma vez que existem centenas de variações possíveis de soluções para um problema, ou seja, privilegia o pensamento divergente ao convergente, e mesmo tendo resolvido a situação, pode ser feito de forma mais estética, mais simples ou mais adaptável a outras situações.

Uma outra causa para essa grande evolução da “Extensão dos Limites”, é a facilidade que os sujeitos tem de executar a etapa 5 do pensamento reflexivo – Verificação pela Ação, pois na programação e robótica, em apenas alguns segundos se verifica uma nova hipótese, obtendo *feedback* imediato e assertivo, e esse baixo custo de melhoria unido a um estado imersivo e prazeroso de FLOW, estimula o sujeito a entrar em ciclos de evolução de sua criação, pelo simples estado de estar criando, definido por Csikszentmihalyi como uma experiência autotélica: estado imersivo prazeroso que tem efeito potencializador da motivação intrínseca.

Ainda, a característica “Originalidade” é bastante esperada em processos de criação, uma vez que busca a essência da criatividade, que é a busca de soluções inéditas e incomuns, conforme já descrito por Torrance e Johnson. Sua ampliação em quase 50% na média do grupo, demonstra que a metodologia criou um movimento em direção ao preenchimento de uma lacuna comportamental dos participantes, visto que já tinham o potencial para essa ampliação, e o exercício do pensamento reflexivo possibilitou criar experiências significativas que estimularam os participantes a tentar mais, pensar com menor julgamento externo, experimentando suas próprias hipóteses de forma livre, como Dewey já defendia, oferecendo liberdade e autonomia ao sujeito para elaborar as suas próprias certezas e os seus próprios

conhecimentos, e ainda através de seus próprios caminhos.

Ao criar e validar suas próprias hipóteses, e naturalmente refutar algumas ideias sem sucesso, Dewey acredita que os sujeitos tendem a ampliar seu repertório e compreender que a falha é parte intrínseca da aprendizagem, aumentando sua tolerância à falhas e conseqüentemente diminuindo sua aversão ao risco, elementos fundamentais para a criatividade segundo Torrance e para a inovação segundo Johnson.

Por outro lado, ao sujeito ter sucesso em suas escolhas, também amplia seu repertório, e para Csikszentmihalyi existe um processo de amadurecimento do *self* e com isso ampliação da autoestima, elemento chave para o sujeito se mobilizar a buscar desafios maiores e mais complexos, gerando um círculo virtuoso de busca de desafios maiores, e para dar conta do novo desafio, ampliação ou busca de novas habilidades.

### 6.3 3ª Análise: dos Grupos Focais

Após as análises individuais de cada oficina e sujeito, serão descritas as principais falas dos sujeitos S1 a S6 nos 4 grupos focais GF1 a GF4, com objetivo de reforçar os insumos para escolha dos vídeos a serem detalhados, além de identificar como se deram as interações entre os participantes, as estratégias metodológicas de maior e menor sucesso e uma visão geral do impacto das oficinas nos participantes.

#### 6.3.1 Apresentação GF1

O GF1 – Grupo Focal 1, foi aplicado antes da primeira oficina, com 5 participantes, pois o S6 faltou. Todos se apresentaram e informaram que todos eram colegas de aula, exceto o S3, que era de outra turma, mas todos já se conheciam. No quadro 12, segue na primeira coluna o identificador da linha, na segunda o autor da frase e na terceira uma síntese das falas para cada pergunta, na ordem que foram faladas:

Quadro 12: Síntese das falas do grupo focal GF1.

<b>GF1-P1: O que vocês conhecem sobre programação de computadores?</b>		
L1	S4	“eu tenho certificado, já me formei” [...] “mas não lembro muita coisa”
L2	S3	“tenho 2 certificados já, Escola de Hackers e criação de jogos”
L3	S2	“eu só lembro as coisas do Scratch”
<b>GF1-P2: E vocês lembram como se faz no Scratch ?</b>		
L4	S3	“sim, bem fácil” [...] “a professora dizia faça isso aqui e a gente fazia” [...] “ela nunca mandou a

		gente fazer nada sozinho” <i>mostrando uma certa desaprovação com a cabeça</i>
L5	S1	“não é tão difícil, só tem que lembrar um pouco”
<b>GF1-P3: Legal, e sobre robótica ?</b>		
L6		3 dizem “nada”
L7	S3	“só meu irmão, ele me ensinou um pouquinho, ele fez curso, mas não lembro” [...] “quase nada”
L8	S4	“eu já fui numa feira de robótica” [...] “tinha vários robôs, bem legal” [...] “tinha uma bola que colocava o cabelo pra cima, tinha um cara que parecia o homem de ferro” <i>comenta empolgado e gesticulando</i>
L9	S3	“ah, entendi, robótica, tipo de construir o robô” [...] “achei que era robótica de fazer os comandos do robô” <i>mostrando visões diferentes da robótica, uma da estrutura do robô e outra da lógica ou inteligência do robô</i>
L10	S1	“já vi lego”
L11	S4	“ah, eu fiz lego já”
L12	S3	“só vi no youtube uma competição” [...] “sempre gostei de robótica, desde que vi o filme” [...] “quis me puxar na aula de robótica depois que vi esse filme” [...] “eles constroem um robozinho pequenininho” <i>comenta motivado</i>
L13	S1	“o robô é uma coisa interessante” [...] “porque é ...” <i>para e não fala mais</i>
<b>GF1-P4: Vocês tem alguma pessoa de referência na área da tecnologia ou nas ciências?</b>		
L14	S3	“sim, meu irmão trabalha na computação, aqui pertinho” <i>fazendo sinal com a mão</i>
L15	S4	“tenho meus amigos, um deles é professor de informática”
L16	S3	“a professora <nome>” <i>faz referência à professora de ciências da escola</i>
L17	S2	“ah, ela faz aulas diferentes” <i>confirmando com as mãos e a cabeça</i>
L18	S4	“o trabalho que ela mandou a gente fazer era um pulmão” <i>falou com cara de espanto</i>
L19	S5	“gosto do físico Brian May, eu acompanho os estudos dele, ele é muito inteligente” [...] “do Queen”
L20	S4	“tem aquele cara lá, o Albert Einstein” [...] “tem aquele que fica assim” <i>encostando o queixo no ombro</i> “na cadeira, ele criou uma coisas que não me lembro”
L21	S3	“tem o astrofísico Cooper” [...] “fez muitas coisas, não me lembro” [...] “ele construiu uma coisa para observar os astros”
<b>GF1-P5: Alguém de vocês quer ser cientista?</b>		
L22	S4	“eu quero” [...] “o cientista parece um maluco, e eu sou maluco” <i>soltando uma gargalhada</i>
L23	S5	“é interessante, ao invés de só usar o que os outros criam, fazer algo pra mim”
L24	S4	“fazer uma coisa que a gente pode usar ... pra vida inteira”
L25	S1	“não quero ser cientista, mas me interessa um pouco” [...] “é legal, ciências tecnológicas”
L26	S3	“ah, pela parte de tecnologia me interessa bastante, mas ciência, ciência, ciência assim, não”
<b>GF1-P6: Qual a motivação de vocês participarem desse projeto de robótica?</b>		
L27	S3	“adquirir coisas novas”
L28	S4	“pra nós levar pra vida essas coisas que a gente aprende” [...] “é verdade, as oportunidades”
L29	S2	“pra construir e programar robô”
L30	S1	“pode ser uma coisa importante para nosso futuro”

Fonte: Elaborado pelo autor.

As perguntas P1, P2 e P3 tem o objetivo de compreender o pressuposto do grupo em

programação e robótica, lembrando que o grupo todo já participou do projeto Escola de Hackers no ano anterior, como já citado, mas o mesmo só contemplava programação, sem robótica. Na L4, o S3 faz uma crítica à projetos anteriores, de só ter feito coisas orientadas pela professora, sem ter espaço para criar. Na L7, o S3 diz ter estímulo do irmão para a tecnologia e cita um filme sobre robôs, e na L8, o S4 fala empolgado sobre robótica, citando detalhes. Na L16, L17 e L18, a professora de ciências da escola é citada como estimuladora de projetos e parece usar metodologias diferenciadas. Na L19, a S5 cita *Brian May*, que é guitarrista e compositor do *Queen*, e concluiu doutorado em astrofísica no *Imperial College* em 2007. Na L20, o S4 cita *Albert Einstein* e *Stephen Hawking*, mesmo sem saber o que eles fizeram, e por fim, na L21 o S3 cita *Cooper*, que acredita-se que está se referindo ao personagem *Sheldon Cooper* da série *Big Bang Theory*.

Na P5, todos parecem se interessar pela carreira de cientista ou tecnologia, com destaque para a L23, onde a S5 que percebe na ciência a oportunidade de criar ao invés de somente usar algo pronto. Chama a atenção essa fala, pois é exatamente esse o paradigma da programação de computadores, pois enquanto a cultura do uso da tecnologia na escola está fundada em usar jogos e softwares educacionais, a proposta da programação para crianças ou jovens, é justamente oferecer uma oportunidade de eles mesmos criarem seus jogos ou seus softwares, fazendo uma relação direta ao ato de comprar um brinquedo em contraponto à, fazer o seu próprio brinquedo, modificar, criar, recriar, mergulhando no micromundo descrito por Papert.

Na P6, todos falam de futuro e aprendizagem de forma genérica, mas na L29, o S2 que inclusive interagiu muito pouco no GF1, é bastante pragmático e incisivo ao especificar sua motivação, parecendo ser o único que sabia tecnicamente o que esperar do projeto. Em uma visão geral, podemos citar que o grupo é bastante heterogêneo, S3 e S4 são os mais falantes, a S5, única menina do grupo, é bastante madura e pontual em suas falas, S1 e S2 são bastante calados e introspectivos, porém S2 parece ter um domínio técnico maior de todo grupo.

### 6.3.2 Apresentação GF2

O GF2 foi aplicado após a OF6, que foi o primeiro desafio em dupla, sendo o primeiro processamento da pesquisa, contando com todos participantes, exceto o S3 que precisou sair no final da oficina. No quadro 13, segue uma síntese das falas em cada pergunta, na ordem que foram faladas:

Quadro 13: Síntese das falas do grupo focal GF2.

<b>GF2-P1: Quais foram os melhores e piores dias das atividades ?</b>		
L1	S4	“o melhor foi o 1º e o 2º”
L2	S1	“o melhor foi do buzzer, e o pior foi aquele das sinaleiras de pedestre com botão” [...] “foi mais difícil” [...] “coordenar os 2 ... há ...”
L3	S6	“pra mim também a mesma coisa que ele” [...] “do buzzer, e o pior da sinaleira” [...] “sincronizar, fazer a coisa funcionar certo” [...] “o buzzer foi legal por causa do barulho” <i>falou com um grande sorriso</i>
L4	S4	“ô professor, não é o 1º dia, é o 1º da robótica” [...] “o 2º também foi legal” [...] “e pior foi hoje” [...] “muito complicado, agente não se entendia, eu tenho uma ideia e ele tem outra” [...] “eu gosto de trabalhar de um jeito e ele gosta de trabalhar de outro, entendeu?” [...] “meu termo é esse e deu” <i>solta uma gargalhada</i> “tô brincando, mas a gente tem que se falar, se entender”
L5	S2	“o melhor foi hoje, atividade mais legal, e o pior foi aquele dia do botão, ele travava e não funcionava”
L6	S5	“o pior foi hoje, estava difícil trabalhar em grupo” [...] “a gente não se dá muito bem trabalhando junto” [...] “o melhor foi do botão, eu gostei, achei fácil”
<b>GF2-P2: Como resolver essas questões de trabalho em grupo ?</b>		
L7	S5	“vou ter que combinar, já vi que ele é melhor montando e eu melhor no código” [...] “vou dizer pra ele me ajudar na hora de montar, a gente se ajuda” [...] “ele pode pedir ajuda, não só fazer sozinho”
L8	S1	“professor, não tem como fixar um como montador e um como programador?” <i>quando respondido que não</i> “por que os 2 tem que aprender?” <i>todos caíram na gargalhada</i>
L9	S4	“professor, tive mais uma ideia, faz assim: deleta esse dia, começa outro, muda as equipes, daí fica legal” <i>termina com um grande sorriso</i> “ou faz assim, faz 2 grupos ... tem 6, fica um grupo de 3 e outro grupo de 3, aí fica emparceirado, um bom, um médio e um ruim” <i>quando questionado o que o 3º iria fazer</i> “o 3º é para ajudar os 2, um bom ajuda os 2 que são mais ou menos” <i>todos caíram na gargalhada</i>
L10	S2	“aí um fica sem fazer nada” <i>move negativamente com a cabeça</i>
<b>GF2-P3: Além disso, na vida da gente, o que mais pode ser feito com programação e robótica ?</b>		
L11	S4	“a gente pode salvar vidas ... assim ... construindo um aparelho que pode mudar o mundo”
L12	S1	“aquele aparelho que vai pra pessoa, bota o coração ali perto” <i>apontando no peito</i>
L13	S6	“uma profissão ... o eletricitista usa essas coisas ... pra ligar a luz ... ligar a tomada”
L14	S5	“é difícil pensar, tem muitas coisas ... ligado à energia”
L15	S2	“eu sei que já tem carro a energia solar, ao invés de gastar combustível e poluir as coisas ...”
L16	S1	“uma sinaleira que tem sensor de luminosidade”
L17	S4	<i>olhando para o S2</i> “mas como tu liga de noite para viajar?”
L18	S2	“quem sabe a placa do painel solar armazena também, ela não usa só aquilo” [...] “como que tu acha que os medidores de velocidade funcionam se são movidos à energia solar?” <i>olhando para o S4</i>
L19	S4	“hã?” <i>como se não entendesse do que se trata</i>
L20	S2	“aquilo sabe, que tem um limite de velocidade” <i>apontando algo circular com as duas mãos</i> “eles são movidos a energia solar, senão como vão funcionar de noite?” <i>olhando para o S4 com desaprovação</i>
L21	S4	“uma vez um vi um que estava assim ... todo laranja, tu passava e não funcionava” <i>justificando para o S2</i>
L22	S2	“então estava desconfigurado” <i>olhando para o S4 com desaprovação</i>
<b>GF2-P4: Quais matérias da aula de vocês tem a ver com nosso projeto?</b>		

L23	S4	“a parte do motor, dos fiozinhos ... da aula acho que nenhuma”
L24	S5	“não ... tem sim, interpretação de texto, as atividades da matemática na lógica ... ciências”
L25	S1	“ciências ... a gente” <i>pensativo</i> “a gente já estudou robótica ... alguma coisa?” <i>olhando para os colegas</i>
L26	S4	“tem isso ... o robô não precisa de um coração? O coração provavelmente é um motor, entendeu?” <i>olhando para o S1</i>
L27	S1	“a gente trabalhou o sistema respiratório” <i>concordando com o S4</i>
<b>GF2-P5: Por último, todos conseguiram fazer hoje?</b>		
L28	S4	“não” <i>responde sorrindo</i>
L29	S1	“sim” <i>responde rindo</i> “por causa do <S2>” <i>cita sorrindo o nome do S2 e olha para ele</i>
L30	S2	“é por causa que nós dois, a gente interpreta do mesmo jeito” <i>apontando para seu colega de dupla S1</i> “o ano passado a atividade final a gente também fez junto” [...] “a gente tem o pensamento parecido”
L31	S1	“tem que chegar num acordo”
L32	S4	“claro que não, é muito difícil, é que eles são os caras” <i>apontando para a dupla S1 e S2</i> “é a primeira vez que lido com isso”
<b>GF2-P6: Não é mais importante se entender com o colega do que saber fazer?</b>		
L33		<i>S1 e S2 concordam com a cabeça</i>
L34	S4	“nada a ver, claro que não, imagina os dois fazendo” <i>aponta para os colegas S1 e S2</i> “e os dois não fazendo nada ...” <i>aponta para si e para S6 que é sua dupla</i>
L35	S6	“se eu não me entendo contigo, eu posso saber fazer” [...] “a gente tem que se entender para os dois fazer” <i>apontando para seu colega de dupla S4</i>
L36	S5	“a gente não conseguiu por causa das ideias, são diferentes” [...] “na hora que trocava ele tinha sempre feito outra coisa” [...] “ia mudado cada vez, e nunca num acordo final”
L37	S4	“professor, na hora da gente fazer” [...] “ele viu que estava errado, mas pra mim estava certo, ele desmanchava todo código e fazia um novo” [...] “pra mim, tinha que ir fazendo aos poucos e deixar como estava” [...] “clica na bandeirinha pra ver se estava funcionando, né” [...] “vamos tentar assim”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na P1, fica claro que a metáfora da sinaleira de pedestres não fez muito sentido, porém o *buzzer* é um bom mecanismo de *feedback*. Ainda, as falas do S4 e da S5 revelam desentendimento nos grupos, pois foi a primeira atividade em grupo, e exceto a dupla D1, composta pelo S1 e S2, as demais não gostaram dos parceiros e tiveram um baixo desempenho. Mesmo assim, na L4, o S4 faz menção a ter que se entender para dar certo, iniciando um processo de tomada de consciência da importância do trabalho colaborativo. Na L5, o S2 chama à atenção para o problema técnico, já explicado, que gerava erro no Arduino sem informar o usuário, não dando o *feedback* correto.

Na L7, a S5 toca no ponto central do problema do trabalho em grupo, que não é a metodologia e sim o fato de não aceitar a ideia do outro. Na L8, o S1 propõe não fazer a rotação de função entre programador e montador, pois aí em um momento eles estão cômodos na função que sabem mais, e no outro precisam conversar com o outro pois não sabem fazer.

A fala dele reforça que a metodologia está correta, uma vez que expõe o participante a trabalhar em equipe, e experienciar a falta de conhecimento e necessidade do apoio do colega, reforçando habilidades comportamentais e não somente técnicas. Na L9, o S4 propõe mudar a metodologia, “fazer trios, para um bom ensinar os outros”, como ele descreve, porém quando explicado que é um trabalho em duplas por só existirem atividades para dois no grupo, ele não sustenta a proposta, ainda mais quando o S2 se opõe à ideia. Na verdade, pelos comentários anteriores dele, fica claro que ele não gostou do colega de dupla dele, o S6, pois preferia o S2 que tem mais conhecimento.

Na P3, cada um apresenta seu horizonte de visão do uso da programação e da robótica, onde o S4 fala genericamente em salvar o mundo, o S1 cita o marca passo, o S6 cita coisas mais simples ligadas ao seu cotidiano do uso de energia elétrica, e a S5 fala de forma abrangente. Na L15, o S2 cita o carro elétrico como uma alternativa sustentável e o S4 aponta que não funcionaria à noite. Para exemplificar que funcionaria, na L18, o S2 cita o exemplo do medidor de velocidade de automóveis, conhecido como “pardal”, e o S4 primeiramente parece não entender. Depois, cita que viu um que estava “laranja”, e leva entender que ele pensou que por isso o medidor estava sem energia, pois a discussão era a bateria do carro elétrico à noite. Na L22, o S2 explicou que então ele estava desconfigurado e não sem bateria. Nessa fala, fica evidente uma compreensão muito mais aprofundada do S2 sobre dispositivos elétricos e eletrônicos, do que todos seus colegas.

Na L23, o S4 não consegue fazer uma relação dos conteúdos das oficinas e as matérias das aulas, sendo que na L24, a S5 faz relações com interpretação de textos e lógica, mostrando uma visão sistêmica e de abstração muito mais apurada que os colegas. Na L26, o S4 concorda e faz uma relação do motor como sendo o coração de um robô, e por fim, o S1 cita novamente a atividade de ciências feita pela professora.

Ainda, a P5 direcionou a fala para a questão do sucesso ou fracasso no projeto do dia, intencionalmente para relacionar com o trabalho em equipe. A dupla D1, composta pelo S1 e S2 é a única que diz ter feito tudo certo e no tempo, e segundo S2 o motivo é que eles pensam parecido, mas seu colega diz que o sucesso é por chegar em um acordo. Na L32, o S4 infere que não é questão de acordo, e sim de saber fazer, colocando o sucesso da dupla D1 em questões técnicas e não comportamentais.

Com essa deixa, o pesquisador faz a P6 que não existia originalmente, buscando levar eles a refletirem se o sucesso vinha de saber a técnica ou se entender com o colega da dupla.

Na L33, a dupla D1 confirma que é por se entender. Essa pergunta foi feita por que aparentemente o S1 tem grandes dificuldades técnicas, mas supre essa deficiência ao discutir e aceitar as ideias do colega S2, levando o grupo ao sucesso. Na L34, o S4 nega que o sucesso se deve ao fato de cooperarem, quando é interrompido pelo S6, seu colega de dupla, que concorda que eles devem se entender para conseguir. Com isso, a S5 aproveita a deixa, dizendo que na sua dupla com o S3, eles trocavam de estratégia todo tempo, por isso não conseguiam.

Na L37, o S4 concorda que o projeto era jogado fora a cada troca de função, faltando acordo e entendimento, e que para ver se está certo, é preciso testar, e não apagar tudo antes de entender, na troca de função. Nessa fala também fica aparente uma valorização da estratégia *BabySteps*, já citada, quando diz que tem que “fazer aos poucos” e “clique na bandeirinha”, exatamente seguindo a lógica do pensamento reflexivo. Além disso, a fala do S4 reforça mais uma vez que, a troca periódica de função programação e montador, impõe o uso do trabalho em equipe para o sucesso.

A ideia central do GF2, era que o grupo todo se desse por conta sozinho, sem que o pesquisador dissesse, que a D1 teve desempenho superior por estar engajada, e seus membros compreenderem as limitações e potencialidades de cada um, uma vez que, sem eles saberem, as duplas tinham sido escolhidas colocando sempre um membro com alto e outro com baixo desempenho em programação, deixando níveis parecidos de chances de sucesso para todas duplas, visto que a robótica era algo novo para todos. Fica claro que, o S2, efetivamente, tinha maior fluidez na tecnologia, mas verificando os vídeos, a sua dupla debateu muito mais que as outras em todo momento, mostrando entrosamento muito superior aos demais. Ao final, todos os participantes se demonstraram mobilizados em cooperar, visto que a estratégia de trabalhar sozinhos não funcionou, e a dupla D1 que serviu como exemplo de sucesso, visivelmente usa a estratégia da cooperação, interação e discussão constante.

### 6.3.3 Apresentação GF3

O GF3 foi aplicado após a OF10, que foi o segundo e último desafio em dupla, contando com todos participantes. No quadro 14, segue uma síntese das falas em cada pergunta, na ordem que foram faladas:

Quadro 14: Síntese das falas do grupo focal GF3.

<b>GF3-P1: Quais foram as melhores e piores atividades ?</b>		
L1	S4	“o melhor foi o do motor” <i>OF9</i> “ e o desafio” <i>OF10</i>
L2	S2	“a melhor a de segunda” <i>OF10</i> “e a pior a de sexta” <i>OF9</i> “que ficamos mais de uma hora tentando e não deu” <i>fazendo sinal de desapontamento com a cabeça</i>
L3	S1	“o desafio da segunda foi melhor, por que esse do motor a gente perdeu muito tempo”
L4	S6	“a melhor foi a de sexta, do motor, e não gostei de quinta” <i>OF7</i>
L5	S5	“não sei, acho que foi difícil só na sexta, não por causa do desafio, foi que a gente brigou” <i>OF9</i>
L6	S3	“todos foram legais, nenhum foi ruim” [...] “o da segunda foi show” <i>OF10</i> “e o da sexta a gente perdeu muito tempo com o motor que não estava funcionando e estava dando muito erro, né”
<b>GF3-P2: Depois de ter visto tudo isso, o que mais pode ser feito com programação e robótica ?</b>		
L7	S4	“vidas” <i>dá uma gargalhada olhando para os colegas</i> “cidades novas, várias coisas, tipo carros, da hora”
L8	S3	“transportes” [...] “podemos até fazer ... trem, por controle”
L9	S4	“até um ônibus controlado só ... que não precisa de motorista, já sabe onde são as paradas”
L10	S5	“instrumentos também, com sensores”
L11	S1	“carro autônomo ... não precisa de motorista” [...] “ele tem a câmera e o sensor, e ele vê até onde consegue ir e quando tem que parar”
L12	S3	“um semáforo para coordenar quando for, quando voltar”
L13	S4	“não tinha que ter semáforo, os carros tinham que vir programados pra saber quando parar em cada parada” [...] “eu acho que nem precisava eletricidade e poste”
L14	S1	“tinha que ser tudo com energia solar”
<b>GF3-P3: E a atividade de hoje, todos conseguiram?</b>		
L15	S4	“não ... muito difícil ... o senhor colocou tudo, desde o começo”
L16	S5	“demorou muito para a gente programar primeiro ... aí depois pra montar”
L17	S3	“deu muito, muito erro, hoje foi o pior que teve por causa que, quando conseguimos montar, deu tudo certo, fomos testar ... deu erro ... a gente desmontou tudo, fez tudo de novo ... deu erro” [...] “no finalzinho, quando estava prestes a acabar, a gente conseguiu”
L18	S4	“eu acho que o pior que tem é lidar com o botão, tinha um monte coisa no ligado e no desligado também” [...] “aí era todo o sistema”
<b>GF3-P4: Por último, como vocês faziam pra funcionar, componente por componente ? Ou ligavam tudo, e no final iam ver se dava certo ?</b>		
L19	S4	“a gente fazia tudo por primeiro ... se desse errado a gente ia testando desde o começo”
L20	S2	“a gente ia fazendo por parte ... aí a gente testava uma parte e depois a outra”
L21	S5	“a mesma coisa ... a gente fez tudo primeiro ... aí deu erro”
L22	S3	“depois a gente desmontou tudo e tentou um por um” [...] “eu ia parte por parte”
L23	S4	“eu acho melhor desmontar tudo ... tu vê os erros ... por que tem várias coisas ao mesmo tempo que dá errado ... tem que ir tentando”
L24	S6	“a gente fazia tudo junto, se dava erro ia consertando”

Fonte: Elaborado pelo autor.

A P1, que tinha a função de quebrar o gelo inicial, acabou sinalizando que as falhas técnicas atrapalharam muito o andamento, principalmente na OF9, onde o grupo ficou muito

testando o motor que acabou não funcionando. Na L5, a S5 trouxe o problema da briga, mas o S3 que era sua dupla, ignorou a questão e falou somente das questões técnicas. Já na P2, uma surpresa geral: a mesma pergunta tinha sido feita 1 semana antes, com respostas pobres, sem diversidade nem profundidade de respostas, hoje teve respostas bem mais fundamentadas e detalhadas, com um destaque para o S4, que já pensava em abolir semáforos e colocar sistemas automáticos nos próprios carros, mostrando traços fundamentais da criatividade descritos por Torrance, como fluência e flexibilidade.

Nas respostas da P3, mais sinais de problemas técnicos no desafio da OF10, por utilizar muito componentes, além da maior complexidade, como já era esperado. Na P4, o objetivo era verificar qual dupla usou a estratégia *BabySteps* e qual não usou. Essa estratégia, como já citado, parte da ideia que é melhor testar e fazer funcionar cada parte pequena primeiro, para incrementalmente aumentar a complexidade, podendo voltar a estados anteriores de funcionamento e isolar erros, criando e testando pequenas hipóteses, o que favorece o uso do pensamento reflexivo.

Interessante ressaltar que na L20, o S2 que tem maior habilidade em programação, foi o único que defendeu fazer e testar por partes incrementais desde o início, e os demais colegas, mostram ter hábito de montar tudo primeiro, depois ir corrigindo e isolando os erros. Esse tema será analisado em específico nas considerações finais da pesquisa.

#### 6.3.4 Apresentação GF4

O GF4 foi aplicado após a apresentação final de projetos na OF14, que foi o desafio final com todos os participantes. No quadro 15, segue uma síntese das falas em cada pergunta, na ordem que foram faladas:

Quadro 15: Síntese das falas do grupo focal GF4.

<b>GF4-P1: Todos ficaram contentes com o projeto final ?</b>		
L1	S3	<i>somente o S3 responde “sim” faz uma cara de dívida “.. não” [...] “eu fiz uma parte ... e depois ... fui fazendo um pouquinho” responde como quem está se desculpando</i>
L2	S6	<i>“não ... o sensor não funcionou no final” responde com desapontamento</i>
L3	S1	<i>“não ficou muito na nossa expectativa” [...] “o tempo foi muito corrido” [...] “o tempo foi suficiente mas a gente fez muito sem planejamento” [...] “no primeiro dia teve até bastante planejamento, mas depois a gente não parou para lembrar o que era, a gente fez ...”</i>
L4	S5	<i>“eu acho que se mudou alguma coisa, foi por que o líder antes só servia para alertar o outro que não estava fazendo nada” [...] “isso a gente já fez todo o dia” [...] “a gente podia ter se esforçado melhor”</i>
L5	S4	<i>“ficou legal o projeto, pior que ficou legal, só faltou algumas coisas, uma parada que tinha ali”</i>

L6	S5	“eu não vim no segundo dia e acho que isso atrapalhou” [...] “no segundo dia faltou muita gente” [...] “só que os dias que eu tava foi bem dividido”
L7	S2	“mais ou menos” [...] “só da parte que o sensor que não tá dando agora, mas” [...] “na outra aula tava tudo pronto já, mas” [...] “hoje a gente foi mexendo e parou agora” [...] “a gente tem que fazer em ordem assim” [...] “senão cada pessoa mexe um pouco”
<b>GF4-P2: Dessa última etapa, qual foi o dia que vocês mais curtiram ?</b>		
L8	S1	“em dupla ... o desafio”
L9	S4	“gostei mais da individual, cada um tem sua ideia” [...] “aqui a gente parava, brincava um pouco, ficava sem fazer nada, depois a gente voltava, depois a gente não queria mais” [...] “eu queria tipo assim, cada um só faz a programação, cada um só faz o prédio” [...] “depois a gente juntava tudo”
L10	S3	“várias pessoas faziam, depois paravam e ajudavam” [...] “podia ter sido mais produtivo”
<b>GF4-P3: Na escola de vocês, você tem o hábito de fazer projetos assim?</b>		
L11		<i>vários respondem negativamente com a cabeça</i>
L12	S1	“dupla sim, mas não nesse tipo de projeto, assim”
L13	S4	“uma vez na feira de ciências”
L14	S1	“é muito raro esse tipo de projeto”
<b>GF4-P4: Da programação, vocês percebem diferença para a robótica ?</b>		
L15	S3	“sim, lá a professora dizia, faz isso, faz aquilo, no final agente conseguia fazer, não aprende muita coisa”
L16	S1	“lá a gente só via no palco e no computador” [...] “aqui a gente construiu”
L17	S5	“é relevante sim, pois é uma nova forma de aprender” [...] “a gente não fica só copiando sem parar” [...] “não é entediante, a gente se diverte, tem que ficar em grupo com pessoas, estudando a mesma coisa ... trocar ideia ... é bom”
L18	S2	“na programação a gente só vai ali e deu, na robótica a gente interage ... com as coisas ... a gente pode fazer bastante coisa funcionável”
L19	S6	“pra mim é mais legal mexer ali do que ficar na frente do computador, ali se cometer algum erro a gente procura” <i>apontando para a maquete</i> “ por que ali não estraga nada” <i>apontando para o computador</i>
L20	S4	“quando eu cheguei aqui eu achei que a gente ia mexer com o robô” [...] “depois vi que a gente ia primeiro trabalhar com as partes do robô, aí desanimei e achei que seria ruim, mas daí eu gostei ... agora legal” <i>confirmando com a cabeça</i> “um amigo do meu pai trabalha com Arduino e eu já conhecia”
<b>GF4-P5: Por fim, vocês vão levar algum aprendizado daqui, para a escola e para a vida ?</b>		
L21	S4	“a gente vai levar experiência ... pra escola ... para o trabalho” [...] “a tecnologia pode melhorar ou prejudicar a vida da gente”
L22	S6	“é igual carro autônomo ... já teve acidente”
L23	S1	“pode ser melhor para a pessoa” [...] “ou também ser perigoso” [...] “tu tá dirigindo é mais seguro que tu tá confiando num robô”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante as respostas da P1, é visível que os participantes não ficaram contentes com o resultado final, e acreditam que a metodologia completamente livre não foi positiva, questão que será retomada nas considerações finais de pesquisa. Chama a atenção que a palavra planejamento aparece muito nas falas, e a falta de uma estrutura externa de gestão fez com

que eles perdessem o foco, como que se estivessem esperando que alguém dissesse o que fazer e quando. Isso tem uma grande relação com os comportamentos já relatados nas análises individuais e das análises das duplas, quando os eles precisavam todo o tempo a validação externa do pesquisador, transferindo a responsabilidade à uma autoridade externa, ao invés de utilizar sua liberdade, autonomia, responsabilidade e compromisso com o seu aprender, proposto por Dewey como características fundamentais de experiências educacionais ricas e transformadoras.

Na P2, em relação às etapas do projeto, três participantes gostaram mais da etapa avançada – Criatividade, que foi no grande grupo, dois participantes preferem a etapa intermediária – Complexificação, que foi em duplas, e um participante preferiu a etapa básica – instrumentalização, que foi individual. Na P3, exceto na feira de ciências, parece ser novidade para eles esse tipo de projeto, e raro projetos em dupla, reforçando que esse tipo de metodologia pode ser pouco usada no ensino formal. Nesse ponto fica um questionamento: O uso sistemático, planejado e intencional de metodologias de trabalho coletivo, que exercitassem o pensamento reflexivo, usando o *continuum experiencial* e uma postura problematizadora do professor, poderia fortalecer a liberdade, autonomia, responsabilidade e compromisso com o seu aprender, como proposto por Dewey?

Na L15, o S3 traz novamente uma fala do GF1, dizendo que em outro projeto, só fazia repetição dos comandos demandados. Na L16, L18 e L19, os sujeitos defendem que a programação só usa o computador, e na robótica existe construção, interação e senso de projeto funcional que resolva um problema, reforçando a relação de uso de materiais físicos como uma ampliação da experiência. Essa é a proposta principal feita pelos *FabLabs*, *Makerspaces* e projetos de Educação *Maker*, onde a prototipação ou computação física é entendida como um nível acima em interação, em relação à programação, que nesse caso é entendida como meio. Na L17, a S5 valoriza bastante o trabalho coletivo, interação, diversão e troca de ideias. Na L20, o S4 fala que tinha outra visão da robótica, mas que acabou gostando do Arduino. Na P5, que era para ser uma visão deles do projeto, todos focaram em situações onde a tecnologia ajuda ou prejudica as pessoas.

#### **6.4 4ª Análise: dos Vídeos**

Após as análises individuais de cada oficina e cada sujeito, foi selecionada uma oficina por dupla, sendo as duplas D1 e D2 com a OF8 que tem indicativos de experiências

ótimas de FLOW, conhecidas como experiências autotélicas, e a OF9 descrevendo a briga da D3, com objetivo de avaliar o impacto do desentendimento no processo do pensamento reflexivo dos indivíduos, sendo todas com os vídeos das oficinas analisados em detalhes, com média de 3 horas por oficina.

A análise dos vídeos das oficinas, será feita detalhando as principais falas e ações dos participantes, buscando identificar momentos onde existe as etapas do pensamento reflexivo de Dewey, sendo etapas: E1) Distúrbio ou Perplexidade, E2) Diagnóstico do Problema, E3) Geração de Hipóteses, E4) Elaboração Mental e E5) Verificação pela Ação. Ainda, nos momentos de sucesso, serão selecionadas possíveis experiências autotélicas de FLOW, identificados pelas características já apresentadas, sendo a) Sensação de Controle do Próprio Desempenho, b) Concentração profunda, c) Foco temporal no agora, d) Perda de noção de tempo e espaço e e) Suspensão temporária da autoconsciência.

#### 6.4.1 Análise Oficina OF8 dupla D1 – Experiência autotélica

Enquanto o pesquisador recapitulava os projetos anteriores e conectava com o atual, foi registrando *feedback* verbal de como estavam as oficinas até aqui, tendo recebido comentários empolgados sobre as atividades já feitas. Após, foi apresentado o desafio da OF8, enquanto a dupla D1, composta pelo S1 e S2, organizava o material da mesa, passando o kit para o montador e organizando o espaço. Durante a apresentação do desafio da OF8, a dupla comemorou que seria usado sensor de temperatura, e comentou que está ficando cada dia mais difícil. Ainda, durante a apresentação, o S1 fez o inventário dos componentes necessários, comentando que faltava o led RGB, sinal de já estar fazendo diagnóstico do problema (E2).

No momento da coleta do ESM, o S1 perguntou como faria para testar a mudança de temperatura, já fazendo elaboração mental (E4) do uso do sensor, e logo após, o S2 pergunta sobre o uso do led RGB, e ao perceber que tem 4 conexões, faz uma hipótese (E3), dizendo que se uma “perninha” é GND, deverá combinar as outras 3 para fazer as 4 cores demandadas no desafio. No início, o S1 está na função de montador, e o S2 na função de programador. No quadro 16, segue na coluna L a linha da fala para identificação posterior, na coluna S, o sujeito que emitiu a fala, na coluna E, as etapas do pensamento reflexivo identificadas, na coluna F, trecho das falas correspondentes, e com a linha acinzentada onde se identifica possíveis experiências autotélicas de FLOW, sendo que as falas estão em ordem cronológica.

L	S	E	F
1	S2	E3 E4	“peraí, primeiro faz só ... tira o de temperatura e faz só esse aqui ... o GND, pra gente saber” <i>apontando para o led RGB e limpando códigos de exemplo que já tinha no seu Scratch</i>
2	S1	E4	“cria a variável temperatura?” <i>o montador pediu ao seu colega programador, mostrando já elaboração mental</i>
3	S2	E4	<i>quando vai salvar o projeto vazio, o S2 fecha tudo sem querer “só um momento, estou reiniciando” sem qualquer reclamação. Nesse momento, o S2 faz o código do led RGB, iniciando pela definição de portas lógicas, ativação de pino digital e um laço que muda o valor, já para fazer o teste físico quando o colega ficar pronto</i>
4	S1	E3 E4	“porta 13, 12 e 11” <i>fala o S1, sem qualquer pedido do S2, mostrando total sincronia com o colega que acabara de fazer o código</i>
5	S2	E5	<i>após alterar as portas, o S2 coloca valores para as 3 entradas do Led RGB e executa, soltando um sorriso ao ter o feedback positivo do led acendendo</i>
6	S2	E3 E4 E5	<i>com o 1º ciclo de pensamento reflexivo completo, S2 começa a testar outras combinações do Led RGB com atenção do seu colega, ligando 1 entrada e desligando as 2 outras, comemorando com sorriso e barulho a cada uma que funciona, efetuando ciclos E3, E4 e E5 repetidamente</i>
7	S1	E1	“ô professor, é normal ele acender o vermelho bem fraquinho?” <i>percebendo um distúrbio</i>
8	S2	E2	“quando eu acendo duas ao mesmo tempo ... ele só” <i>diagnosticando que o problema acontece quando liga 2 entradas lógicas ao mesmo tempo. Nesse momento, o pesquisador pede para conferirem o resistor</i>
9	S1	E3 E4	“tá, mudei para 9, 10 e 11” <i>alterando as portas</i>
10	S2	E4	“9 é red ... tá” <i>diz olhando para a montagem do colega e ajustando seu código</i>
11	S2	E3 E4 E5	<i>feita a alteração, a dupla começa uma nova bateria de testes, alterando no código os valores das 3 portas do Led e conferindo o Led acendendo, sorrindo a cada vez que funciona</i>
12	S1	E3 E4 E5	“ô professor, agora está acendendo a amarela” [...] “olha ali ó ... a verde” <i>mostrando várias cores e festejando a cada uma e reiniciando o teste</i>
13	S2	E3 E4 E5	“que massa” <i>continua testando combinações “vou botar os 3 ... o azul é mais forte” continua testando combinações, esquecendo tudo o resto, só se focando na execução e não no projeto final</i>
14	S1		“tá, agora vamos ...” <i>se referindo a continuar o desafio, mostrando alta motivação intrínseca para continuar o desafio</i>
15	S2		<i>o S1 e S2 começam a cantarolar uma música juntos, batendo na mesa como se fosse uma bateria. Após 2 minutos, o S2 começa a criar a variável para o sensor de temperatura, recebendo dicas de seu colega para o nome da variável, que faz piada com o nome da variável, mostrando que a dupla está se divertindo muito</i>
16	S1		<i>o S1 pega o teclado e começa a brincar alterando os valores do RGB, olhando para o resultado e aplaudindo. Logo após, o S2 começa a fazer o código do sensor de temperatura e o S1 diz “já liguei certo” sem nenhum pedido do colega. Nesse momento o pesquisador avisa que devem trocar as funções</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já na L1, é possível ver a estratégia *BabySteps* da D1, construindo um componente por vez de forma incremental e na L2, a preocupação do S1 com a sincronia das suas ações com o colega S2. Na L3, o S2 apaga por acidente seu código inteiro, e sem qualquer reclamação

retoma do início, mostrando resignação e alta motivação intrínseca. Na L4, L5 e L6, a D1 entra por alguns minutos em ciclos sucessivos de hipóteses (E3), elaboração mental (E4) e verificação pela ação (E5), mostrando claramente as características de FLOW a) Sensação de Controle do Próprio Desempenho – pelos *feedbacks* sucessivos correspondentes às suas ações, b) Concentração profunda – por terem imergido na atividade, ignorando os demais colegas, c) Foco temporal no agora – por terem deixado o próprio desafio de lado, apenas focado naquela ação, e d) Perda de noção de tempo e espaço – por terem ficado tanto tempo focados em uma atividade tão simples, parecendo que não queriam mais parar. Pelo conjunto das características, é muito provável que alcançaram uma experiência de FLOW, que tudo indica que foi uma experiência autotélica pelo alto desafio e habilidade demandadas.

Posteriormente, na L7, o S1 percebe uma falha de funcionamento (E1), e recomeça um ciclo de pensamento reflexivo, passando claramente por todas fases de diagnóstico (E2), hipótese (E3), elaboração mental (E4) e verificação pela ação (E5), chegando na comemoração pelo sucesso, quando em L12 e L13. Em seguida, a D1 irradiante, mostra ao pesquisador e a todos colegas sua conquista, novamente com sinais de experiência autotélica. Os sinais ficam mais fortes ainda na L14, L15 e L16, pois a dupla continua o desafio, cantando e comemorando, como em estado de e) suspensão temporária da autoconsciência – pois esqueceram que estavam em um laboratório com mais pessoas, focaram intensamente na atividade, pois ela se tornara fluida, sem esforço e natural, como é descrita a experiência autotélica por Csikszentmihalyi (1999, p.40).

Após a troca de funções, a dupla começa a brincar com as cadeiras, e depois de um tempo o S2 diz “tá, vamos fazer isso”, retomando o desafio. Sem falar nada, somente acenando com a cabeça, o S2 passa um chiclete para o S1, que recebe e olha para o pesquisador, como que buscando esconder dele que estava mascando chiclete, mostrando a cumplicidade da dupla. Depois, retomam uma conversa técnica, onde o S1 faz perguntas sobre o código já feito pelo S2, que também pergunta sobre como conectar os componentes. Chama a atenção que ambos continuam o código e a montagem, exatamente onde estava o colega, não descartando nada da lógica anterior. Durante dois minutos o S1, olha o manual e faz o comando do sensor de temperatura, perguntando ao seu colega S2, se estava certo, quando o S2 aponta para algo no manual, provavelmente apontando uma inconsistência, mas sem falar nada.

Ao conferir, o S1 aponta o código antigo do colega e diz ao S2 “estava errado aqui ...

é analógico”, recebendo confirmação do colega com a cabeça. Depois de algum tempo, o S1 olha para o Arduino e para o colega S2, agora montador, e pergunta “Por que você desmontou o que eu fiz? Tava certo”, mas em tom de comentário, não de cobrança. O S2 responde “para colocar fiozinho menor”, e instantaneamente o S1 começa a explicar seu código, não parecendo dar importância para a alteração do colega, mostrando flexibilidade ao aceitar as alterações como parte natural do processo. Passado isso, começam a receber valores do sensor de temperatura, chegando mais uma vez à etapa de verificação pela ação (E5). Como os valores de temperatura estavam estranhos, e isso é percebido como um distúrbio (E1), o S1 olha para o Arduino e diz para o colega “o lado gordo é aqui”, se referindo à polaridade maior do sensor de temperatura, executando E2 e E3 para resolver o problema do sensor.

A dupla inicia uma discussão técnica sobre o uso dos componentes do Arduino, onde o S1 informa que o colega colocou o resistor errado, e o S2 pede para olhar no manual, quando iniciam uma discussão sobre o manual do sensor de temperatura e como fazer no Arduino. O S2 defende que está fazendo certo, mas não está funcionando por que o código do S1 está incompleto, e este aceita testar. O S1 testa como solicitado e continua não funcionando. Nesse momento, o pesquisador avisa que vai sair da sala por 5 minutos e todos ficam sozinhos. Começam a conversar entre todas as duplas, quando o colega S3 diz que o seu projeto não está funcionando. Rapidamente, o S1 diz para a colega S5, que é dupla do S3, para ela ligar só o led RGB primeiro, propondo que ela use a estratégia do *BabySteps*, uma vez que não está tendo sucesso. Após isso, os grupos saem de suas mesas e vão conversar longe das câmeras. Voltam pra mesa e fazem graça com a câmera, depois conversam sobre com que roupa dormem, deixando totalmente a atividade. Quando o pesquisador volta, eles perguntam se alguém vai ver os vídeos, preocupados pelas gracinhas feitas.

Retomando o projeto, o S1 retira fora o código do sensor de temperatura, para voltar a testar o led RGB, demonstrando que entendeu muito bem a lógica do *BabySteps*, uma vez que ao se deparar com uma falha que não consegue resolver, retorna a um ponto seguro de funcionamento, para depois retomar novos testes. A dupla faz os testes do led RGB (E5) e confirma o sucesso, convidando o S4, de outra dupla, para ver como fazer. Nesse momento, o pesquisador avisa que devem novamente trocar de função, ficando o S1 como montador e o S2 como programador, função em que cada um tem mais habilidade. Em uma análise de produtividade, na última rodada em que o S1 era programador e o S2 montador, funções em que ambos tem desempenho mais baixo, o projeto não teve muita evolução, pois o led RGB já

estava funcionando antes, e o sensor de temperatura continua não funcionando. Mesmo assim, a dupla teve várias interações técnicas e em nenhum momento atuaram individualmente, não jogando fora o que o colega tinha feito. O motivo de não descartar o trabalho anterior do colega, seria por saber que o colega é melhor naquilo do que ele mesmo? Ou seria cumplicidade e parceria no projeto? Claramente a D1 percebe suas forças e fraquezas, e com flexibilidade e cumplicidade, conseguem sobrepor limitações técnicas.

Em seguida, começam a discutir as conexões do Arduino, quando o S4, da outra dupla, pede ajuda na montagem e o S1 levanta para ajudar. Em dois minutos o S1 volta e começam a conversar sobre tomar choque, quando o pesquisador pede ao grupo que foquem em seus projetos, pois estavam todos dispersos. Isso aconteceu perto de sessenta minutos do início da oficina (M3), quando aparentemente, mesmo estando todos motivados, já estavam cansados do foco e imersão no desafio. Seria esse o momento para uma intervalo ou pausa? Aparentemente, todos participantes estavam já cansados pela imersão e foco empregados.

Mesmo visivelmente cansados, a D1 retoma o projeto, discutindo sobre o uso do *buzzer* e sua conexão. Nesse momento o S2 faz uma elaboração mental (E4) perguntando ao pesquisador como faz para diminuir a temperatura para testar, e percebe logo que é mais fácil aquecer assoprando, e assim fazer os testes do sensor. Nesse ponto, os grupos começam a fazer perguntas técnicas, e como o pesquisador pede para buscarem a resposta no manual ou com o colega, acabam desistindo de ter a resposta pronta e partem para testes. Aqui aparece fortemente a importância de materiais de apoio que cubram todo o desafio, o funcionamento técnico correto dos kits, pois são dois pressupostos que os grupos devem se basear para fazer e testar suas hipóteses, além da postura do tutor, aqui o pesquisador, de nunca dar respostas ou encurtar o caminho dos participantes, sendo muito mais um problematizador do que a fonte de informação, como já preconizado por Dewey.

Continuando o desafio, a dupla D1 retoma os testes do sensor de temperatura, que não está funcionando. O S1 informa ter montado correto, e o S2 faz vários ciclos de hipóteses (E3), elaboração mental (E4) e verificação pela ação (E5), alterando variáveis e códigos. O S1 informa o pesquisador que o sensor não está funcionando, dizendo que deve estar com defeito, quando o pesquisador pede que confirmem o código. Mais uma vez aqui a importância do bom funcionamento do kit para oferecer *feedback* coerente. Passados cinco minutos de testes, a dupla conversa sobre música, e algo inesperado acontece: o S2 pega seu celular, liga uma música e divide fone de ouvido com o colega S1, ficando cada um com um lado do fone,

mostrando ainda mais sintonia e parceria. Após isso, o S2 vai conferir a tela de configuração do Arduino e percebe que ela está com erro, identificando o problema pelo qual o sensor não oferecia *feedback*. Esse defeito técnico foi recorrente nas oficinas e deve ser eliminado, pois prejudica o ciclo de pensamento reflexivo.

Sem nenhuma reclamação, o S2 reinicia o Arduino e toda plataforma Scratch, retomando o trabalho. A primeira coisa que o S2 faz no código, é tirar de lado os testes e deixar somente o código do sensor de temperatura que já funcionava antes, voltando a um ponto seguro de funcionamento do código. Percebendo que o sensor de temperatura não funciona (E1), o S2 compreende que a falha é no código (E2) e faz vários testes alterando variáveis e valores (E3 e E4) e executando para ver o funcionamento (E5). Interessante salientar que nesse ponto a outra dupla D2 está fazendo o maior barulho com seu *buzzer* funcionando ao fundo da sala, mas mesmo assim o S1 parece estar totalmente imerso, nem percebe a confusão.

Após dois minutos de testes e sem funcionamento, o S2 olha o *Log* do Arduino para verificar se tinha erros, incorporando a conferência da falha no rol de testes de funcionamento. Mais três minutos de testes, a D1 chama o pesquisador, que analisa a montagem dos componentes, e ao perceber uma inversão, pede que eles confirmem a montagem do Arduino, e instantaneamente o S1 encontra o erro e funciona o sensor. Aqui se apresenta um problema, pois o S2 estava a mais de seis minutos testando o código, sem interagir com seu colega S1 que nesse turno deveria garantir o funcionamento da montagem. Feito o ajuste, o sensor está funcional e o S2 começa a criar a lógica da solução do problema, usando comparações booleanas do tipo E (se temperatura > 15 E temperatura < 20) para definir intervalos de temperatura, como pede o problema.

No meio do projeto o S2 começa a cantarolar *Another Brick in the Wall* da banda de rock *Pink Floyd*, movendo a cabeça enquanto escuta a música e escreve o código, mostrando que está imerso e se divertindo, porém, a distração faz com que ele perca o andamento de sua lógica, e precise focar novamente. Vale salientar que, até esse ponto o S2 estava escutando músicas e desempenhando seu código normalmente, mas dada a necessidade de concentração e foco para resolver o problema, o S2 parece não conseguir cantarolar a música e se concentrar ao mesmo tempo. Aparentemente, o problema não é escutar a música, e sim cantarolar, pois a ação de externalizar a música entra em conflito com a ação de externalizar o código.

Nesse momento, é solicitada a troca de funções, sendo o S2 passa de volta para a função de montador, e o S1 para programador, funções que ambos tem menos habilidade. Dialogando com o colega S1, o S1 começa a fazer o restante do código do problema, sem perceber que poderia copiar e colar um grande trecho de código, o S1 continua o código escrevendo à mão, enquanto escuta e cantarola uma música, que parece estar atrapalhando seu raciocínio. Instintivamente, o S2 que era montador nesse turno, acaba pegando o teclado e continuando o código, enquanto o colega escuta a música. Quando o S2 imerge no código, automaticamente percebe que os códigos podem ser duplicados para ganhar tempo, e faz isso. Novamente a dupla perde o foco, cantando mais uma música, por aproximadamente quatro minutos. Essa dispersão se deve à dupla já estar cansada pelos 90 minutos consecutivos de atividade? Será que a liberdade de escutar a música gera mais prejuízo pela falta de foco, ou gera benefício por exercitar o autocontrole? O mais importante é o conteúdo e a solução do problema, ou seria o exercício do autonomia? Se for a segunda opção, a dupla D1 tem *feedback* e noção do prejuízo que a falta de foco gera na produtividade? Ainda, é mais importante a D1 experimentar seus limites e potencialidades ou aprender a ser produtivo? Também, os participantes conseguem ter consciência de seus limites e potencialidades, ou é necessário um *feedback* mais intenso e individualizado para tal?

Em seguida os grupos saem para o intervalo e retornam quinze minutos depois. No retorno, o S2 chega mais cedo pois sabe que as funções serão alteradas novamente. Ao chegar, já parte para fazer o código do restante do problema. Em dez minutos, a dupla faz apenas alguns ajustes e conclui a atividade, usando o resto do tempo para conversar sobre escola, família e escutar música.

#### 6.4.2 Análise Oficina OF8 dupla D2 – Experiência autotélica

Inicialmente, foi feita a contextualização do desafio anterior, com objetivo de fortalecer o *continuum* experiencial, sendo feita em seguida a apresentação do desafio da OF8. No meio da apresentação, o S4 após ler o desafio, comenta que não tem led azul, demonstrando que já havia chegado na etapa de diagnóstico (E2) somente durante a leitura. No início, o S4 está na função de programador e o S6 de montador. Logo após o final da apresentação do problema, o S6 já comenta para o colega que possui todos componentes necessários, mostrando também a etapa diagnóstico (E2). Chama a atenção que o S4, inicia fazendo o código de todos componentes do problema, não usando a estratégia *BabySteps*, já

mencionada. Por vários momentos, o S6 conversa com o S4 sobre quais componentes usar e qual a conexão mais adequada na *proto-board*.

Por várias vezes, o S4 faz perguntas simples, sobre como usar as variáveis ou como fazer cálculos do desafio, mostrando certo grau de insegurança e dependência de uma autoridade ou inferência externa. O pesquisador toma o cuidado de sempre responder que procure a solução no material ou com o colega, uma vez que tudo que precisa está ali. Importante salientar que essa não é uma situação onde o estudante tem uma hipótese e não sabe como testar, ou ainda, testa e recebe negativa, é uma situação pós diagnóstico (E2) e pré hipótese (E3), uma vez que entende o problema mas sequer chega a construir uma hipótese. Seria essa etapa E2→E3, um gargalo comportamental criado por um modelo de aprendizagem que prioriza dar respostas prontas para vencer conteúdo, à problematizar e exercitar a autonomia, que prioriza a resposta pronta e fácil, à tentativa individual - não aleatória, mas hipotética - que é mais demorada e gera possíveis erros? A falta de disposição para gerar hipóteses, pode ter relação à necessidade de “energia de ativação” descrita por Csikszentmihalyi, como sendo decorrência da baixa motivação intrínseca? Ou seria apenas a reprodução do *modus operandi* da metodologia usada na sala de aula?

Após três minutos de discussão técnica da dupla sobre conexão de sensores e portas lógicas, a solução do desafio começa a ganhar foma. Após uma primeira versão da montagem do Arduino, o S6 chama o pesquisador para ver se está tudo certo. Ao se aproximar, o pesquisador informa que eles podem testar rodando o desafio, que seria a etapa verificação pela ação (E5) do pensamento reflexivo, não sendo necessário alguém externo para verificar. Mesmo assim, ele pergunta se o pesquisador pode “dar uma olhada”, mais uma vez colocando a responsabilidade pela verificação a um externo, mesmo sendo completamente desnecessário, uma vez que eles tem tudo que precisam. Marca novamente aqui, o modelo mental da aceitação pela autoridade, em detrimento da autonomia e responsabilidade, exatamente o inverso que propõe Dewey na lógica da autonomia e liberdade.

Em seguida, é feita a troca de função, onde agora o S4 é montador e o S6 programador. Na troca de função, o S6 faz alguns questionamentos ao colega S4, para entender sua lógica do código e não perder o avanço feito até agora. Por cinco minutos, a D2 discute como implementar o código e faz novamente várias perguntas ao pesquisador, todas básicas de como usar variáveis e fazer comparações de valores. Ao não obter as respostas prontas, o S6 pega o manual e começa a estudar o mesmo, mostrando ao seu colega S4 onde

tem as respostas. A dupla constrói o código juntos, discutindo verbalmente suas hipóteses (E3) e lendo seu código feito para elaboração mental (E4), e mesmo com dificuldade pelas suas limitações técnicas e matemáticas, a solução avança, no tempo mais demorado da dupla, mas com muita interação, geração de hipóteses e elaboração mental. Após isso, o pesquisador informa que vai sair por cinco minutos, e logo após fechar a porta do laboratório, a dupla abandona o projeto.

Nesse ponto, se apresenta mais um efeito colateral do modelo educacional baseado em autoridade externa ao invés de autonomia e responsabilidade, proposto por Dewey, pois uma vez que a autoridade externa – nesse caso o pesquisador – não está mais presente, os participantes se veem sem nenhuma responsabilidade com o desafio, e usam sua autonomia para dispersar, mostrando muito mais motivação extrínseca do que motivação intrínseca pela atividade.

No retorno, a D2 retoma a atividade e o S4 propõe que eles façam o restante dos sensores do desafio, mas o S6 alerta “nem o led tá funcionando, como vai fazer o resto?”, mostrando que prefere usar a lógica *BabySteps*, enquanto seu colega S4 tem preferência por avançar sem mesmo saber que está funcionando parcialmente.

Somente após cinquenta minutos de oficina, a dupla percebe que, desde o início, a variável do sensor de temperatura estava errada, estando com valor da porta analógica ao invés da temperatura. Provavelmente, se a dupla tivesse usado a lógica *BabySteps* e feito testes incrementais somente com o sensor de temperatura, detectaria isso muito rápido. Fica como sugestão metodológica, apresentar essa forma de solução de problemas para todos no início da etapa 2 – complexificação, após todos terem feito atividades técnicas individuais e terem mais bagagem para usar a técnica, pois apresentar isso antes, faria um encurtamento de caminho, nocivo à construção de uma caminhada inicial e individual de cada um.

Ao perceber a falha das variáveis, o S6 defende que deveriam ter testado tudo por partes desde o início, enquanto o S4 responde “faz tu então, tu que é o programador meu !”, devolvendo a responsabilidade ao colega. Após cinco minutos de testes do S6 no código, é informado a troca de função, onde o S4 retorna a programador e o S6 passa a ser montador. Assim como antes, a D2 conversa para entender onde cada um deixou seu projeto, não descartando nada que já havia sido feito. O S4 inicia reescrevendo as variáveis e ignorando as falas dos colegas ao seu redor, parecendo que está com foco no agora e imerso na atividade, alguns dos sinais do FLOW. Nesse momento, ele apaga sem querer todo seu código, e o

pesquisador mostra como retornar ao estado anterior no comando restaurar, uma vez que começar do zero iria desmotivar drasticamente a dupla, e o comando já existe exatamente para isso. Ao recuperar, a dupla festeja com aplausos.

Posteriormente, o S6 pede ao colega que teste apenas o led, que é a parte inicial do desafio, mas o S4 defende que com isso teriam que praticamente iniciar tudo do zero, e que demoraria muito, porém, sob protestos do colega S6, o S4 se convence a usar a estratégia. Em apenas dois minutos, ele separa o código novo para a direita da tela e cria um novo só com o led e testa o funcionamento, chegando à etapa de verificação pela ação (E5). Uma ressalva aqui, é que essa foi apenas a segunda vez em mais de uma hora de oficina que a dupla chegou na etapa de verificação pela ação (E5). Uma estratégia metodológica mais adequada, levaria os participantes a ciclos curtos, iterativos e incrementais de hipótese (E3), elaboração mental (E4) e verificação pela ação (E5), usando a estratégia conhecida como *FastFail*<sup>19</sup>, ou erro rápido, onde, quanto mais rápido se coloca uma hipótese à prova, mais cedo vai saber se funciona, e portanto se faz outra hipótese, errando cedo e produzindo um sistema incremental baseado na tolerância à falhas e verificação de hipóteses, totalmente alinhada à estratégia *BabySteps*, já apresentada.

Ao fazer o teste simples do led, a D2 descobre que seu Arduino estava com erro, por isso não funcionava. Esse erro técnico, já foi descrito na análise da dupla D1, e deverá ser corrigido para futuras implementações. Após salvar o projeto e reiniciar o Arduino, a dupla retoma as atividades e o S4 comenta “nossa, está passando a hora muito rápido ... isso é bom”, enquanto faz uma batida com as mãos na mesa, demonstrando perda de noção do tempo e alta motivação intrínseca. Quando o sistema volta e o led RGB funciona a D2 comemora com um grito “yessss!”. No quadro 17, segue o trecho das falas correspondentes, sendo que estão em ordem cronológica.

Quadro 17: Descrições e falas da dupla D2 na oficina OF8.

L	S	E	F
1	S6	E4	“só falta acender o vermelho” <i>fala para seu colega que está testando as cores do Led</i>
2	S4	E5	“conseguimos” <i>fala alto para todos colegas após testar as 4 cores do led. Logo após, o S4 traz de volta o código completo que estava à direita, e revisa o mesmo antes de rodar, enquanto bate na mesa com as mãos, imitando uma bateria de samba</i>

19 O conceito de *Fast Fail* é apresentado na obra de Eric Ries – *The Lean Startup*, 2001 - fortemente baseado na lógica do uso de métodos ágeis de desenvolvimento de software - e propõem que ciclos curtos, repetitivos, mensuráveis e incrementais de hipóteses e suas verificações, tem mais valor que ciclos longos, pesados e caros, que por muitas vezes são irreversíveis e podem partir de hipóteses falsas ou parcialmente verdadeiras, o que comprometeria a solução do problema.

3	S4	E4	“aqui é amarela” <i>fala alto sua verificação mental</i>
4	S4	E5	“olha aqui ó professor ... ó” <i>fala após rodar o código e o buzzer fazer barulho, sorrindo e olhando para os colegas, com ar de vitorioso, fazendo ainda mais batida na mesa com as mãos</i>
5	S6	E2	“olha aí meu, é mude temperatura, uma vez só” <i>identificando a repetição da definição da variável como um erro</i>
6	S3	E3	“olha professor, o mude temperatura só pode ter um ou pode ter mais?” <i>perguntando ao pesquisador se deveria definir a variável uma só vez no início ou a cada vez que usava</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa etapa, a D2 após oitenta minutos de oficina, tem o primeiro *feedback* positivo de funcionamento, como pode ser visto na L4, comemorando e provavelmente alcançando estado de FLOW, devido à presença das características a) Sensação de Controle do Próprio Desempenho – pelo *feedbacks* sucessivos do *buzzer*, b) Concentração profunda – por terem imergido na atividade, ignorando o seu redor, e d) Perda de noção de tempo e espaço – por terem externalizado que o tempo estava passando rápido. Logo após, o S6 faz uma consideração bem importante, conforme a L5, ele percebe que fica muito confuso o fato de recalculiar uma variável a cada vez que vai comparar, como no exemplo:

se ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48 > 20 E ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48 < 22  
 se ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48 > 22 E ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48 < 24  
 se ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48 > 24 E ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48 < 26

Ao invés disso, ele propõe que se faça uma simplificação, como no exemplo:

mude temperatura para ler\_pino\_analógico(temperatura)\*0,48  
 se temperatura > 20 E temperatura < 22  
 se temperatura > 22 E temperatura < 24  
 se temperatura > 24 E temperatura < 26

Mesmo possuindo um erro matemático que exclui os valores 20, 22, 24 e 26 do intervalo esperado por não usar os sinais  $\geq$ , a estratégia de simplificação é inesperada e bem interessante, e pode ajudar na lógica da simplificação para resolução de problemas complexos. Após essa constatação, a dupla ajusta seu código, simplificando o uso de variáveis de acordo com a constatação do S6.

Após isso, os grupos saem para o intervalo. Interessante registrar que ao sair, alguns perguntaram se podiam ir na biblioteca, e comemoraram a resposta positiva, dizendo que então iriam todo dia na biblioteca. Na volta, a turma está bem agitada e dispersa. O S4 chama o pesquisador para mostrar o desafio completo, explicando verbalmente o funcionamento do código enquanto ele é executado. Após isso, a D2 inicia a construção do desafio

complementar, que era para incluir um botão no projeto, e só ativar todo o projeto ao pressionar o botão. Em apenas 3 minutos, o S4 faz um código básico de botão, enquanto seu colega S6 faz a montagem, e a dupla comemora o funcionamento, cantarolando uma música.

Logo após, a D2 precisa fazer com que o estado do botão seja guardado, ou seja, o código reconheça que o botão foi pressionado, guarde essa informação, e reconheça quando foi pressionado mais uma vez, gerenciando o estado entre “já pressionado” e “não pressionado”. Para fazer isso, a D2 faz várias hipóteses (E3) de como o botão deve funcionar e explica verbalmente ao pesquisador (E4). Após algumas implementações sem sucesso (E5), a dupla chama a colega S5 da dupla D3, para ajudar no código de salvamento de estado do botão. Quebrando a regra que não pode fazer pelo colega, e sim somente explicar, a S5 pega o computador e começa a fazer as alterações, sem nem explicar aos colegas o que fazia. Mesmo assim, a D2 não reclama, pois parece ter o foco em resolver o problema, e não em entender como fazer isso, característica contrária à lógica da experiência autotélica, onde o processo é mais importante que o produto.

Por fim, sem funcionar o teste da colega S5, a D2 se dispersa, conversando sobre jogos de celular e computador. Depois disso, o S4 faz alguns códigos aleatórios para funcionar o salvamento de estado do botão, como não tem sucesso, se desmotiva e começa a brincar com o código. A dificuldade no salvamento de estado do botão, foi recorrente em todos grupos, mostrando que o conteúdo não ficou claro quando foi apresentado, e/ou o material é insuficiente, visto que é uma questão puramente técnica de saber como usar o componente, e não deveria ser barreira para os grupos resolverem os problemas.

#### 6.4.3 Análise Oficina OF9 D3 – Briga dupla

Após foi feita a apresentação do desafio da OF9, com algumas dúvidas do estudante S3 sobre os graus 0 e 90 do motor de passo. Em seguida, ele comentou que sua mãe estava mal e precisou ir ao hospital pela manhã. Sem resposta da sua colega S5, o S3 lembra ela que ela está devendo um café para ele, ela confirma. A S5 inicia como programadora e está com o código básico do motor de passo já feito, e o S3 que iniciou como montador, está tentando fazer o motor funcionar, pedindo para a colega que execute o código de tempo em tempo. Vendo que não funcionava, a S5 confere verbalmente as conexões do Arduino com seu colega. O S3 diz “professor, a gente ajeitou e não está funcionando”, recebendo do pesquisador um aviso para continuar testando, provocando nele um distúrbio (E1) pela falha

sem solução. No quadro 18, seguem os trechos das falas correspondentes, sendo que estão em ordem cronológica.

Quadro 18: Descrições e falas da dupla D3 na oficina OF9 – Parte 1.

L	S	E	F
1	S3	E1 E2	“não está funcionando” [...] “qual é o GND e o 5 volts?” [...] “vou tentar assim e foda-se ...” <i>fala baixo sem exaltação, com naturalidade e tom de deboche</i>
2	S5	E3	“GND aqui ... 5 volts aqui ...” <i>fala apontando</i>
3	S3	E3	“eu sei qual que é” <i>responde ríspido para a colega que vira o rosto com desaprovação</i> “o amarelo é o 3 ... vou botar o que quiser ... vermelho aqui ...” <i>faz mentalmente e aleatoriamente, e já altera sem nenhuma estratégia</i>
4	S3	E3	“será que não é o fio que está quebrado?” <i>pergunta pra si mesmo em voz alta</i>
5	S5	E4	“se fosse o fio quebrado, não teria funcionado antes” <i>se referindo às outras oficinas</i>
6	S3	E1 E2	“mas que merda ... em professor, o nosso não deu certo ...” [...] “eu inverti, troquei, troquei todos fios e não funciona” <i>o pesquisador se aproxima e olha a tela da configuração do Arduino que está com erro, automaticamente sem falar nada, a S5 começa a reiniciar o Arduino, pois entendeu que é a falha técnica. Nesse momento, o S4 se aproxima da dupla e conversam os 3 aleatoriamente.</i>
7	S5	E1 E2	“que que deu? Não está funcionando, a gente tentou de todas maneiras” <i>coibrando que o colega resolva a montagem</i>
8	S3	E1 E2	“nada ... não está funcionando” [...] “professor, esse aqui está pifado” [...] “tá tudo certo, mas não funciona” <i>ficando longe um do outro da dupla, sem conversar. Depois ficam conversando aleatoriamente com o S4, mostrando apatia e desinteresse. Depois de 5 minutos, o S3 sai de perto e a S5 fica sozinha, tomando conta da programação e da montagem no lugar do colega. Depois de mais 4 minutos, o S3 volta e olha as alterações que a colega fez</i>
9	S3	E3	“troca o analógico” <i>pede de forma ríspida</i>
10	S5		“oi ?” <i>como que pedindo que ele fosse mais educado na solicitação</i>
11	S3	E3 E4	“troca o 13, por favor? Só muda a porta 13 de analógico” <i>inicia um conversa técnica entre os dois. A S5 altera o código para atender a demanda do colega de alteração de porta analógica para digital, iniciando uma interação mais positiva e orientada à solução do problema</i>
12	S5	E5	<i>S5 faz todas as alterações e roda o novo código [...] “nada” [...] sem sucesso, a S5 começa a fazer outros testes por conta</i>
13	S3		“por que tá fazendo isso?” <i>se exalta com a colega, desvalorizando suas tentativas</i>
14	S5	E3 E4 E5	“tô tentando, vou testar, já que não deu certo, vou fazer de outro jeito” <i>justificando sua decisão e fazendo vários testes diferentes</i>
15	S3		“assim, isso aí, agora deixou como saída, que está certo, se não der certo” <i>espera um pouco e quando não funciona [...] “fudeu” dizendo para a colega o que fazer, com desaprovação dela</i>
16	S5	E3	<i>depois de algum tempo ela rebate “tá errado esse esquema” apontando para a montagem do Arduino feita pelo S3</i>
17	S3	E4	“bota o servo aí...” <i>falando para a colega</i> “vamos fazendo como aqui está mandando” <i>olhando para o manual impresso, começa a pensar em voz alta</i> “vamos fazer assim ... assim ...” <i>a colega olha para ele com desaprovação, mas não fala nada, não externa suas hipóteses. A dupla não conversa, cada um trabalha de forma autônoma e sem acordo. O S4 se aproxima da dupla e conversam aleatoriamente, enquanto a S5 move o mouse em sentido circular na tela, mostrando alto nível de apatia e entediamento</i>
18	S3	E4	<i>como já tinha passado mais de 25 minutos sem sucesso de nenhum grupo, o pesquisador começa</i>

			<i>a dar dicas de tentativas, mas o S3 fala alto “professor, a gente já fez isso, e não funcionou”</i>
19	S3	E4 E5	<i>o pesquisador entrega outros motores, acreditando que era defeito nos motores anteriores, o S3 recebe e continua testando “vamos lá então, amarelo no GND” [...] “girou ... ô professor, o nosso girou um pouquinho e parou” olhando para o código da colega “troca aí para 270 agora”</i>
20	S5	E5	<i>“por que ?” [...] “é quando conecta o GND” [...] “não funcionou” detectando um falso positivo do colega, continuando uma discussão técnica da dupla</i>
21	S3	E5	<i>“ô professor, girou uma vez e não está funcionando ... que meeerdá” continuam testes, intercalando entre ideias de ambos, até que trava a configuração do Arduino novamente</i>
22	S3		<i>após os dois juntos terem reiniciando tudo, o motor se move aleatoriamente, mas eles pensam que está funcionando [...] “Ah !!!” fala alto o S3 e os dois comemoram com um sorriso e um soco leve um na mão do outro. Após funcionar, começam a planejar o resto do projeto [...] “me dá uma led vermelha, uma amarela” [...] “vou montando então”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa primeira parte, a dupla D3 inicia bem, mas se estressa rápido por falta de funcionamento do projeto por questões técnicas, fora de seu controle, que seria a primeira característica do FLOW: a) Sensação de Controle do Próprio Desempenho. O S3 fala palavrão o tempo todo e a S5 não fica confortável com isso, mas não diz nada. A dupla tem momentos de interação bem positiva, mas quando tem estresse, ambos ficam em silêncio, não discutem seus pontos de vista ou hipóteses nesses momentos. Por vezes, o S3 fala com tom de autoridade, fazendo com que a S5 fique chateada, desaprovando apenas visualmente, sem falar nada. O silêncio parece atrapalhar a autogestão do relacionamento da dupla. O S3 faz hipóteses, como na L4 e L9, e a S5 também, como na L14 e L16. Na L21, a dupla se une novamente para discutir hipóteses, tanto da programação quanto da montagem, e percebem que a tela de configuração do Arduino estava com erro, ou seja, o motivo do não funcionamento não estava no seu controle e sim, outra falha técnica. Na L22 o sistema parece funcionar e ambos comemoram, olhando imediatamente para a folha do desafio, buscando os próximos passos da atividade, combinando o que cada um faz.

A S5 retoma a construção da programação enquanto conversa com o colega S3 sobre qual porta analógica ou digital ligar cada componente, enquanto o S3 conecta e confirma o combinado. O S3 termina a montagem e pede para a S5 testar o led, e ela pede para esperar, pois ela não terminou ainda. O S3 diz “é bem melhor fazer uma de cada vez”, aparentemente se referindo a usar a estratégia *BabySteps*. Nesse momento, a S5 roda o código mesmo incompleto para satisfazer o colega, obtendo erro e dizendo “calma que nem conectei ainda”, justificando a falha. Nesse momento, a S5 apaga toda sua programação que já tinha feito, deixando apenas as conexões de portas lógicas, voltando sua lógica ao início, aparentemente para eliminar possíveis erros dos testes anteriores. Depois disso, a S5 fica 3 minutos com o

código parado, olhando o manual e olhando para a tela. Nisso, o S3 diz “preciso mais fios ... e pequenos ... bastante e pequenos”, de forma ríspida sem pedir por favor, com desapontamento visual da S5. Em seguida a S5 diz “calma, não sou ... tua assistente aqui”, e ele responde imediatamente “é sim”. Na mesma hora, ela olha pra ele rapidamente e pergunta “oi?”, para confirmar se ouviu mesmo aquilo, e ele murmura algo. Ela ainda pergunta novamente “oi?” e ele responde “não sei”, como se desconversando, e ela responde “babaca” mexendo a cabeça em desaprovação.

Após o desentendimento, a S5 continua séria e trabalhando no seu código, mas visivelmente incomodada, enquanto o S3 conversa com outros colegas. A dupla tem algumas interações, discutindo o código, mas a S5 continua fechada, enquanto o S3 está agindo naturalmente como se nada tivesse acontecido. Após quatro minutos de construção do código, o motor faz barulho de movimento e a S5 faz um sorriso, ao receber *feedback* da sua construção com sucesso. Nesse momento o S3 pergunta “tudo pronto já? e os leds?” e ela responde que não, e ele pergunta “então? tu mesma disse que tinha que esperar”, e por fim ela responde mais exaltada “deixa eu terminar de fazer”. A dupla está visivelmente competindo entre si, sem um senso de time. Nisso, o S3 pergunta “botou em que número?” se referindo porta lógica do led, e ao não ter resposta, pede “preciso de um resistor”, quando a S5, em silêncio, pega a caixa do kit de robótica que estava ao seu lado e entrega para ele.

Após três minutos de silêncio, o S3 diz “deu, tudo montado aqui” com tom mais calmo, e sem olhar para ele, a S5 responde “vou testar aqui”. Nesse momento o S3 olha para o pesquisador em voz alta “deu, tudo montadinho aqui”, e sai perto da mesa, deixando a S5 sozinha, como se fosse agora tudo por conta dela. Durante 5 minutos, é possível ver a S5 criando códigos de acender leds e olhando para conferir se funcionava, executando etapas E3, E4 e E5 simultaneamente, salvando o código periodicamente. Ao fundo é possível ver o S3 com o S4 brincando com as cadeiras do laboratório, totalmente indiferente ao projeto. Nesse momento o pesquisador avisa que devem ser trocadas as funções, passando a S5 para montadora e o S3 para programador.

Nesse momentos, ambos trocam de lado e se acomodam. A primeira coisa que o S3 fala, ao olhar o código é “por que que não está mais funcionando ... o motor?” em tom de cobrança, quando a S5 responde “por causa que eu estava pra testar o led”. Após, o S3 diz em tom mais calmo, “deixa o jeito que estava <S5>, não era pra mexer” dizendo o nome dela, pedindo que ela não altere a montagem que ele tinha feito. O S3 continua por dois minutos,

alterando o código e verificando as mudanças, executando as etapas E3, E4 e E5, comemorando e falando alto para o colega S4, quando funciona.

Como o motor estava funcionando aleatoriamente, o S3 pega todo o código já feito pela colega e coloca ao lado, criando um novo desde o início. Estranhamente, a S5 não diz nada ao fato dele jogar o código fora, ainda ajuda ele a reconstruir tudo, dando dicas. Ele faz um código simples de led e pede pra ela montar um led, e ao rodar, percebe que não funciona, olhando fixamente para o código na tela. O S5 cria uma hipótese (E3), trocando o nome da variável, para ver se era esse o problema, e ao ver que não acendeu o led (E5), e o S3 diz “se tivesse deixado o jeito que estava antes, estava dando certo”, criticando a colega, que não responde. Nesse momento, o S3 roda o código velho (E3) da colega que estava ao lado e o motor funciona (E5), mesmo assim não fala nada. Após, ambos iniciam uma interação, conforme o quadro 19.

Quadro 19: Descrições e falas da dupla D3 na oficina OF9 – Parte 2.

L	S	E	F
1	S3	E3	“deixa eu tentar um negócio ... deixa eu tentar isso aqui” <i>mexendo na montagem do Arduino, mesmo não sendo sua vez de montar</i>
2	S5	E3	“vamos resolver o problema dos leds, o motor já está resolvido” <i>propõe</i>
3	S3		“é tu que tá montando minha filha” <i>entregando um maço de fios para ela e faz movimento pra sair de perto [...]</i> “não, melhor não ó ...” <i>com cara de deboche, começa a mexer no código velho da S5</i>
4	S5	E3	“deixa ligado que estou testando as luzes”
5	S3	E3 E4 E5	“tá ligado” [...] <i>começa a refazer o código do zero pela 2ª vez [...]</i> “nossa de variável que agente criou” [...] <i>cria um código novo ao lado do anterior [...]</i> “botou em que número?” [...] <i>se referindo a porta lógica do led</i>
6	S5		“oi?” <i>pedindo para repetir</i>
7	S3		“nada” <i>ignorando a colega, continuando a fazer o código novo, dessa vez com um botão digital</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mais uma vez, a dupla começa a competir e se desentender. No início o S3 quer fazer um teste, mas a S5 propõem focar no que não funciona, quando seu colega contrariado começa a trabalhar sozinho. Pouco depois, o motor começa a funcionar sem parar e a dupla chama o pesquisador, que após vários testes verifica que o computador travou e o motor não está com funcionamento adequado. Nesse momento, somente uma hora depois do início da oficina, o pesquisador pede que todos deixem de testar o motor, e no seu lugar façam uma simulação do motor no palco do Scratch, fazendo o gato dizer “porta aberta” e “porta fechada”. Após isso, o S3 começa a recriar o código com a mudança proposta, criticando o

código anterior da colega S5, que pede a ele que horas são, mostrando que está à espera do intervalo, com baixa motivação intrínseca.

Após o S3 alterar o código, fala para a colega “posso te dar uma dica, faz assim ...” quando a S5 responde “não se mete”, e ele pergunta o que ela falou, e não tendo resposta, ele mesmo responde “ninguém perguntou pra ti”. Após algum tempo, o S3 diz “se quiser fazer sozinha, faz” e a S5 responde “foi tu que falou”, entrando mais uma vez em um período de silêncio e trabalho individual. Após quatro minutos, o S3 abandona o projeto e começa a tentar navegar na Internet, retornando ao projeto depois, pois não tinha a senha para o acesso. Em seguida um colega passa ao lado e pergunta como vai o projeto, e o S3 responde que a S5 não terminou ainda, que ele está esperando ela, mas não fala nada pra ela. Claramente a dupla entra na mesma lógica do silêncio, nenhuma interação e trabalho só individual, que intencionalmente nessa metodologia, não leva à lugar nenhum, pois sem acordos, o trabalho de cada um é inútil.

Em seguida, o pesquisador avisa a troca de função, onde a S5 agora será a programadora e o S3 o montador. Antes de deixar a função, o S3 faz questão de avisar o pesquisador que seu código já está feito (E4), mesmo sem ter validado (E5) com o Arduino. Interessante aqui, que ele assume a validação mental (E4) como correta mesmo sem a validação física (E5), o que é equivocado. Ao inverter os papéis e sentar na mesa, o S3 diz “bah, me esqueci de programar o sensor de luminosidade, pode fazer pra mim?”, e a S5 responde “não sou aqui tua assistente, pra fazer as coisas pra você”, e quando o S3 responde “ninguém perguntou tua opinião”, a S5 rebate “olha o jeito como tu fala, babaca”. Saindo de perto, o S3 diz “pessoa que quer ser tratada como bicho, tem que ser tratada como bicho”. Nesse momento a S5 pergunta “oi?” e o S3 responde “tudo bem?”, com tom de deboche, e a S5 chama o pesquisador e começa a chorar. Quando o pesquisador se aproxima, o S3 diz “eu não bati nela, não agredi ela”, quando o pesquisador informa que agressão verbal é agressão igual, e chama a S5 pra fora para tomar água, pois estava chorando sem parar. Durante esse período, na sala, os colegas repreendiam verbalmente o S3, enquanto ele se defendia dizendo que ela tinha sido grossa com ele. Depois de algum tempo, o S3 justifica “viu, por isso que eu não queria ter pegado ...”, quando é chamado pelo pesquisador para conversar lá fora.

Lá fora, o pesquisador enfaticamente diz que cada um tem seus motivos e isso já não importa mais, pois a falta de respeito não tem explicação nem motivo, dizendo ainda que eles deveriam pedir desculpas ou estavam fora do projeto. Depois de algumas tentativas de

explicação, ambos pediram desculpas e voltaram para a sala. A S5, agora programadora, iniciou seu código alterando aleatoriamente, aparentemente sem estratégia nenhuma, como que apenas para passar o tempo, em sinal de apatia e entediamento. Em seguida, a S5 para de alterar o código e fica somente olhando para a tela e o manual em papel. Algum tempo depois, a S5 retoma o código, sem qualquer entusiasmo. Percebendo que não terá como fazer o projeto sem conversar com o colega, salva o documento e começa a brincar somente no Scratch, abandonando completamente a atividade.

Em seguida, veio o intervalo, e na volta as funções foram invertidas novamente. Sem interação nenhuma depois da briga, o S3 começou a fazer projetos aleatórios enquanto a S5 brincava com o Arduino. O S3 fica aproximadamente vinte minutos brincando com a cadeira e as funções são invertidas pela última vez, quando a S5 começa a fazer projetos aleatórios no Scratch.

Claramente, após a briga, nada mais foi feito pela dupla. Pela síntese das falas, pode-se notar a falta de reciprocidade e senso de grupo desde o início da oficina. Durante toda oficina, os participantes S3 e S5 tiveram apenas três momentos de discussão técnica do projeto, e muitos outros de briga e falta de entendimento. É muito provável que as sucessivas falhas técnicas e falha dos motores, componentes do desafio, tensionaram ainda mais a relação, porém, a falta de respeito na fala e a falta de empatia de ambos, acabaram por levar a atividade à uma agressão verbal, que mesmo leve, foi totalmente equivocada e desnecessária. A condução do pesquisador parece ter sido adequada, visto que no momento não tinha acesso aos áudios e precisava conter a agressão, protegendo ambos os participantes.

Esse acontecimento deixa muito claro a importância da atenção às habilidades socioemocionais quando se trabalha com jovens, uma vez que era inesperado esse acontecimento em uma oficina de robótica educacional, que normalmente evidencia mais questões técnicas e tecnológicas. Aparentemente, como a metodologia direciona naturalmente para uma interação e troca intensa, acaba tensionando habilidades comportamentais e não somente técnicas. Mesmo a briga tendo sido uma situação indesejável, a oficina cumpriu seu objetivo, mostrando muito bem que tem a capacidade de mobilizar habilidades como flexibilidade - ao aceitar a solução do colega como melhor que a sua, amabilidade – respeito na comunicação e interação com o colega, e empatia – ao verificar que, assim como você, o colega tem limitações e potencialidades.

Nessa seção, foram analisados todos os dados coletados com os instrumentos

propostos pela presente pesquisa, sob o olhar das fundamentações teóricas e técnicas elegidas. Na próxima seção serão feitas ponderações em pontos que ressaltam, apontando melhorias, ajustes e caminhos futuros.

## 7 CONSIDERAÇÕES DA PESQUISA

A seção a seguir, iniciará com uma retomada geral de visões, ideias e hipóteses construídas a partir de todas análises da pesquisa, com intuito de focar em alguns pontos que ressaltam, evidenciando várias inquietudes e possíveis caminhos a serem trilhados. Posteriormente, serão retomados, o problema e os objetivos da pesquisa, considerações metodológicas gerais, e propostas de trabalhos futuros.

Durante toda a análise já apresentada, vários pontos foram ressaltados, alguns com grande impacto no resultado da pesquisa, aparecendo várias vezes nos diálogos e análises. Para facilitar a compreensão e encadeamento das ideias, esses pontos serão divididos em **forças técnicas e/ou metodológicas** – sendo as estratégias que tiveram impacto positivo e devem ser mantidas e ainda ampliadas, e ainda as **limitações técnicas e/ou metodológicas** – que foram as estratégias que não tiveram o impacto esperado, precisam ser revistas, melhoradas ou substituídas em novas versões da pesquisa.

Em relação às principais forças técnicas e metodológicas apresentadas durante essa pesquisa, seguem algumas ponderações que devem ser mantidas e ampliadas em novas edições:

**a) A alternância de funções:** a ideia de alternar periodicamente a função de montador e o programador, apresentou um ótimo funcionamento, uma vez que acaba por oferecer uma experiência de percepção de limitação e potencialidade aos participantes, baseado no terceiro e quarto “Princípios da Experiência Educativa” de Dewey: Continuidade e Interação. Essa autopercepção de limitação e por consequência sua completude no outro, acaba por fortalecer a consciência que, sem entrosamento e cooperação, a dupla não chega à solução, fortalecendo a empatia e cooperação. Essa hipótese foi reforçada pelas falas dos participantes nos grupos focais, ficando muito evidente a autopercepção deles em relação à isso. No entanto, é importante ressaltar a percepção que, de uma forma geral, quando os sujeitos deixam a etapa individual e iniciam a etapa em duplas, existe uma quebra de engajamento individual, medido pela variável F, e uma recusa ao trabalho em duplas, de acordo com as falas dos grupos focais. Esse fato pode se dar, tanto pelo fato de estar executando uma função que não lhe agrada – programador ou montador, quanto pela necessidade de interação e comunicação intensa com o colega, o que aparentemente não é comum no cotidiano dos sujeitos, de acordo com as falas dos grupos focais. Da mesma forma, é interessante perceber, que após 2 oficinas em dupla, o engajamento médio retoma níveis anteriores, mostrando uma adaptação dos sujeitos ao novo

processo de criação, mais exigente de comunicação e com dependência direta do colega no sucesso da dupla, e conseqüentemente seu próprio sucesso.

**b) Estratégia *BabySteps*:** A estratégia de divisão de problemas em partes menores, incrementalmente solucionáveis, iterativas, usando pontos de segurança onde o projeto funciona parcialmente, mostra ter muita aderência ao pensamento reflexivo, pois é totalmente baseado em hipóteses e testes incrementais. Essa estratégia fortalece a lógica do *FastFail*, que da mesma forma, propõe a geração e teste de hipóteses o mais cedo possível, eliminando erros e falsos positivos, oferecendo pressupostos corretos aos participantes, o que norteia suas decisões de forma assertiva e mais clara.

**c) Postura Tutor/Professor:** É fundamental a mudança de postura do professor, de provedor de informação e fonte de respostas, para problematizador e fonte de perguntas, como preconizado por Dewey nos primeiros dois “Princípios da Experiência Educativa”: Autoridade – baseada na democracia, e Liberdade. No modelo aqui utilizado, a postura do tutor tende a gerar independência, autonomia e compromisso do aprendiz com sua aprendizagem, além de favorecer a criação de hipóteses e exercitar o pensamento reflexivo nos aprendizes a todo instante. A metodologia utilizada nesta pesquisa libera o tutor da definição do que é errado ou certo, uma vez que o aprendiz pode descobrir isso por si próprio, exercitando uma das características do FLOW – controle do próprio desempenho, ao executar as etapas de hipótese (E3), elaboração mental (E4) e verificação pela ação (E5). Ao completar o pensamento reflexivo e ter sucesso, o sujeito percebe-se autônomo e capaz, e ao equilibrar sua habilidade com o desafio proposto, entra em estado de FLOW, e como propõe Csikszentmihalyi, tende a gerar o crescimento da complexidade do *self* e fortalecimento da autoestima.

**d) Reflexão da aprendizagem:** Refletir verbalmente em grupo sobre sua própria aprendizagem, dificuldades e limitações, ao final de cada oficina, mostra ter vários efeitos positivos. Primeiro, parece gerar empatia, pois o colega percebe que o outro tem as mesmas dificuldades e problemas, não está imune a erros e decepções. Segundo, traz à tona, sentimentos, situações e conflitos, consigo e com os outros, e se bem conduzido, cria espaço para prática da fala e escuta democrática e livre. Terceiro, ao revisitar os erros e acertos, o aprendiz mostra tomar consciência de suas escolhas, traçando um caminho mental entre suas decisões e as conseqüências observadas, percebe os caminhos mais acertados e caminhos mais errôneos, valoriza o pensamento reflexivo e a ideia do erro como parte do processo de

aprender.

Em relação às limitações técnicas e metodológicas apresentadas, seguem algumas considerações e propostas para novas pesquisas e futuras implementações da metodologia:

**a) Ajustes de conteúdos:** Na etapa básica – Instrumentalização, é necessário trabalhar mais os conteúdos de variáveis, troca de valores, variáveis temporárias, sem se estender à vetores ou listas. Os conceitos de testes lógicos simples com condições E e OU precisam ser reforçados. Em relação ao Arduino, nessa etapa é necessário oferecer o primeiro contato com todos os sensores e atuadores que serão utilizados. Na etapa intermediária – Complexificação, uma proposta é apresentar a estratégia *BabySteps*, por ter mostrado grande diferencial no grupo que utilizou a mesma na pesquisa, mesmo que aparentemente eles tenham feito uso dela de forma inconsciente. Já, na etapa avançada – Criatividade, seria interessante abordar de forma simples, boas práticas de programação, pois o grupo precisa perceber o valor de um código simples, limpo, sem redundâncias e menos sujeito a falhas, além da alteração completa da metodologia da etapa avançada, que será abordada à seguir.

**b) Limitações técnicas:** A conexão do Scratch 2.0 *offline* com o Arduino apresentou vários defeitos durante seu uso nas oficinas, não oferecendo *feedback* do erro, imprescindível para testes de hipóteses. É obrigatório em novas edições, ajustar essa falha ou utilizar outra plataforma para programar em blocos usando o Arduino, mas com a mesma interface simples e funcional do Scratch.

**c) Baixa motivação para produzir hipóteses:** Como apresentado na análise, os participantes parecem ter dificuldade em passar da etapa diagnóstico (E2) para hipótese (E3), executando bem a E2 mas não chegando na E3, uma vez que entende e descreve o problema, mas sequer chega a construir uma hipótese. Seria essa etapa intermediária E2→E3, um gargalo comportamental criado por um modelo de aprendizagem que prioriza dar respostas prontas e diretas para vencer conteúdo – usando apenas o pensamento comum descrito por Dewey, ao invés de problematizar e exercitar a autonomia, valorizando a tentativa individual e a formação de hipóteses – que é mais demorada e gera possíveis erros? A falta de disposição para gerar hipóteses, pode ter relação à necessidade de “energia de ativação” descrita por Csikszentmihalyi, como sendo decorrência da baixa motivação intrínseca pelo aprender? Ou seria apenas a reprodução do *modus operandi* da metodologia usada na sala de aula, por muitas vezes mecânica, conteudista e não problematizadora?

**d) Validação heterônoma ao invés de validação autônoma:** Ainda relacionado ao

tema da postura do tutor/professor e da baixa motivação para produzir hipóteses, aqui será analisada essa questão pela visão dos sujeitos da pesquisa. Foi constatado que 5 dos 6 sujeitos de pesquisa, ao invés de fazer uma validação autônoma das suas hipóteses, uma vez que tinham todo o material e ferramental para isso, buscavam constantemente a validação heterônoma, ou seja, baseavam o seu sucesso ou fracasso, fortemente no julgamento externo do professor, mostrando baixa motivação intrínseca e necessidade de motivação extrínseca constante. Isso gerou baixa autonomia e baixo compromisso consigo mesmo e com sua aprendizagem, não oferecendo controle do próprio desempenho, e conforme Csikszentmihalyi, pode estar mostrando baixa motivação intrínseca. Para o autor, esses sintomas podem levar à entropia psíquica, fazendo com que esses jovens, frente à problemas ou dificuldades da escola e da vida, não alcançam a “energia de ativação” necessária para seus desafios, tornando-os muito voláteis e suscetíveis a desistir ao se deparar com dificuldades cotidianas. O autor ainda pontua que entre os efeitos da entropia psíquica a longo prazo, estão a baixa autoestima, ansiedade, introspecção, infelicidade e, em um grau mais profundo, a depressão, uma vez que os sujeitos não alcançam sucessos rompedores de seus limites, e entram em um círculo vicioso de desistências frente à desafios.

**e) Interferência na externalização:** Esse é um ponto metodológico a ser analisado com mais pesquisa e discussão com pares, para não cair no senso comum. Existiu uma clara interferência do “cantarolar a música” no momento da programação da dupla D1 na OF8, parecendo refutar a ideia que os jovens fazem várias coisas que exigem concentração ao mesmo tempo. Fica evidente no vídeo, que o participante está concentrado e executando uma lógica coerente ao apenas “escutar a música”, e quando começa a cantarolar a mesma, instantaneamente começa a fazer coisas aleatórias e sem sentido no seu projeto. Ao cantarolar, ele é aparentemente incapaz de externalizar ou empregar o nível de raciocínio exigido pela programação, como se bloqueasse o canal do raciocínio da programação. Algumas dúvidas metodológicas surgem com essa constatação: Será que a liberdade de escutar a música gera mais prejuízo pela falta de foco, ou gera mais benefício por exercitar o autocontrole? O mais importante é o conteúdo e a solução do problema, ou seria o exercício da autonomia com consciência do prejuízo que a falta de foco gera na produtividade? Seria mais importante os jovens experimentarem seus limites e potencialidades, ou aprenderem de uma vez a serem produtivos e focados? Ainda, nesse caso, os participantes conseguem ter consciência de seus limites e potencialidades, percebendo que o cantarolar atrapalhou muito, ou é necessário um

*feedback* mais intenso e individualizado para tal oferecer essa percepção? Por fim, a saída seria simplesmente, impedir acesso à demais tecnologias ou distrações durante as oficinas? Se sim, onde fica a liberdade, autonomia e autocontrole, propostas fundamentais de Dewey?

**f) Metodologia da etapa Criatividade:** a etapa avançada – Criatividade, precisa ser redesenhada para potencializar a questão criativa e produtiva, buscando o equilíbrio entre organização/entregas parciais e liberdade/autonomia. O PBL se mostrou incompatível com a proposta de se construir um projeto complexo de robótica educacional. Algumas explicações para isso podem ser a falta de gestão no projeto, não favorecendo ciclos de pensamento reflexivo e divisão do problema em partes menores, solucionáveis, conectadas e incrementalmente complexas. Essa lacuna deverá ser preenchida, buscando-se um modelo de metodologia de *FabLabs*, *Makerspaces* que use esses princípios, entendidos aqui como fundamentais, que permitam autonomia no “como fazer”, mas deixando o “o que fazer” mais controlado e com etapas de Hipótese (E3) e Verificação pela Ação (E5) mais claras e mensuráveis.

Frente à limitação da metodologia da etapa de Criatividade, foi submetido e aprovado um projeto de doutorado sanduíche pelo edital PDSE/CAPES - processo 88881.134685/2016-01, na cidade de Roma – Itália, junto à Universidade de Roma Tre. Foi escolhida a referida universidade, pelo ótima aproximação com o LTE – Laboratório de Tecnologias Audiovisuais, que trabalha com temas da educação na cibercultura e sociedade em rede, além de Roma ser um dos berços do movimento *Maker* da Europa, sendo sede europeia da *Maker Faire* - maior feira do mundo nessa área, e uma cidade possuidora de uma extensa rede de mais de 20 *FabLabs*, públicos, privados e escolares.

Como fruto desse estágio de estudos em Roma, estão sendo produzidos dois trabalhos científicos: **a) PNSD:** uma pesquisa sobre os fundamentos, características e resultados parciais do *Piano Nazionale della Scuola Digitale*, projeto do MIUR – *Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca*, que desde 2012 trabalha com um projeto de 140 milhões de euros por ano, para reinventar as escolas italianas, criando o que eles chamam de *Scuola 2.0*, baseado em melhorias em infraestrutura, equipamentos, formação docente, digitalização e desburocratização de serviços educacionais, atualização de currículos olhando para profissões dos próximos 30 anos, visto que a Itália passa por uma crise de profissionais qualificados que, segundo apresentação do próprio MIUR, pode estagnar o país em 15 anos. O projeto é bastante audacioso, utiliza recurso de vários ministérios e conta com 35 metas,

divididos em 3 eixos, que serão detalhados na pesquisa, que ao final apresentará os resultados parciais apresentados em um evento pela Ministra Valéria Fedeli; b) **Cenário FabLabs de Roma**: uma pesquisa sobre os fundamentos dos principais modelos de FabLabs do mundo, contando com entrevistas feitas aos 3 principais espaços de Roma, sendo: *Roma Makers* – espaço privado autossustentável mantido por profissionais liberais, que atende arquitetos, profissionais da saúde, artesãos e escolas, *FabLazio* – espaço público estadual ligado à rede europeia de incubadoras *Business Innovation Center*, que atende startups, estudantes e professores universitários e escolas, e a *Fondazione Mondo Digitale* – espaço público municipal, mantido pela *Comune di Roma*, que atende especialmente escolas públicas.

A pesquisa com os FabLabs, teve como objetivo, identificar a aproximação dos 3 modelos com escolas e buscar responder a lacuna identificada na metodologia da terceira etapa das oficinas. Durante as entrevistas, foi apresentado o Professor Leonardo Zaccone, que trabalha junto ao grupo *Roma Makers*, criando material e metodologias didáticas, apoiando a implantação dos FabLabs nas escolas - chamado Atelier Criativo. O mesmo se colocou à disposição para apresentar em detalhes as metodologias, porém somente após o retorno das atividades acadêmicas em 60 dias, ficando como trabalho futuro dessa pesquisa.

Ainda, fora da metodologia em si, ressaltou na OF9, o tema da gestão de conflitos e confrontos em ambientes de aprendizagem. Acredita-se que a escola tem, ou deveria ter, profissionais habilitados e preparados para fazer essa gestão, mas fica a indagação: Qual a importância oferecida para isso? Como é feita a gestão cotidiana de conflitos e confrontos em um ambiente de aprendizagem? Onde jovens aprendizes discutem suas emoções? Como as habilidades socioemocionais são tratadas em todo o ecossistema escolar? Como é possível um ambiente sadio para a aprendizagem, caso sejam ignoradas as habilidades socioemocionais?

Em relação ao problema de pesquisa: **Qual o potencial da Robótica Educacional para provocar experiências de estado ótimo de FLOW e potencializar a criatividade em estudantes, por meio de uma metodologia baseada na resolução de problemas?**, e o objetivo geral de: **compreender qual o potencial de uma experiência de Robótica Educacional provocar o estado ótimo de FLOW, conhecido como experiência autotélica, e com isso desenvolver a criatividade**, é possível dizer que os resultados da presente pesquisa, apontam para a ideia que, a robótica educacional conjugada com uma metodologia que privilegie a solução incremental e conectada de problemas, com materiais de apoio adequados, tanto físicos – como computadores e kits robóticos, quanto lógicos – como

softwares, e a presença de um tutor problematizador, tem grande potencial de exercitar e implementar o pensamento reflexivo, passando por todas suas etapas de forma sistemática e intencional. Conectado a isso, o exercício do pensamento reflexivo com uso da robótica educacional e a metodologia já citada, tem grande potencial de oferecer *feedback* e metas claras aos participantes, condições fundamentais para uma experiência de FLOW, e devido às análises de características do FLOW apresentadas, levar à experiências autotéticas, reconhecidas pela literatura pelo seu efeito potencializador da criatividade.

A metodologia das oficinas, em geral se mostrou muito profícua, equilibrando simplicidade de execução, baixo custo de materiais e infraestrutura, necessidade média de conhecimentos técnicos do tutor, que não precisa ser um *expert* em computação ou eletrônica, bastando ter conhecimentos de informática e estudar a plataforma Arduino. O conjunto das características citadas, faz crer que existe viabilidade de aplicação da metodologia em escolas públicas e privadas brasileiras, objetivos que sempre estiveram no horizonte dessa pesquisa, obviamente desde que se tenha formação e apropriação técnica e metodológica adequadas.

Em termos da metodologia da pesquisa, está no horizonte a possibilidade de execução de novas edições ou variações da mesma, por esse motivo, todos passos metodológicos foram documentados e justificados, assim como os métodos de análise claramente definidos e difundidos abertamente. Novas pesquisas com base nessa, ou derivações da mesma, não só são aceitas como fortemente estimuladas, uma vez que o universo da programação de computadores para crianças e robótica educacional está ainda em gestação, e precisamos ainda de milhares de pesquisas e experimentações para tornar essa ciência madura.

Ainda, após todas as análises, contrapontos, indagações e considerações, várias questões se mostram inacabadas, e entre elas se sobrepõe o seguinte problema de pesquisa futura: Indivíduos que usam estratégia de solução de problemas com etapas curtas, iterativas e conectadas, conhecida como *BabySteps*, priorizando testes de hipóteses precoces e iterativos com a lógica *FastFail*, tendem a usar mais o pensamento reflexivo e ter mais FLOW, e com isso encontrar soluções mais elaboradas e em menos tempo?

Da mesma forma, se propõe pesquisas futuras com amostragens maiores e estatísticas mais aprofundadas, podem responder uma inquietude: O exercício intencional e sistemático do pensamento reflexivo através da robótica educacional, pode construir um processo potencializador de características da criatividade, como a Extensão dos Limites e Originalidade? Ainda, esse processo pode ser generalizável para pesquisa com outros

públicos?

Por fim, após a metodologia funcional (não definitiva, pois nunca será), validada em laboratório e posteriormente em escolas, a intenção é publicar na íntegra com materiais de apoio e exemplos, em livro digital sob licença *open source*, para ser distribuída digitalmente para todas escolas, *FabLabs* ou quaisquer espaços de aprendizagem que tiverem interesse, utilizando e apoiando a constante e eterna pesquisa de melhoramento do modelo.

Como panorama geral da minha formação como pesquisador em educação, o sentimento maior é de gratidão e dever temporariamente cumprido, visão alargada e cada vez mais o compromisso com a transformação do Brasil pela educação.

## 8 POSFÁCIO

Em um resgate de minha carreira como pesquisador, iniciei o mestrado por cobrança do Professor Adriano, em 2012, e sem eu sequer imaginar, em um semestre estava completamente apaixonado pela educação. Ainda no mestrado, ao mesmo tempo que aprendia o valor de uma boa reflexão filosófica, entendi que a transformação da educação se faz na escola, nos espaços formais e informais, na praça, na interação com o outro, seja ele um aprendiz novato, que chamamos de estudante, ou um aprendiz experiente, que chamamos de professor. Ainda no mestrado, compreendi o valor de uma experiência na educação, norteado pelo grande pensador John Dewey. Concluí o mestrado com muito mais dúvidas que respostas, atordoado com o distúrbio da queda das cercas do meu quintal mental, pois agora já podia enxergar longe no horizonte.

Ato contínuo da defesa do mestrado, já iniciei o doutorado, onde a experiência foi outra: chegou o momento do aprofundamento, do amadurecimento, da reflexão, do olhar ponderado, do descarte do senso comum. Durante o doutorado, conheci Mihaly Csikszentmihalyi e a sua teoria do FLOW, e outro distúrbio me toma, pois agora, as montanhas lá no fundo do meu horizonte sumiram, oferecendo uma visão longínqua, que gera ao mesmo tempo ansiedade e excitação. Já apaixonado pela educação, descobri na programação de computadores e robótica educacional um caminho para praticar a educação para a autonomia, liberdade, emancipação e democracia, sonhada por John Dewey e tantos outros pensadores da educação. Na etapa final, a felicidade de ser escolhido pelo edital Programa Doutorado Sanduíche no Exterior da Capes. Oportunidade que me levou a morar em Roma, que além de oferecer enriquecimento cultural, me oportunizou conhecer de perto, excelentes iniciativas do uso da tecnologia educacional da Itália e toda Europa.

Com tudo isso, me apaixonei pela minha tese, mergulhei fundo, vivi ela, conversei com ela várias vezes, agradei a ela por me dar tanto sentido à vida, briguei várias vezes com ela, fiz as pazes em todas, dormi e acordei pensando nela, tive experiências riquíssimas de FLOW, de seis, oito até dez horas contínuas, ao ler, pesquisar, escrever, analisar, reescrever e reanalisar ela. Sonhei com uma educação onipresente e onipotente, onde cada indivíduo seja respeitado, valorizado, estimulado e transformado, ao seu tempo, à sua maneira, com seus limites e potencialidades, com excelência e equidade. Esse sonho foi tão profundo, que virou minha missão de vida, e investirei o melhor de mim nisso, até o último dos meus dias.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Eunice M. L. Soriano de; FLEITH, Denise de Souza. Contribuições teóricas recentes ao estudo da criatividade. S/D. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0036a.html>>. Acesso em: 15 de mai. 2015.

ALVES, Jorge.; MARQUES, Maria José.; SAUR, Irina.; MARQUES, Pedro. Creativity and innovation through multidisciplinary and multisectoral cooperation. Blackwell Publishing. 2007. Disponível em: <<http://administracion.uexternado.edu.co/matdi/innovaNeg/lecturas/Art%204.pdf>>. Acesso em: 15 de mar. 2015.

AMABILE, T.M. & Tighe, E. Questions of creativity. Em J. Brockman (Org.), Creativity (pp. 7-27). New York: Touchstone. 1993.

AMABILE, T.M. Attributions of creativity: What are the consequences? Creativity Research Journal, 8,423-426, 1995.

ARAÚJO, A. M. P. Aplicação do Método *Problem-based Learning* (PBL) no de Curso de Especialização em Controladoria e Finanças. Congresso Internacional de PBL. São Paulo, 2010.

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social, ETD - Educação Temática Digital, v. 12, n. Esp., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ARAÚJO, U. F. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior. Summus Editorial, São Paulo, 2009.

ARIETI, S. Creativity. The magic synthesis. New York: Basic Books. 1976.

BANZI, Massimo. Primeiros passos com o Arduino. Novatec Editora LTDA. São Paulo: 2012.

BERBEL, N.A.N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas. Interface — Comunicação, Saúde, Educação, v.2, n.2, 1998.

BILICH, Feruccio. Gestão da Criatividade, Inovação e Conhecimento. 1ª ed. Lisboa, Editora Silabo, 2004.

BIRCH, Paul.; CLEGG, Brian. Criatividade nos negócios: um guia para empresários, gerentes e administradores de empresas. São Paulo: Clio, 1995.

BONO, Edward de. O Pensamento lateral na administração. 1 ed. São Paulo:Saraiva, 1995.

BOUD, D.; FELETTI, G. The challenge of problem-based learning. Londres: Kogan Page, 1999.

BYRD, Jacqueline. Creatix – Empower yourself to innovate, 2010. Disponível em: <<http://www.creatrix.com/SampleClassic.pdf>>. Acesso em 26 jun. 2015.

CASTILHO, Maria Inês. Robótica na educação: Com que objetivos?, Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002.

CHURBA, C. La Creatividad - un enfoque dinamizador de las personas y las organizaciones, Ediciones Dunken, Buenos Aires. 1995.

CSIKSZENTMIHALYI, M. A descoberta do Fluxo. São Paulo: Rocco. 1999.

CSIKSZENTMIHALYI, M. A Psicologia da Felicidade. São Paulo: Saraiva. 1992.

CSIKSZENTMIHALYI, M; LARSON, R. *Being Adolescent: Conflict And Growth In The Teenage Years*. New York: Basic Books. 1984.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Creativity. New York: HarperCollins. 1996.

CSIKSZENTMIHALYI, M. Sobre o Estado de Flow. 2004. Disponível em: <[http://www.ted.com/talks/mihaly\\_csikszentmihalyi\\_on\\_flow](http://www.ted.com/talks/mihaly_csikszentmihalyi_on_flow)>. Acesso em 26 out. 2015.

CYRINO, E. G., TORALLES-PEREIRA, M L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. Rio de Janeiro: Cad. Saúde Pública. v.20, n.3, p. 780-788, 2004.

D'ABREU, João Vilhete. Ambiente de aprendizagem baseado no uso de dispositivos robóticos automatizados. In BARANAUSKAS, M. Cecília;

MAZZONE, Jaures; VALENTE, José Armando (org). Aprendizagem na era das tecnologias digitais. Editora Cortez, São Paulo, 2007.

DAHMS, M. L. Problem Based Learning in Engineering Education. 12th Active Learning in Engineering Education Workshop, Caxias do Sul, Brasil, 2014. Disponível em: <[http://vbaco01.ucs.br/aleEvento/images/files/Proceedings\\_ALE\\_2014\\_final\\_ion.pdf](http://vbaco01.ucs.br/aleEvento/images/files/Proceedings_ALE_2014_final_version.pdf)>. Acesso em: 04 fev. 2015.

DEWEY, John. Como Pensamos. São Paulo: Companhia Editorial Nacional, 1959.

DEWEY, John. *Experiência e educação*: textos fundantes de educação. Petrópolis: Vozes, 2010.

EDUScratch. *Site do Scratch para Educadores*. Disponível em: <<http://eduscratch.dge.mec.pt>>. Acesso em: 21 out. 2015.

FELDMAN, David. Henry.; CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly.; GARDNER, Howard. *Changing the world: a framework for the study of creativity*. Westport: Praeger Publishers, 1994.

FILHO, Lourenço. *Introdução ao estudo da escola nova*. 14. ed. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2002.

GARDNER, Howard. *Inteligências múltiplas: A teoria na prática*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1995.

GATTI, Bernardete Angelina. *Grupo focal na pesquisa em ciências sociais e humanas*. Brasília: Líber Livro, 2005. v. 10. Coleção “Pesquisa em Educação”.

GUILFORD, J. P. ‘Creativity’, *American Psychologist*, 5: 444-454, 1950.

GUILFORD, J. P. *The structure of the intellect model: its use and implications*. New York: Mack Graw Hill, 1960.

GURGEL, Marcos Freire. *Criatividade e Inovação: uma proposta de gestão da criatividade para o desenvolvimento da inovação*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://inei.org.br/inovateca/dissertacoes/Criatividade%20e%20Inovacao%20-%20Marcus%20Gurgel%20-%20COPPE%202006.pdf>>. Acesso em: 10 de mar. 2015.

HADGRAFT, R. , HOLECEK, D. V. *Towards total quality using problem-based learning*. In. *International Journal of Engineering Education*, Britain, v.11, n. 1, p. 8-13, 1995.

HEKTNER, Joel M., SCHMIDT, Jennifer A., CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. *Experience Sampling Method: Measuring the Quality of Everyday Life*. Thousand Oaks, California: Sage Publications. 2007.

HERNANDEZ, Antonio Francisco Rodríguez. *La dimensión social de la creatividad*. México: Trillhas, 2008.

HIAM, Alexander. *Marketing Para Leigos*. Alta Books Editora. 2010.

IOCHIDA, L. C. *Os sete passos*. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina / Departamento de Medicina 2001. Disponível em: <<http://www2.unifesp.br/centros/cedess/pbl/setep.pdf>> . Acesso em: 15 jan. 2015.

ISAKSEN, Scott G.; LAUER, Kenneth J. *The climate for creativity and change in teams*. *Creativity and Innovation Management*, v. 11, n. 1, 2002.

JOHNSON, Steven. De Onde Vêm As Boas Ideias. 2011.

LEGO.com MINSTORMS. *Home*. Disponível em: <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com>>. Acesso em: 21 out. 2015.

LOCH, Clesar Luiz.; AMORIM, Luciana Martins.; SCHMIDT, Luciane Lehmkuhl. Criatividade, trabalho e empreendedorismo. Encontro Nacional de Empreendedorismo, v. 1, Florianópolis: ENEMPRE, 2003.

MARQUES, Maria T. P. M. Recuperar o engenho a partir da necessidade, com recurso às tecnologias educativas: contributo do ambiente gráfico de programação Scratch em contexto formal de aprendizagem. Universidade de Lisboa, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/847>. Acesso em: 20 out. 2015.

MARTINS, D. B. Avaliação de habilidades e de atitudes em abordagem de problem-based learning no ensino de controle gerencial. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Contabilidade, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2013.

MASI, Domenico de. Criatividade e grupos criativos. Rio de Janeiro: Sextante, 2002.

MASLOW, A. H. Religions, Values, and Peak Experiences. Columbus: Ohio State University Press, 1964.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY - MIT. Disponível em: <<http://web.mit.edu>>. Acesso em: 12 set. 2015.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. Novatec Editora LTDA. São Paulo: 2012.

MITRE, S. M. *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(Sup 2), p. 2133-2144, 2008.

NAKANO, Tatiana de Cássia. PRIMI, Ricardo. A Estrutura Fatorial do Teste de Criatividade Figural Infantil. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. Vol. 28 n. 3, pp. 275-283, 2012.

NAVEGA, Sérgio. Por Que Criatividade é tão importante? Disponível em: <<http://www.intelliwise.com/seminars/criativi.htm>>. Acesso em: 12 de abr. 2015.

OLIVEIRA, Zélia Maria Freire de. Criatividade: concepções e procedimentos pedagógicos na pós-graduação stricto sensu. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.btd.uceb.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1727](http://www.btd.uceb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1727)>. Acesso em 10 de mar. 2015.

OLIVEIRA, Karina da Silva; WECHSLER, Solange. Indicadores de Criatividade no Desenho da Figura Humana *Psicologia Ciência e Profissão*, vol. 36, núm. 1, enero-marzo, 2016, pp. 6-19.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2007.

PAPERT, Seymour. *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PARK, S. H. Impact of Problem-Based Learning (PBL) on teachers' beliefs regarding technology use. Thesis (Doctoral in Philosophy). Faculty of Purdue University, West Lafayette, Indiana., 2006.

PENAFORTE, J. C. John Dewey e as raízes filosóficas da aprendizagem baseada em problemas. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. C. (Org.). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. São Paulo: Hucitec/ESP-CE, 2001.

PUCCIO, Gerard J. Two dimensions of creativity: level and style. The international Center for Studies in Creativity, 1999. Disponível em: <<http://www.buffalostate.edu/orgs/cbir/Readingroom/html/Puccio-99a.html>>. Acesso em 26 Jun. 2015.

Q'QUIN K.; BESEMER S.P. "Using the Creative Product Semantic Scale as a Metric for Results-Oriented Business." *J. Compil.*, 15(1): 34-44. 2006.

QUEIROZ. PBL, problemas que trazem soluções. *Revista Psicologia, Diversidade e Saúde*, Salvador, dez. 2012; 1(1): 26-38.

RAMALHO, Priscila. *John Dewey: educar para crescer*. Disponível em: <<http://educarparacrescer.abril.com.br/aprendizagem/john-dewey-307892.shtml>>. Acesso em: 19 out. 2015.

RHODES, M. *An analysis of creativity*, Phi Beta Kappen, 1961.

RIBEIRO, L. R. C. *A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em Engenharia*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

RIBEIRO, L. R. C., MIZUKAMI, M. G. N. Problem-based learning: a student evaluation of an implementation in postgraduate engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), p.137-149, 2005.

RODRIGUES M.L.V., FIGUEIREDO J.F.C. *Aprendizado centrado em problemas*. *Medicina, Ribeirão Preto*, 29: 396-402, out./dez. 1996.

SARERY J. R.; DUFFY, T.M. *Problem-based learning: an instructional model and*

its constructivist framework. In. FOGARY, R. (ed.). Problem-based learning: a collection of articles. Arlington Heights: Skylight, 1998, p.72-92.

SCHMIDT, H. G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical Education*, v.27, p. 422-432, 1993.

SCHONS, Claudine; PRIMAZ, Érica; WIRTH, G. A. Pozo. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem, disponível em [inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2217.pdf](http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2217.pdf). Acesso em: ago. 2015.

SILVA FILHO, M. V. *et al.* Como Preparar os Professores Brasileiros da Educação Básica para a Aprendizagem Baseada em Problemas? Universidade Federal Fluminense. Congresso Internacional de PBL. São Paulo, 2010.

SOARES, M. A. Aplicação do método de ensino Problem Based Learning (PBL) no curso de Ciências Contábeis: um estudo empírico. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2008.

STEIN, Morris. Stimulating creativity. New York: Academic Press, 1974.

STERNBERG, Robert J. The Assessment of Creativity: An Investment-Based Approach, 2012. Disponível em: [http://www4.ncsu.edu/~jlnietfe/Creativity\\_&\\_Critical\\_Thinking\\_Articles\\_files/Sternberg%20\(2012\).pdf](http://www4.ncsu.edu/~jlnietfe/Creativity_&_Critical_Thinking_Articles_files/Sternberg%20(2012).pdf). Acesso em 28 Jun. 2015.

TORRANCE, E. P. Torrance tests of creative thinking. Figural forms A and B. Benseville: Scholastic Testing Service, 1990.

VILLAS-BOAS, V., MARTINS, J. A. Projeto Engenheiro do Futuro: promovendo as engenharias entre os estudantes de ensino médio. *Revista Dynamis*. FURB, Blumenau, v.12, n. 2, p.03-17, edição especial. 2012.

WALLAS, Graham. Art of thought. New York: Harcourt, Brace and Company, 1926.

WELLS, Anne J. Variations in mothers' self-esteem in daily life. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol 55(4), Oct 1988, 661-668.

WINNICOTT, D.W. “Distorções do ego em termos de falso e verdadeiro self”, in Winnicott (1960): O Ambiente e os Processos de Maturação, Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.

*Journal of Personality and Social Psychology*, Vol 55(4), Oct 1988, 661-668.

XU, Fanggi.; RICKARDS, Tudor. Creative Management: A predicted Development from Research into Creativity and Management. *Creative and*

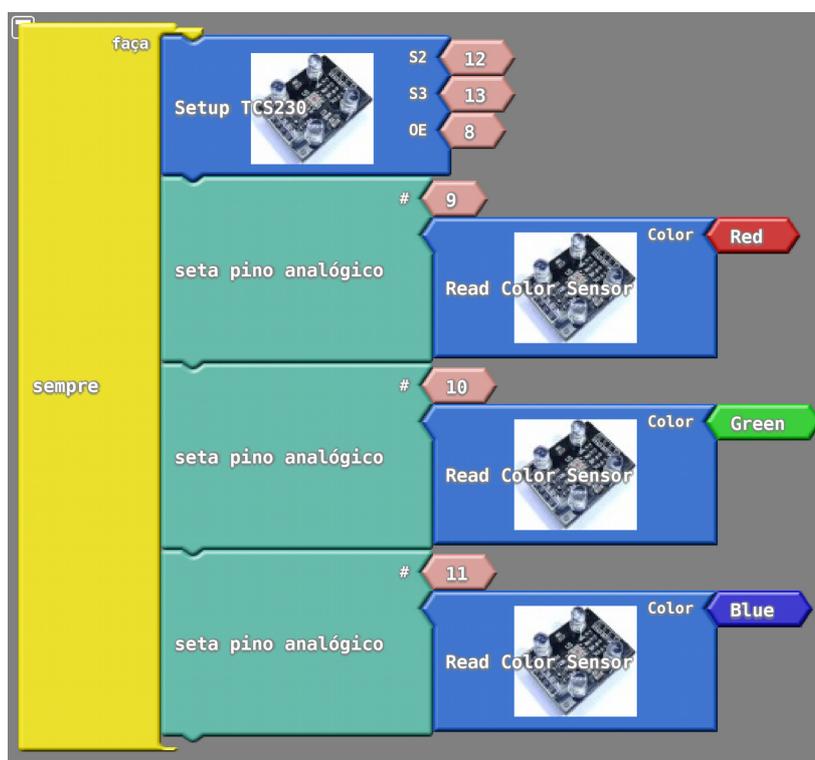
Innovation Management. Oxford-United Kingdom. 2007.

ZILLI, Silvana do Rocio. A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e práticas, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.

## ANEXO I - ARDUBLOCK

O Ardublock é uma linguagem de programação com blocos, semelhante ao Scratch, que teve sua primeira versão publicada no site oficial foi dia 14 de fevereiro de 2011, quando nem existia ainda uma interface gráfica funcional. Nessa época, os desenvolvedores David Li e HE Qichen estavam testando as bibliotecas para interação com o Arduino e a interface gráfica OpenBlocks.

Figura: Área de comandos do Ardublock em português.



Fonte: Site <http://teachduino.paginas.ufsc.br/>

Compatível com o Windows, Linux e MAC, no site oficial<sup>20</sup> é possível conhecer tutoriais, exemplos e materiais desenvolvidos pelos criadores e por uma comunidade de mantenedores, que traduzem a ferramenta para chinês, inglês, francês, italiano, japonês, português, russo, entre outros idiomas. Existem vários vídeos e tutoriais<sup>21</sup> disponíveis, e ainda trabalhos científicos publicados<sup>22</sup>, como por exemplo do 5º Workshop de Robótica Educacional - WRE 2014.

<sup>20</sup> Site Oficial Ardublock: <http://blog.ardublock.com/> acesso em outubro de 2015.

<sup>21</sup> Exemplo de tutorial em: <http://labduino.blogspot.com.br/2014/04/primeiros-passos-com-o-ardublock.html>, acesso em outubro de 2015.

<sup>22</sup> Anais do WRE 2014, em: [http://www.natalnet.br/wre2014/Anais\\_WRE2014.pdf#page=29](http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf#page=29), acesso em outubro de 2015.

## ANEXO II – DUINOBLOCKS

Desenvolvido em 2014 no Laboratório Virtual Didático - LabVad, da UFRJ, o DuinoBlocks tem uma interface amigável, simples de usar e gera automaticamente o código em Wiring, linguagem do Arduino, permitindo embarcar seu código para o Arduino funcionar de forma autônoma ou apenas converter para conhecer o resultado dos blocos em código.

O projeto de pesquisa foi realizado pelo estudante Rafael Machado Alves, então mestrando do PPGI/UFRJ (Área de Informática, Educação e Sociedade), sob orientação do Prof. Dr. Fábio Ferrentini Sampaio, tendo sido premiado no Concurso de Teses, Dissertações e TCC do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014). Existem algumas publicações<sup>23</sup> pela Revista Brasileira de Informática na Educação, apresentando a proposta da plataforma quando ainda estava em concepção.

As principais estruturas lógicas de programação do ambiente DuinoBlocks foram abstraídas a partir do conceito de Blocos: estrutura visual equivalente às instruções textuais na linguagem de baixo nível Wiring, sendo que o mesmo é gratuito e funciona em Windows e Linux.

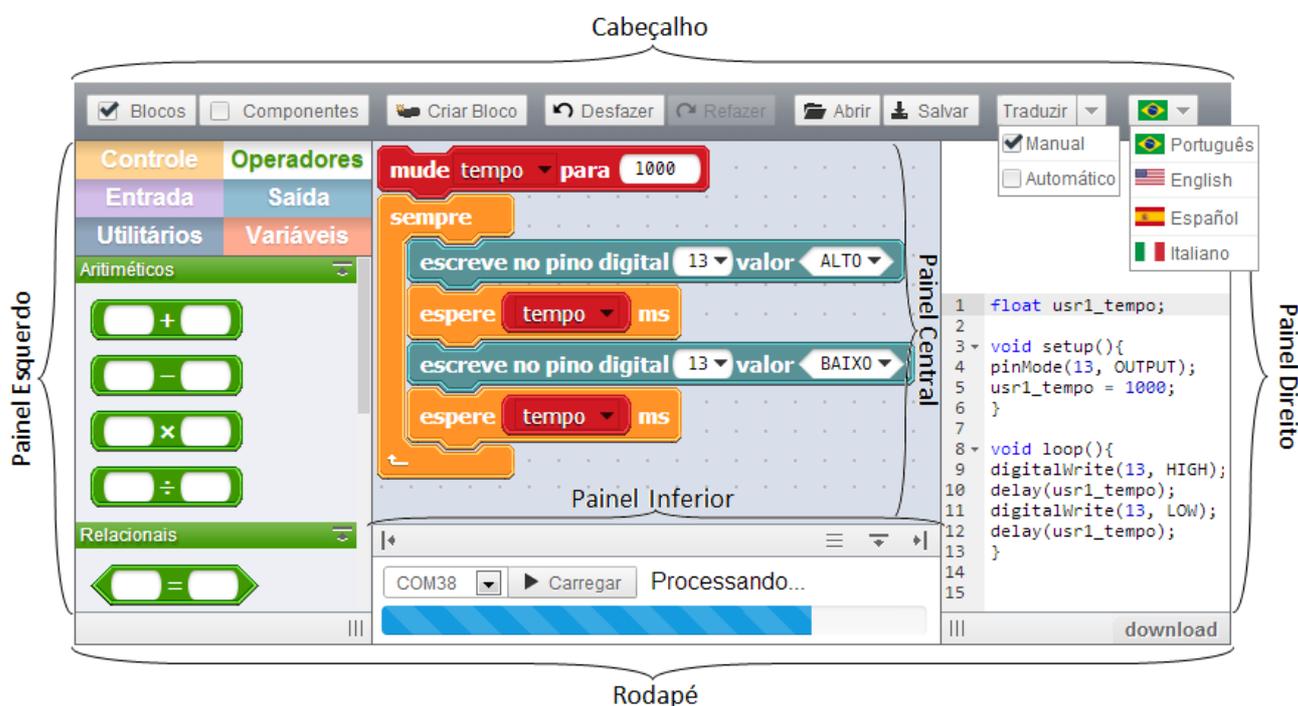
O ambiente DuinoBlocks conta ainda com um conjunto de funções matemáticas, trigonométricas e de conversão de valores, além de variáveis que podem ser criadas pelo usuário para entrada de dados de outros blocos.

Com os comandos e as mensagens em português, italiano, inglês e espanhol, sua interface de programação em blocos lembra bastante o Scratch, porém não possui o componente palco, uma vez que é direcionado para uso com o Arduino, conforme a figura a seguir.

---

23 Artigo na íntegra disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2875/2838>, acesso em outubro de 2015.

Figura: Interface padrão do DuinoBlocks.



Fonte: Site <http://docplayer.com.br>

A grande vantagem do uso do DuinoBlocks é que a programação é feita em blocos mas o resultado vai aparecendo automaticamente em Wiring em um painel ao lado, permitindo que o usuário inicie sua compreensão na linguagem oficial do Arduino, mesmo programando em blocos simples e com sintaxe reduzida, sendo uma ótima alternativa de uso intermediário para migrar para a linguagem padrão.

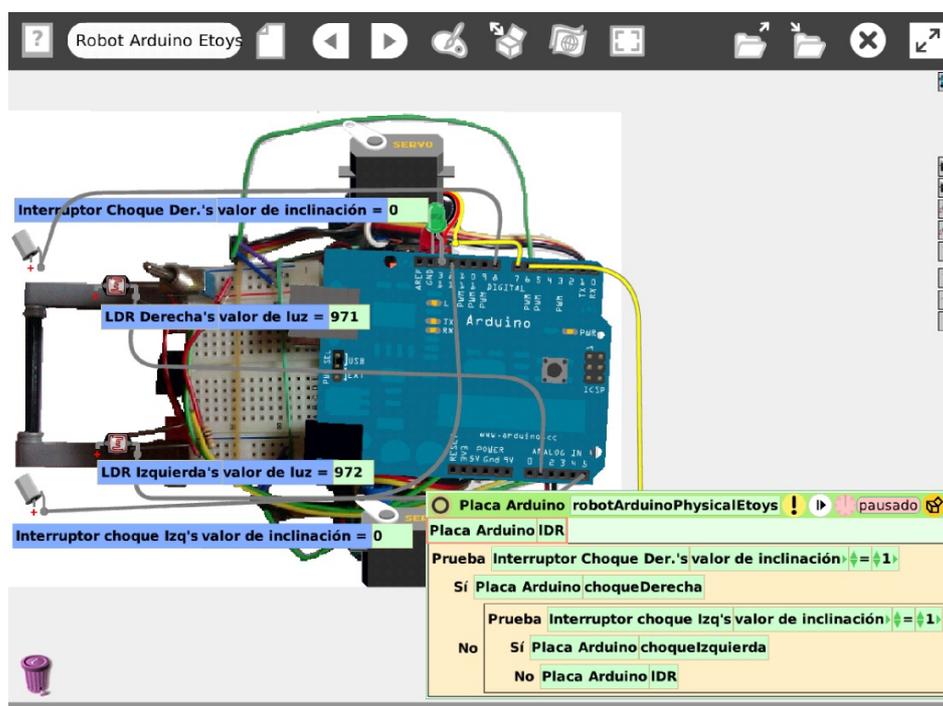
Além da versão completa do DuinoBlocks, existe um projeto chamado DB4K<sup>24</sup> que busca desenvolver uma interface web infantil e mais simplificada e mais visual para crianças usarem com o Arduino.

24 Exemplo disponível em: [http://intervox.nce.ufrj.br/~rubens.dosvoxx/ab\\_dbk/ardublockly/](http://intervox.nce.ufrj.br/~rubens.dosvoxx/ab_dbk/ardublockly/), acesso em outubro de 2015.

### ANEXO III - PHYSICAL ETOYS

Physical Etoys é uma ferramenta de programação visual que conecta computadores com o nosso mundo físico, programando objetos como robôs para realizar tarefas ou controlando objetos como desenhos na tela, conforme a figura 14. Foi desenvolvido por Gonzalo Zabala, Ricardo Moran, Sebastián Blanco e Matías Teragni da Universidad Abierta Interamericana e em 2010, ganhou o primeiro prêmio de inovação tecnológica ESUG.

Figura: Interface padrão do Physical Etoys.



Fonte: Site <http://fritzing.org>.

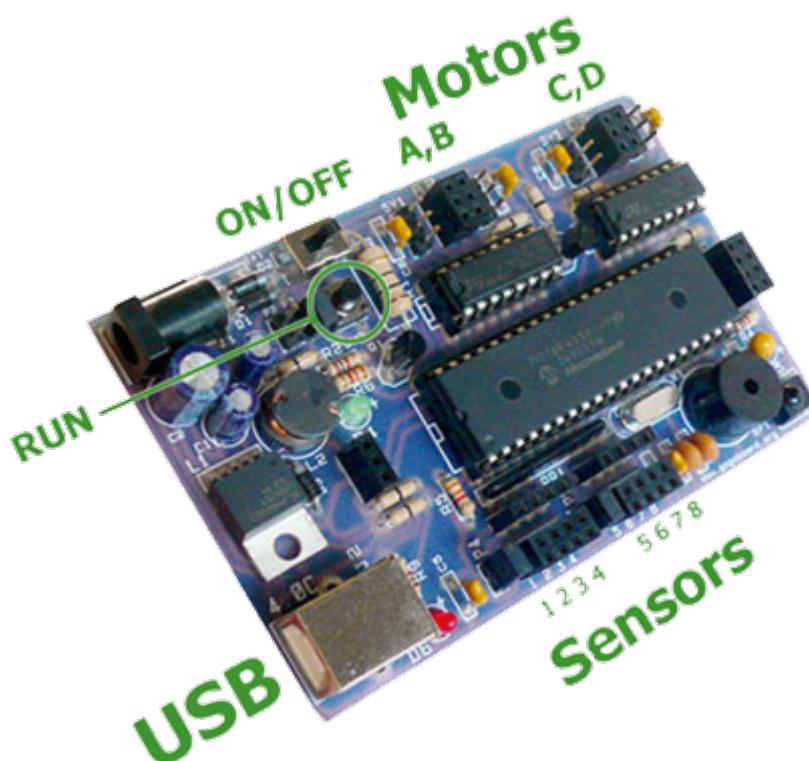
Segundo seu site oficial<sup>25</sup>, é compatível com Windows e Linux, mas não possui versão mobile. Foi adotado pelo governo argentino nos programas "Conectar Igualdad" e "Plano de Sarmiento", e na Colômbia, Indonésia, Brasil e Portugal é usado em projetos com organizações e escolas, possuindo interface em Inglês, Espanhol e Português, com suporte e desenvolvimento de novas versões prestado pelo Grupo de Investigación en Robótica Autónoma del CAETI.

25 Site Oficial em <http://tecnodacta.com.ar/gira/projects/physical-etoys/>, acesso em outubro de 2015.

## ANEXO IV - GOGOBOARD

Diferente dos anteriores, o Kit GoGoBoard é uma plataforma de hardware e software, composta de uma coleção de dispositivos eletrônicos que possui sua arquitetura eletrônica e softwares disponibilizados na Internet. Um diferencial desse kit educacional é a possibilidade de modificar o seu hardware e até mesmo o software, para atender a necessidades específicas, conforme a figura a seguir.

Figura: Demonstração da placa GoGoBoard.



Fonte: Site <http://www.molequedeideias.net>

Diversos softwares que podem controlar esse kit estão disponíveis, inclusive no site do projeto<sup>26</sup>, inclusive com exemplo e tutoriais<sup>27</sup>, contando com bibliotecas prontas que permitem sua utilização com linguagens de programação comerciais, tais como Microsoft Visual C++ e Microsoft Visual Basic.

A característica de destaque desse produto está na concepção dos idealizadores desse kit, de não comercializá-lo, mas sim disponibilizar todas as ferramentas necessárias para sua montagem. Sua principal limitação é não ser muito conhecida, possuindo menos sensores e

<sup>26</sup> Site Oficial: <http://gogoboard.stanford.edu/>, acesso em outubro de 2015.

<sup>27</sup> Exemplo disponível em: <http://www.molequedeideias.net/pg/blog/read/3647/gogo-board-o-incipio>, acesso em outubro de 2015.

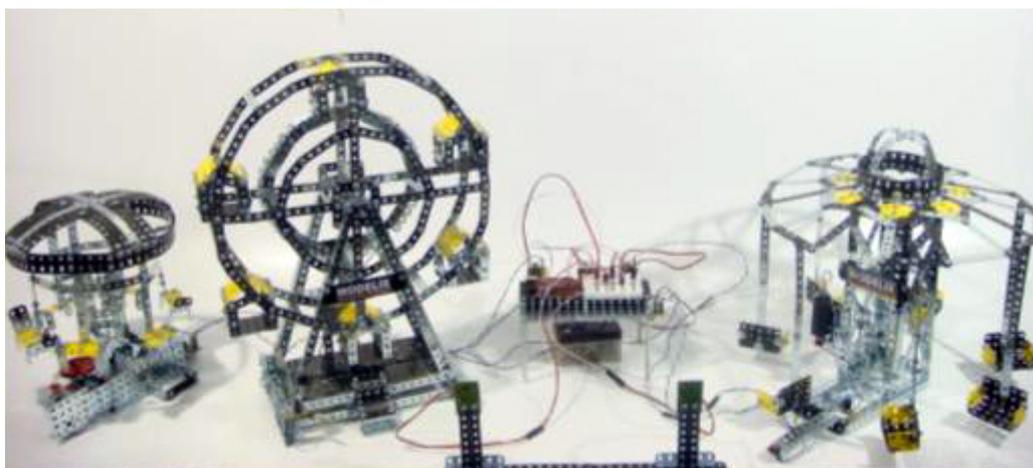
atuadores que o Arduino.

### ANEXO V - MODELIX ROBOTICS

O Modelix Robotics é um kit baseado em software e hardware, permitindo o desenvolvimento de uma grande gama de projetos com peças, motores, chassis e estruturas metálicas que permitem desenvolver projetos complexos com centenas de peças, conforme mostra a figura a seguir.

Existem vários kits diferentes para o produto, sendo suas versões mais simples, em janeiro de 2015, iniciando em R\$ 400,00 e com versões completas acima de R\$ 1.500,00, incluindo material de suporte para usuários e exemplos de projetos, muito útil para pais e professores.

Figura: Exemplos de projetos do Kit Modelix Robotics.



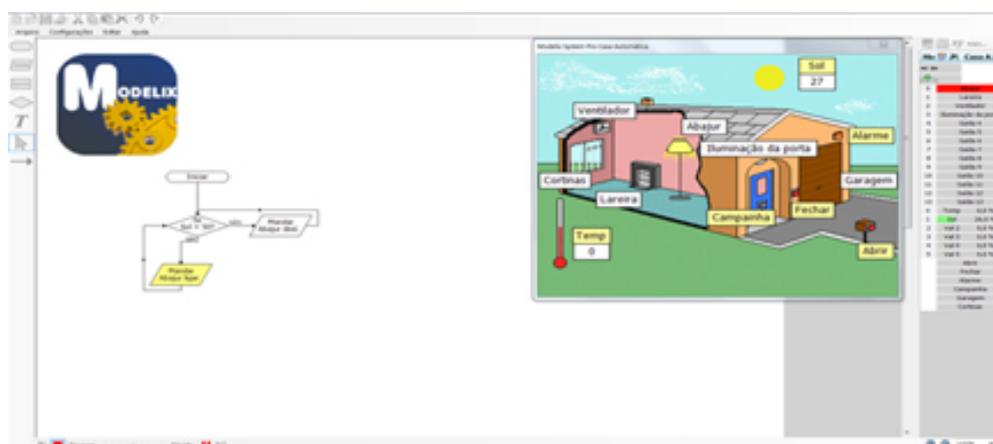
Fonte: Site <http://comphaus.com.br>

Segundo o site do fabricante<sup>28</sup>, os produtos da Modelix se caracterizam por facilitar o ingresso das crianças ao mundo da tecnologia e permitir o primeiro contato delas com a robótica, a partir da montagem de diversos projetos.

Figura: Ambiente Modelix System do Kit Modelix Robotics.

---

28 Site oficial em: <http://modelix.cc/projeto-para-implantacao-da-robotica/>, acesso em outubro de 2015.



Fonte: Site <http://comphaus.com.br>

Através do software Modelix System, apresentado na figura 17, os estudantes também são estimulados a programar movimentos para suas criações, não exigindo conhecimento em linguagens de programação, sendo ideal para o ensino prático de disciplinas como eletrônica, mecânica e programação, pois proporciona aos estudantes os conhecimentos inserção no mercado da produção tecnológica.

## ANEXO VI - ATTO

Desenvolvido pela empresa brasileira DualSystem, o kit Atto Educacional é composto de um controlador em hardware e um ambiente de programação intuitivo, além de um kit de centenas de peças em plástico e borracha, conforme a figura a seguir.

De acordo com o site do fabricante<sup>29</sup>, o kit é formado por um conjunto de peças de fácil uso, permitindo criar e executar diferentes atividades de maneira rápida e segura. Sua originalidade está em oferecer condições estimulantes e adequadas à socialização, participação ativa e aprendizagem efetiva do educando, permitindo experimentar, analisar, errar, redefinir estratégias e criar soluções.

Figura: Kit Atto KTR-10.



Fonte: Site <http://attoeducacional.com.br>

Além do kit, cujo modelo básico inicia em R\$ 1.200,00, valor em janeiro de 2015, o

---

29 Site Oficial em: <http://attoeducacional.com.br/>, acesso em outubro de 2015.

fabricante oferece formação para professores e materiais didáticos com exemplos e modelos de projetos para serem desenvolvidos por professores leigos na robótica, pais e interessados em robótica educacional com baixo conhecimento em tecnologia.

## ANEXO VII

**Ficha de Problema - 2**

**Nível:** Iniciante / Médio / Avançado      **Tempo para resolução:** 2h e 15min    **Data:** 11/06/15

**Início:** \_\_\_\_\_      **Fim:** \_\_\_\_\_      **Nº do Grupo:** \_\_\_\_\_

**Software Sugerido:** S4A / Ardublock / Arduino / Scratch 2    **Hardware Sugerido:** Arduino Uno

**Sensores / Atuadores mínimos:** Arduíno, ProtoBoard, Potenciômetro, LED's de diversas cores, Resistores, Buzzer e jumpers e sensor de luminosidade.

**Descrição do problema:** Você é contratado de uma empresa de segurança de residências e deverá desenvolver um alarme que será acionado quando o mesmo recebe uma luminosidade, por um determinado tempo (10 minutos). Assim a função do segurança é prestar monitoramento residencial.

**Documentador:** \_\_\_\_\_

**Montador:** \_\_\_\_\_

**Programador:** \_\_\_\_\_

**Pontos Críticos para a solução do Problema:**

**Hipóteses adotadas**

Horário	Descrição

**Falhas encontradas**

Horário	Descrição

*Anexar foto esquema lógico final e código final*

## ANEXO VIII

## Ficha de Análise - 2

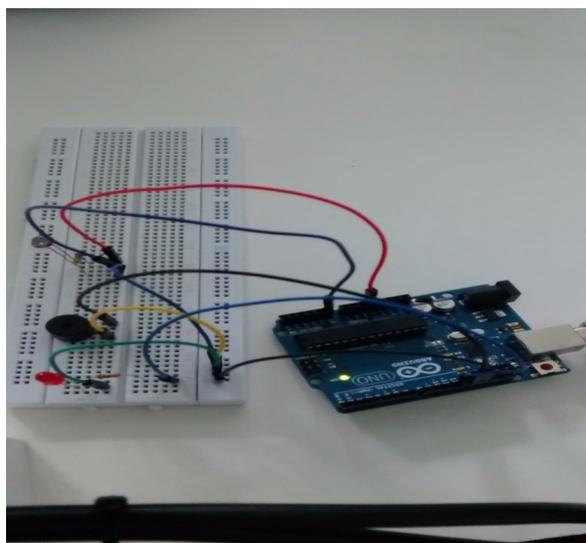
**Nome Tutor:** \_\_\_\_\_ **Tempo para resolução:** 14 hrs e 30 min  
**Data:** 11/06/15 **Início:** \_\_\_\_\_ **Fim:** \_\_\_\_\_  
**Número do grupo/Componentes e Funções do Grupo:** \_\_\_\_\_

**Software Utilizado:** S4A / Ardublock / Arduino / Scratch 2 **Hardware Utilizado:** Arduino Uno

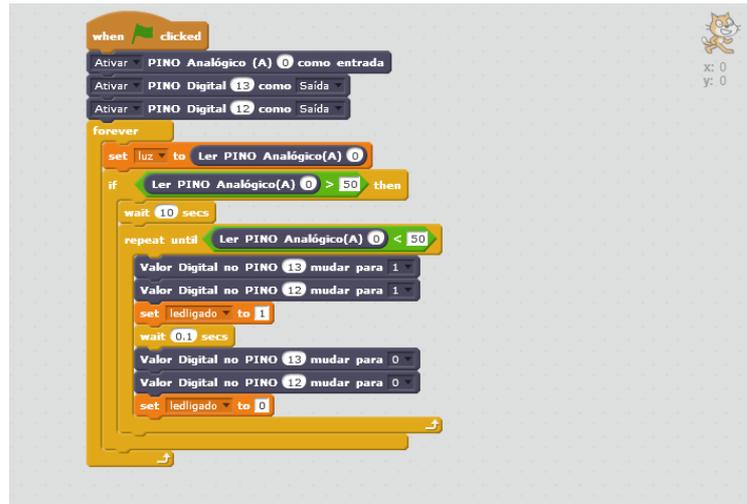
**Sensores / Atuadores Utilizados:** Arduíno, ProtoBoard, Potenciômetro, LED's de diversas cores, Resistores, Buzzer e jumpers e sensor de luminosidade.

**Descrição do problema:** Você é contratado de uma empresa de segurança de residências e deverá desenvolver um alarme que será acionado quando o mesmo recebe uma luminosidade, por um determinado tempo (10 minutos). Assim a função do segurança é prestar monitoramento residencial.

**Imagem do Circuito:**



**Imagem da Programação:**

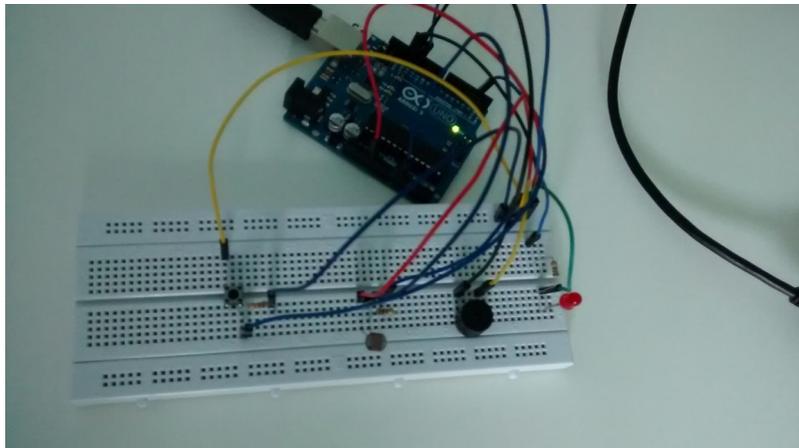


### Complemento:

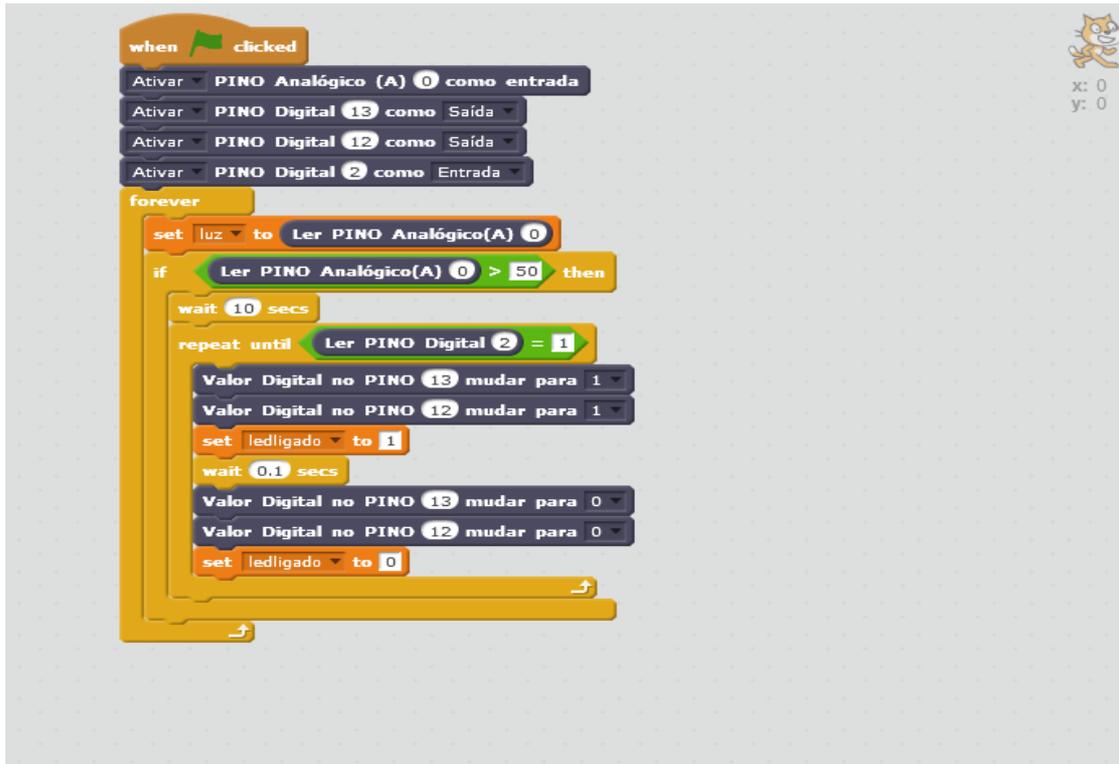
Quando o alarme da residência dispara e continua acionado mesmo que a luminosidade acabe, o segurança da empresa deverá ir até o local para desligar e verificar se não ocorreu alguma coisa.

(    ) precisou                      (    ) não precisou

### Imagem do Circuito:



### Imagem da programação:



### Ações do Grupo

Horário	Acerto/Erro/ Ajuda	Descrição

**Percepção Montador:**

**Percepção Programador:**

**Percepção Documentador:**

## ANEXO IX

**Ficha de Problema – 8**

**Nível:** Iniciante / Médio / Avançado      **Tempo para resolução:** 2h e 15min    **Data:**  
13/08/15

**Início:** \_\_\_\_\_      **Fim:** \_\_\_\_\_      **Nº do**  
**Grupo:** \_\_\_\_\_

**Software Sugerido:** S4A / Ardublock / Arduino / Scratch 2    **Hardware Sugerido:** Arduino Uno

**Sensores / Atuadores mínimos:** Arduíno, ProtoBoard, leds, botão, resistores, buzzer e servo motor

**Descrição do problema:** Após o sucesso do projeto da porta do foguete da NASA, você foi convidado a construir uma broca espacial para furar o chão de Marte procurando por água. Acontece que não possuímos nenhum detector de água, por este motivo durante a perfuração do solo de Marte, a broca deve mudar de velocidade, sendo mais lenta ou mais rápida, tanto na hora de furar quanto da hora de recolher a broca de volta para a superfície, evitando assim problemas futuros para este planeta. Seja membro desta equipe e ajude a encontrar se existe água no planeta Marte.

**Montador:** \_\_\_\_\_ **Programador:**  
\_\_\_\_\_

**Fluxograma:**



## ANEXO XI – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Amilton Rodrigo de Quadros Martins, estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada **“Uma experiência de utilização da Robótica Educacional como provocadora do estado de FLOW visando potencializar a criatividade”** cujo objetivo visa pesquisar a criatividade em jovens. Para isto, estou convidando-lhe para participar deste estudo.

Assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), científico que:

- 1 – O objetivo da pesquisa é fazer avaliação sobre criatividade;
- 2 – Para o desenvolvimento desta pesquisa será realizada a aplicação do Teste de Criatividade Figural Infantil;
- 3 – Os dados de identificação do entrevistado serão mantidos em absoluto sigilo e os resultados obtidos na pesquisa, serão utilizados, confidencialmente, apenas para alcançar os objetivos do trabalho, expostos acima, incluída possível publicação na literatura científica especializada e/ou congressos de divulgação científica;
- 4 – A propriedade intelectual dos dados da pesquisa pertence ao pesquisador;
- 5 – Os benefícios advindos da participação, do sujeito nesta pesquisa, referem-se à contribuição de dados e informações que irão servir para a construção do conhecimento científico a respeito da criatividade;
- 6- A pesquisa oferece como eventual risco apenas desconforto ao realizar as atividades propostas, e o principal benefício será compreender como desenvolver a criatividade em jovens;
- 7 – Os pais, responsáveis e participantes obtiveram todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a participação voluntária na pesquisa referida acima;
- 8 – Os pais, responsáveis e participantes estão livres para retirar a qualquer momento seu consentimento e participação nesta pesquisa;

9 – Se o participante desejar devolução dos resultados, o mesmo poderá ser solicitado ao pesquisador ao fim do estudo;

10 – O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Meridional IMED, poderá ser contatado para esclarecimentos e dúvidas a qualquer momento pelo telefone (54) 3045-9081;

11 – Em caso de dúvidas, o pesquisador fica à disposição pelo telefone 54 9115-6411, no endereço residencial Estrada do Trigo 1215, e na IMED, localizada à Rua Senador Pinheiro 304, Passo Fundo, RS;

12- A pesquisa como um todo e este Termo estão de acordo com as regras que garantem a ética da pesquisa envolvendo seres humanos, expostas na Resolução CNS 466/12;

13 – Este Termo de Consentimento é feito em duas vias, sendo que uma permanecerá em poder do participante e outra com os pesquisadores responsáveis.

Sendo \_\_\_\_\_ assim, eu,  
 \_\_\_\_\_ idade \_\_\_\_\_, RG  
 \_\_\_\_\_, residente à Rua \_\_\_\_\_ Cidade  
 \_\_\_\_\_, UF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por  
 \_\_\_\_\_, dou meu consentimento livre e esclarecido para  
 que meu (minha) filho(a) participe desse estudo.

Passo Fundo, 15 de Junho de 2016.

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do(a) Responsável

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do Pesquisador

## ANEXO XII – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

Termo de compromisso do pesquisador para utilização de dados e preservação do material com informações sobre os sujeitos

**Título do projeto:** Uma experiência de utilização da Robótica Educacional como provocadora do estado de FLOW visando potencializar a criatividade

**Pesquisador responsável:** Prof. Amilton Rodrigo de Quadros Martins

**Instituição:** Imed

**Telefone para contato:** 54 9115-6411

**Local da coleta de dados:** Laboratório de Robótica Imed

Os pesquisadores do presente projeto se comprometem a preservar a privacidade dos participantes, cujos dados serão coletados através de testes psicológicos de criatividade e filmagem no local especificado acima, e concordam igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas em posse do autor citado acima, por um período de até 12 meses da data de defesa da tese, agendada para setembro de 2016, sendo que após este período, os dados serão destruídos.

Passo Fundo, 15 de Junho de 2016.

---

Prof. Amilton Rodrigo de Quadros Martins

### ANEXO XIII – TERMO DE ASSENTIMENTO DA CRIANÇA

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa chamada “**Uma experiência de utilização da Robótica Educacional como provocadora do estado de FLOW visando potencializar a capacidade de resolução de problemas e a criatividade**” onde deverá responder um teste de criatividade. Seus pais permitiram que você participe da mesma, pois já assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Queremos observar os indicativos de criatividade em alunos de 6º ano fundamental. O único risco em potencial da pesquisa é o eventual desconforto ao responder as atividades propostas, e como benefícios poderemos conhecer melhor como a criatividade acontece.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, e ainda se você não se sentir bem ao responder, poderá desistir a qualquer momento. Sua participação estará contribuindo para o conhecimento científico, sendo que novos conhecimentos poderão ser atingidos com essa pesquisa.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos à outras pessoas, nem forneceremos à estranhos as informações que você nos der. Os resultados vão ser publicados, mas sem identificar as crianças que participaram da pesquisa. Se você tiver alguma dúvida, você pode perguntar ao pesquisador Amilton R. Q. Martins. A pesquisa será realizada no Laboratório de Robótica da IMED.

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa visto que entendi as coisas ruins (riscos) e as coisas boas (benefícios) que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar bravo. 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.

Passo Fundo, 16 de Junho de 2016.

---

Amilton Rodrigo de Quadros Martins

## ANEXO XIV – DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS OF1 a OF10

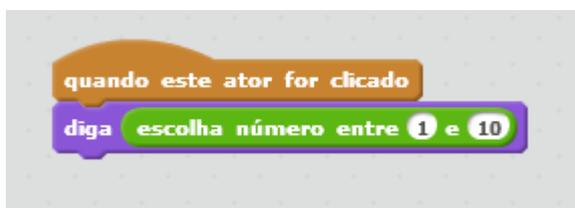
**OF1** – Oficina individual de Scratch com uso de teclado, movimento e seleção

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 1 - Movimento do sprite usando as setas** - Insira um objeto e faça o objeto se movimentar quando as setas de direção (direita, esquerda, para cima, para baixo) forem clicadas.



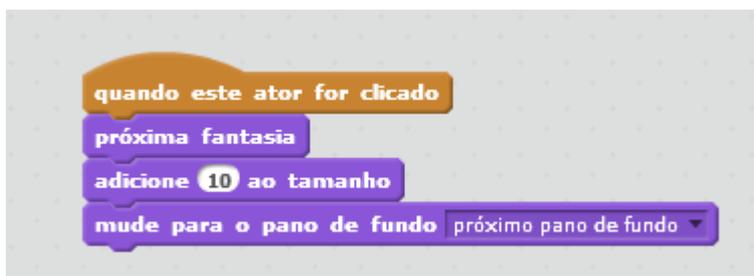
**Atividade 2 - Botão sortedor** - Exclua o sprite do gatinho, criar um objeto botão, quando o botão for clicado ele deverá sortear um número aleatório e mostrar cada vez que ele for clicado.



**Atividade 3 - Move e gira** - Insira um objeto, faça o sprite mover 60 passos para direita, girar 45° no sentido anti-horário e mover outros 60 passos, repetindo o percurso por 2 vezes, desenhando a movimentação realizada no palco usando a caneta.



**Atividade 4 – Ampliação** - Insira um sprite que contenha mais de um traje no palco. Insira mais dois palcos coloridos, fazendo que haja a troca entre os palcos. Em seguida o sprite deve trocar o traje, respectivamente, quando o objeto for clicado, sendo que o objeto deverá aumentar seu tamanho durante essa operação.



**Atividade 5 – Desafio Goleira** - O desafio de hoje é fazer uma bola ir na direção do gol e se bater nele, escrever “Gol!”.

1. Inicialmente faça o desenho da goleira e escolha ou desenhe uma bola.
2. Mude a direção da bola para 0, para ela ir na direção da goleira.
3. Acrescente na área de edição de Scripts o bloco “se, então.. senão” que fica na roteiro Controle.
4. Coloque no espaço do “se” o sensor “tocando na cor ...”.
5. Clique no quadrado da cor e escolha a cor da goleira.
6. Agora a cor no teste está correta.
7. Você pode colocar dentro do “senão” o comando MOVA para que a bola ande, se não tocar no gol. Se deixar o “senão” vazio, não acontecerá nada quando a bola não tocar no gol.
8. Dentro do bloco “se” coloque a ação que deve ocorrer quando a bola tocar o gol, ou seja, coloque o bloco “diga Gol! por 2 segundos”. (Dica: você pode editar o texto do bloco DIGA clicando e apagando o texto original.)
9. Coloque o teste “se, então...senão” dentro de um bloco “sempre” para que este teste seja feito o tempo todo. Depois coloque um controle que determine o início do script. No caso, foi pedido que a bola ande quando for clicada com o mouse, mas você pode usar outro comando.
10. Experimente fazer um jogo em que a bola ande e vire quando algumas teclas do teclado são pressionadas.

**Opcional:** que outras variações do jogo podemos fazer ?



**OF2** – Oficina individual com uso de variáveis, laços e listas

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

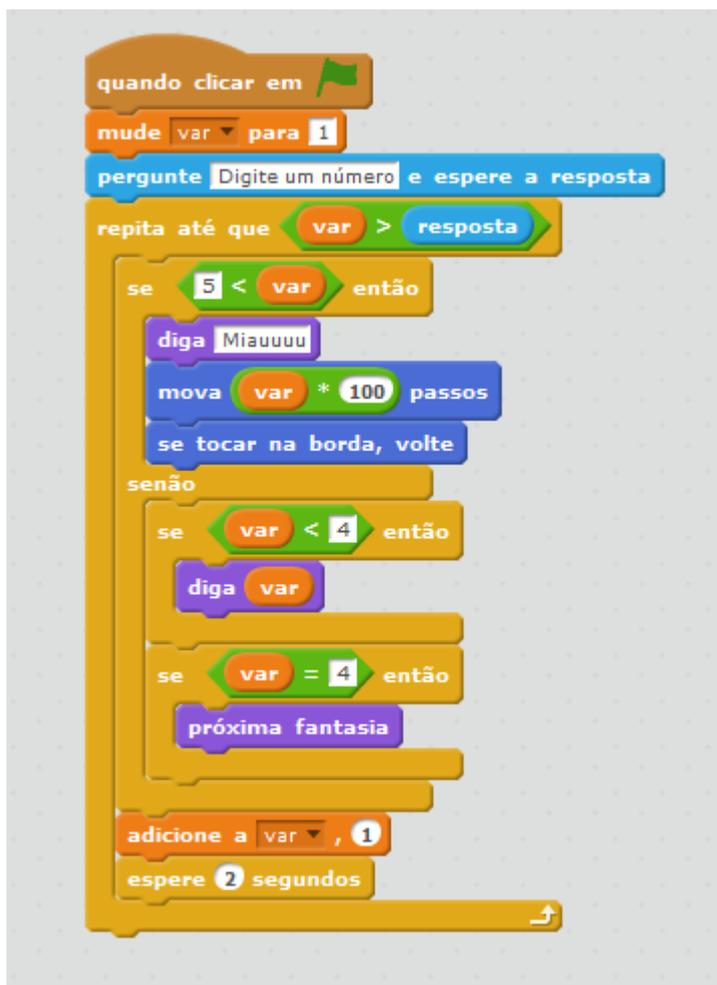
**Atividade 6 – Resposta** - Faça o sprite perguntar ao usuário que digite um valor de entrada, como exemplo o nome do usuário. Armazene este valor na variável padrão “resposta” e faça o gato dizer o

valor armazenado correspondente. Dica: A variável “resposta” é uma variável padrão para armazenar o resultado de algo que é digitado.



**Atividade 7 – Valor e comparação** - Peça ao usuário que digite um número de entrada. Crie uma variável “var” e inicialize seu valor em 1. Repita os procedimentos abaixo até que VAR seja maior que o valor de “resposta”:

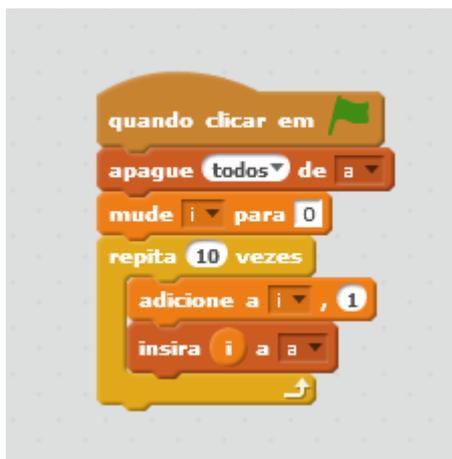
1. Se o valor armazenado em “var” for maior que 5 faça o gatinho dizer “MIAU” e andar “var” \* 100 passos (lembre-se de adicionar o comando que permite ao gatinho voltar quando atinge as bordas do cenário)
2. Senão, se o valor armazenado em “var” for igual a 4, faça com que o gatinho troque de traje;
3. Senão, se o valor armazenado em “var” for menor do que 4, faça o gatinho dizer esse novo valor;
4. Por fim, aumente o valor de “var” em 1 e faça o gatinho esperar 2 segundos;



**Atividade 8 – Produto** - Faça o sprite perguntar ao usuário que digite um número como entrada. Calcular o produto desse número com o seu antecessor e seu sucessor. Faça o gatinho dizer o produto, utilizando uma variável para calcular o produto.



**Atividade 9 – Listas de números** - Crie uma lista contendo os números de 1 a 10 usando variável, fazendo o gatinho dizer todos os elementos no final.



**Atividade 10 – Desafio Nome e Idade** - Perguntar ao usuário qual o tamanho da lista, inserindo o tamanho da lista em uma variável. Criar duas listas de nome NOME e IDADE, onde a lista NOME vai conter os nomes informados pelo usuário, e a lista IDADE vai conter as idades referentes aos nomes inseridos na outra lista. Depois de ler todos os dados, fazer o gatinho dizer os nomes e as idades respectivas, de cada elemento da lista.

**Opcional:** Que tal alterar o nome ou idade do 5º elemento ? Ou perguntar qual alterar ?



### OF3 – Oficina individual Scratch com Arduino – uso simples atuadores

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 11 – Semáforo** - Criar um semáforo que irá do verde ao vermelho, passando pelo amarelo, e que retornará depois de um intervalo de tempo, utilizando um sistema de quatro estados.

**Conectando os componentes:** A protoboard e os fios jumper serão componentes comuns em todos os projetos, por isso não os listaremos novamente como componentes necessários.

1 led vermelho

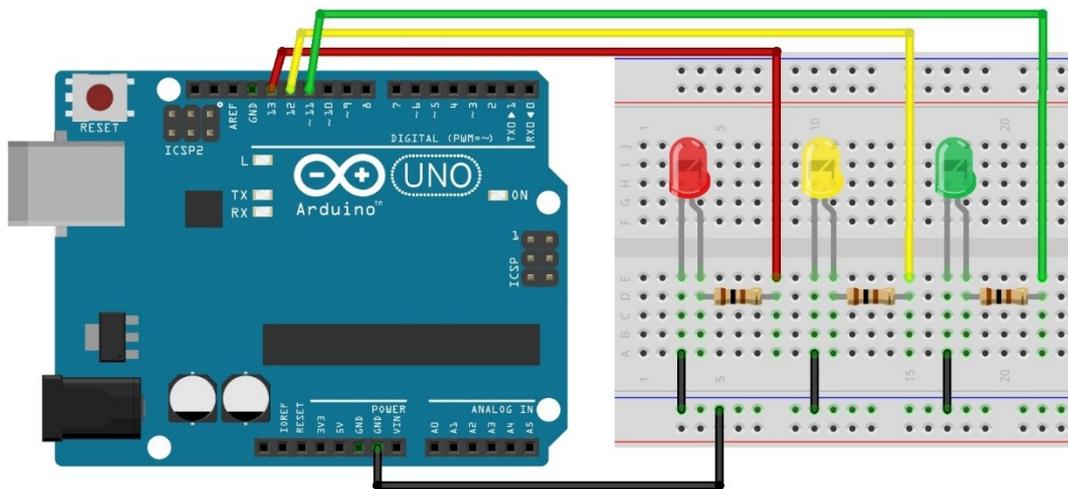
1 led amarelo

1 led verde

3 resistores de 100 ohms



Conectar o circuito como mostra a figura abaixo. Dessa vez, serão conectados três leds, com o ânodo de cada um indo para os pinos digitais 13, 12 e 11, por meio de um resistor de 100  $\Omega$  cada. Leve um fio jumper do terra do Arduino o barramento do terra da protoboard, indicado pela linha azul ou o pelo sinal de negativo “-“. Um fio terra vai do terminal cátodo de cada led para o barramento terra comum.

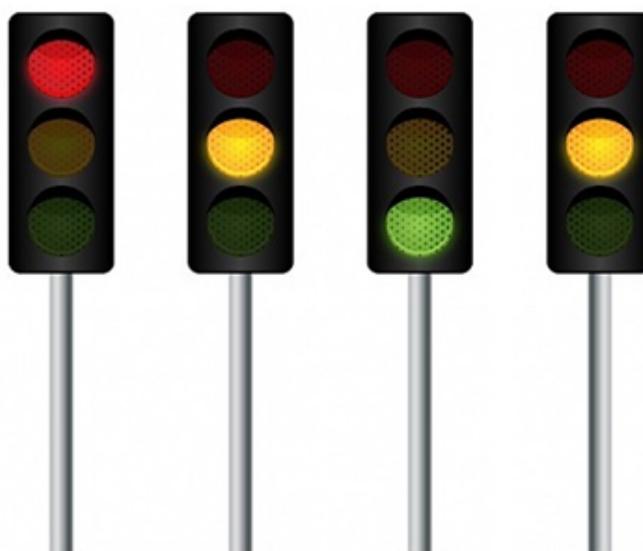


**Criando o código:** Abra o IDE do Arduino carregue o código StandardFirmata pra a placa e faça os procedimentos para o se comunicar com o Scratch como já apresentado no manual básico e crie o código conforme segue:

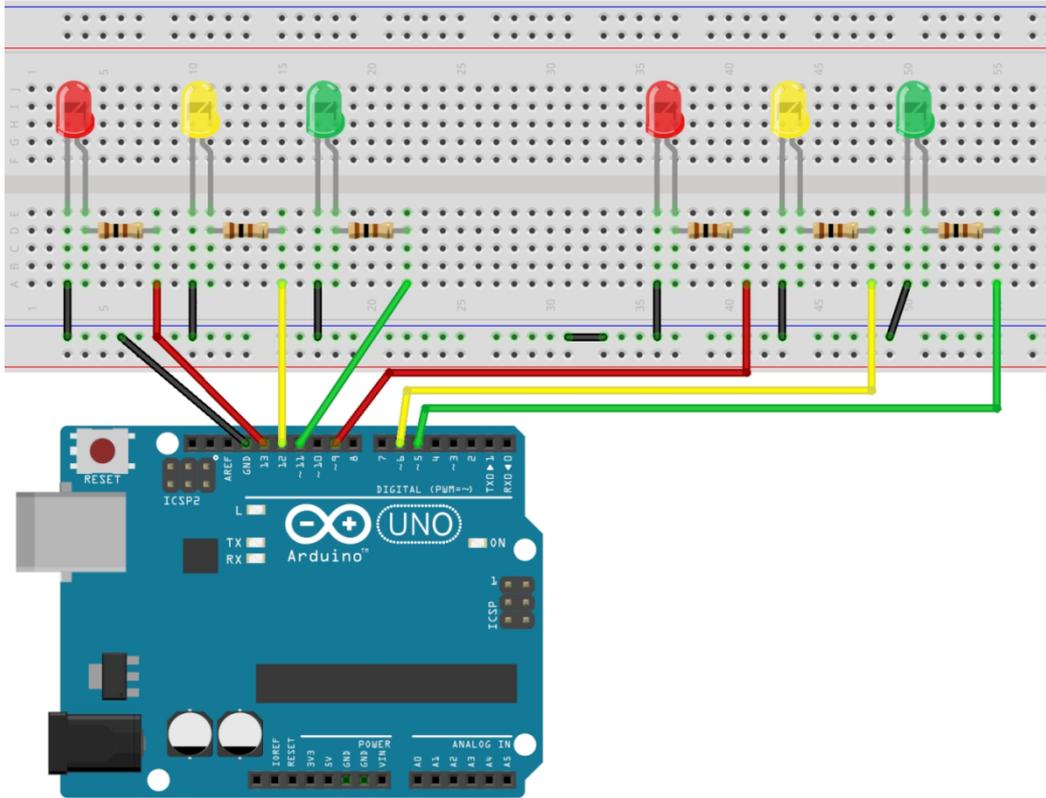
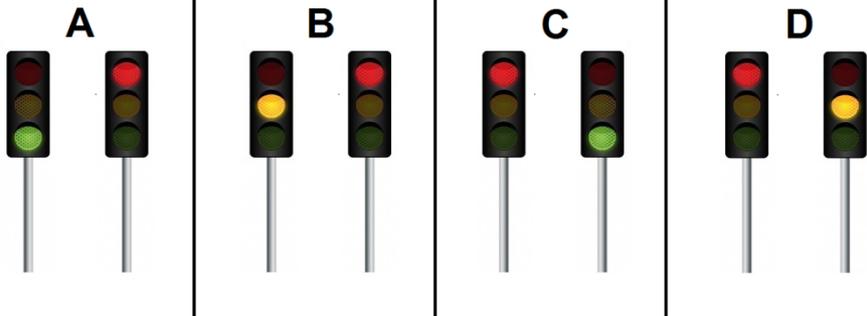
```

quando clicar em 
  mude ledVermelho para 13
  mude ledAmarelo para 12
  mude ledVerde para 11
  Ativar PINO Digital ledVermelho como Saída
  Ativar PINO Digital ledAmarelo como Saída
  Ativar PINO Digital ledVerde como Saída
  sempre
    Valor Digital no PINO ledVermelho mudar para 1
    Valor Digital no PINO ledAmarelo mudar para 0
    Valor Digital no PINO ledVerde mudar para 0
    espere 5 segundos
    Valor Digital no PINO ledVermelho mudar para 0
    Valor Digital no PINO ledAmarelo mudar para 1
    espere 2 segundos
    Valor Digital no PINO ledAmarelo mudar para 0
    Valor Digital no PINO ledVerde mudar para 1
    espere 5 segundos
    Valor Digital no PINO ledVerde mudar para 0
    Valor Digital no PINO ledAmarelo mudar para 1
    espere 2 segundos
  
```

Os leds agora atravessarão quatro estados que simulam o sistema de semáforos exemplificado na figura abaixo. Caso tenha acompanhado o projeto anterior, tanto o código quanto o hardware deste projeto devem ser evidentes. Analise o código e descubra como ele funciona.



**Opcional:** Construir dois semáforos cuidando para que eles alternem entre si seguindo a seguinte sequência:





## OF4 – Oficina individual Scratch com Arduino – uso porta digital

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 12 - Semáforo de carros e pedestres** – Criar um semáforo de carros que sincroniza com o semáforo de pedestres. O semáforo dos carros ficará sempre verde até que um pedestre aperte o botão alterando o semáforo de carros para amarelo e depois de alguns segundos para vermelho e o semáforo de pedestres para verde, após certo tempo o semáforo de pedestres piscará 5 vezes antes de voltar para o vermelho e o de carros para o estado verde.

### Conectando os componentes:

2 led's vermelhos

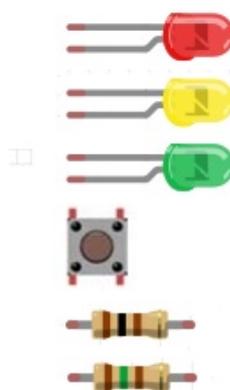
1 led amarelo

2 led's verdes

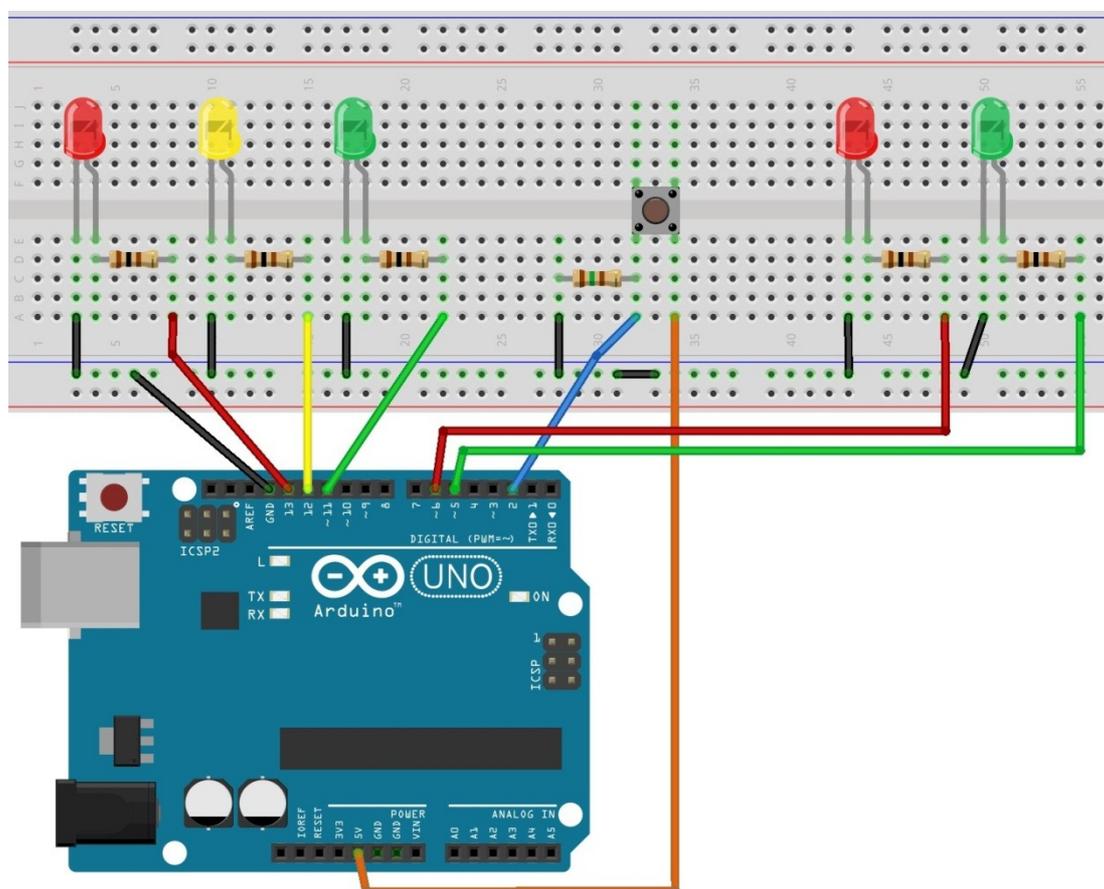
1 botão

5 resistores de 100 ohms

1 resistor de 150 ohms



Conectar o seu circuito, contendo 5 leds, 6 resistores e 1 botão, como mostra a figura abaixo:



**Criando o código:** Abra a IDE do Arduino carregue o código StandardFirmata para a placa e faça os procedimentos para sincronizar o Arduino com o Scratch, e crie o código como segue:

```

quando clicar em 
  mude ledVermelhoCarro para 13
  mude ledAmareloCarro para 12
  mude ledVerdeCarro para 11
  mude ledVermelhoPedestre para 6
  mude ledVerdePedestre para 5
  mude botao para 2
  Ativar PINO Digital ledVermelhoCarro como Saída
  Ativar PINO Digital ledAmareloCarro como Saída
  Ativar PINO Digital ledVerdeCarro como Saída
  Ativar PINO Digital ledVermelhoPedestre como Saída
  Ativar PINO Digital ledVerdePedestre como Saída
  Ativar PINO Digital botao como Entrada
  sempre
    Valor Digital no PINO ledVermelhoCarro mudar para 0
    Valor Digital no PINO ledAmareloCarro mudar para 0
    Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 1
    Valor Digital no PINO ledVermelhoPedestre mudar para 1
    Valor Digital no PINO ledVerdePedestre mudar para 0
    se Ler PINO Digital botao = 1 então
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 0
      Valor Digital no PINO ledAmareloCarro mudar para 1
      espere 3 segundos
      Valor Digital no PINO ledAmareloCarro mudar para 0
      Valor Digital no PINO ledVermelhoCarro mudar para 1
      Valor Digital no PINO ledVermelhoPedestre mudar para 0
      Valor Digital no PINO ledVerdePedestre mudar para 1
      espere 10 segundos
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 0
      espere 1 segundos
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 1
      espere 1 segundos
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 0
      espere 1 segundos
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 1
      espere 1 segundos
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 0
      espere 1 segundos
      Valor Digital no PINO ledVerdeCarro mudar para 1
      espere 1 segundos
  fim sempre

```

**Opcional:** Após completar o funcionamento, analise o código e descubra como ele funciona, faça variações e modificações à vontade.

## OF5 – Oficina individual Scratch com Arduino – uso atuador sonoro

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 13 – Alarme** – Construir um sistema de alarme, que ao pressionar o botão uma vez liga-se o alarme emitindo um sinal sonoro e acendendo uma luz. Para desligar o alarme deve-se pressionar o botão novamente emitindo outro sinal sonoro e desligando a luz.

**Conectando os componentes:**

1 led de qualquer cor



1 botão



1 buzzer



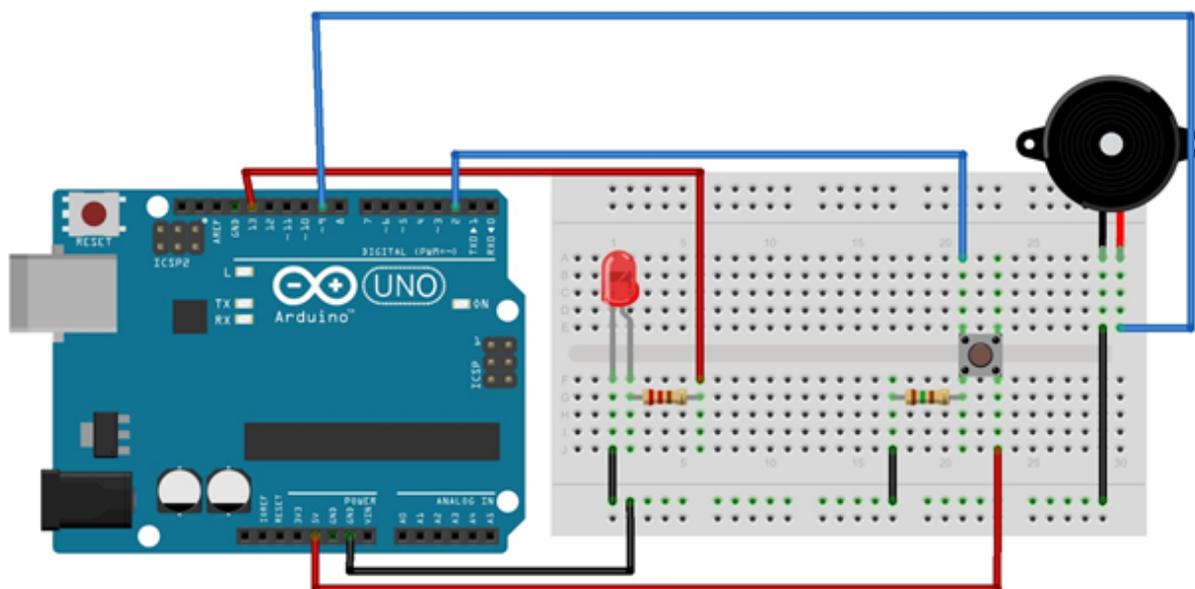
1 resistor de 100 ohms



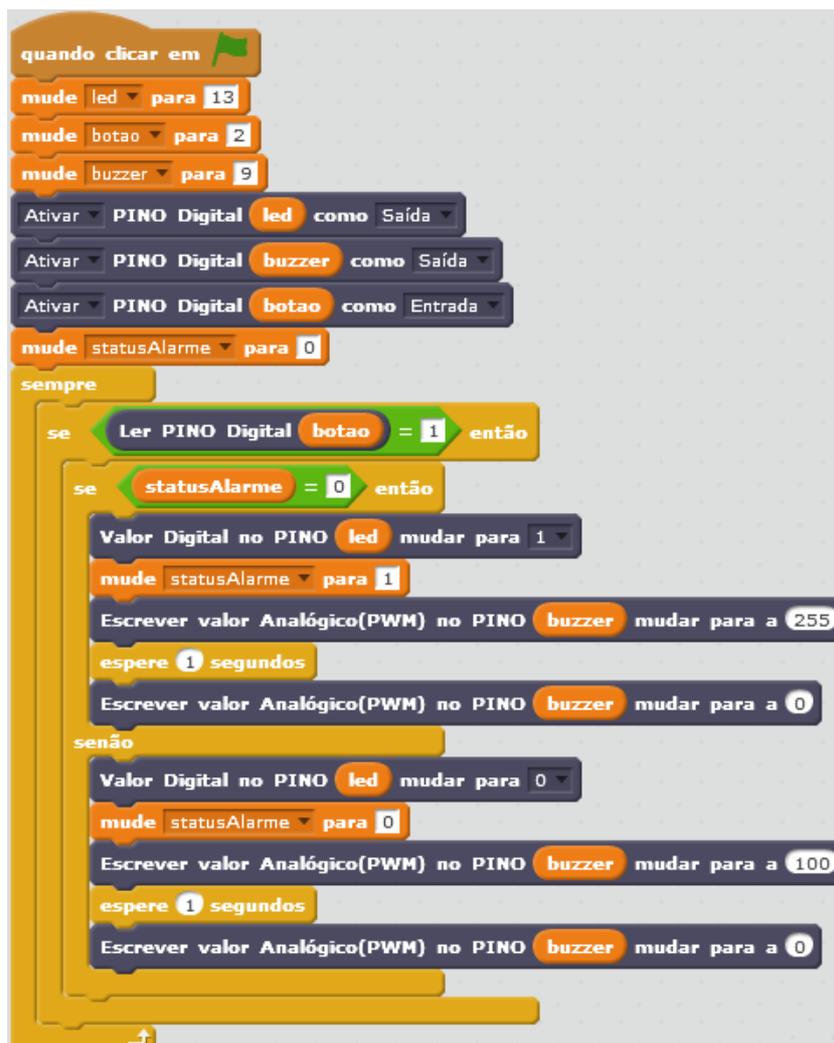
1 resistor de 150 ohms



Conecte seu circuito usando 1 led, 1 botão, 1 buzzer e 2 resistores, como mostra a figura abaixo:



**Criando o código:** Abra a IDE Arduino carregue o código StandardFirmata para a placa e faça os procedimentos para sincronizar o Arduino com o Scratch, e crie o código como segue:



**Opcional:** Após completar o funcionamento, analise o código e descubra como ele funciona, faça variações e modificações à vontade.

## OF6 – Desafio em dupla com Scratch e Arduino – Interação Físico e Virtual

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 14 – Alarme com Palco** – Construir um sistema de alarme igual ao anterior, que ao pressionar o botão uma vez liga-se o alarme emitindo um sinal sonoro e acendendo uma luz. Para desligar o alarme deve-se pressionar o botão novamente emitindo outro sinal sonoro e desligando a luz. A diferença é que um personagem no Scratch vai caminha livremente no palco, e ao se aproximar de um objetivo, vai disparar o alarme se ele estiver ligado, acendendo uma luz virtual no palco.

**Opcional:** Após completar o funcionamento, faça um jogo onde existem vários pontos no palco onde o alarme pode tocar. Sorteie de forma aleatória qual ponto dispara o alarme, diminuindo pontos no placar, e qual não dispara o alarme, aumentando pontos no placar. Crie um critério de ganhar ou perder no jogo.

## OF7 – Atividade em Dupla com Scratch e Arduino – Uso entrada Analógica

*Durante toda a oficina, após 20 minutos da troca de papéis, será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 15 – A NASA precisa de Iluminação Sequencial** – Sua dupla está concorrendo à vagas de engenheiros da NASA, e o primeiro teste é criar um sistema de iluminação para as naves, aonde o piloto possa controlar a velocidade do efeito das luzes para evitar acidente no lançamento do foguete. O acendimento dessas luzes deve ser de forma sequencial da esquerda para a direita e vice-versa. Como a atividade é em dupla, a cada 30 minutos os papéis de montador e programador serão alternados.

**Conectando os componentes:**

6 leds de qualquer cor



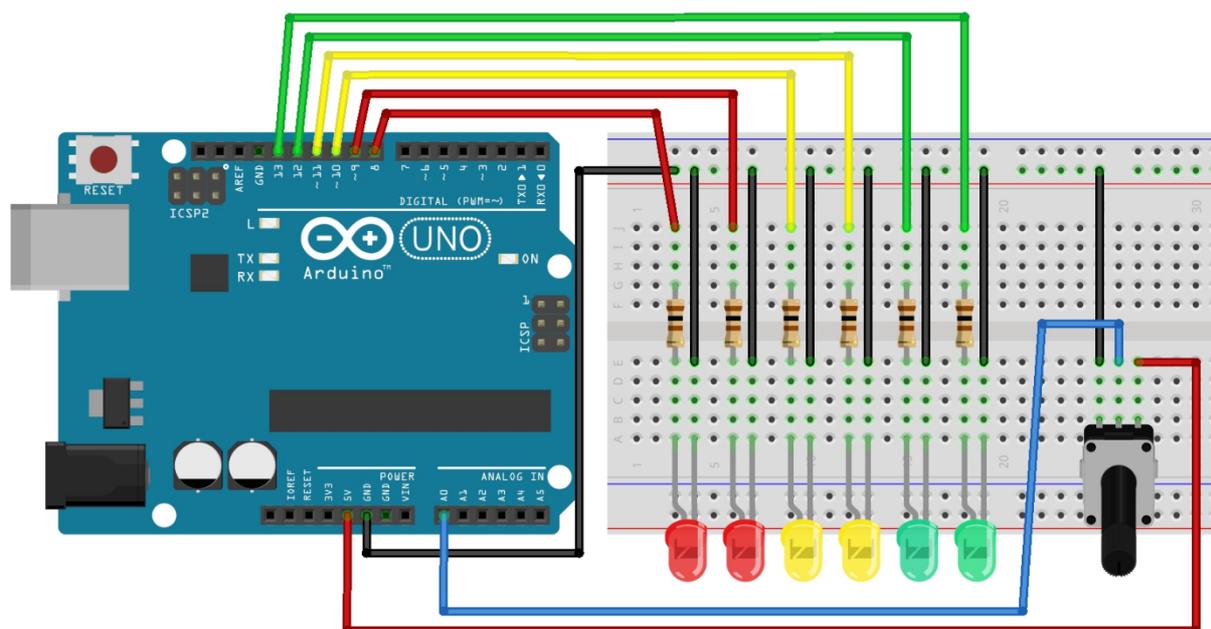
1 potenciômetro giratório de 4,7 ohms



6 resistores de 100 ohms



Conecte o circuito usando 6 leds, 1 potenciômetro, e 6 resistores, como mostra a figura abaixo:



**Criando o código:** Abra a IDE Arduino carregue o código StandardFirmata pra a placa e faça os procedimentos para sincronizar o Arduino com o Scratch, e crie o código como segue:



**Opcional:** Após completar o funcionamento, analise o código e descubra como ele funciona, faça variações e modificações à vontade.

## OF8 – Atividade em Dupla com Scratch e Arduino – Entrada Analógica e som

*Durante toda a oficina, após 20 minutos da troca de papéis, será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 16 – NASA precisa de Monitoramento de Temperatura** - Sua dupla continua concorrendo à vagas de engenheiros da NASA, e o segundo teste é criar um sistema de proteção de temperatura, para evitar que a nave superaqueça e os astronautas se sufoquem. Quando a temperatura da nave estiver entre 15 e 20 graus Celsius, deve-se acender uma luz verde indicando que a temperatura está ideal. Se a temperatura estiver entre 21 e 24 graus Celsius, acende a luz azul indicando que a temperatura não está nos valores adequados. Quando a temperatura estiver entre 25 e 28 graus Celsius, acende-se uma luz amarela indicando alerta, e quando a temperatura ultrapassar 28 graus acende-se uma luz vermelha, além de disparar um sinal sonoro. Como a atividade é em dupla, a cada 30 minutos os papéis de montador e programador serão alternados.

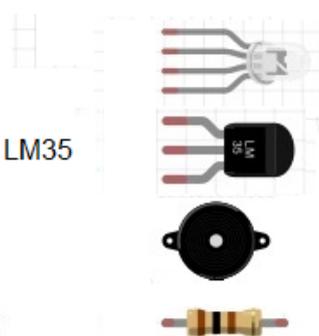
### Conectando os componentes:

1 led RGB

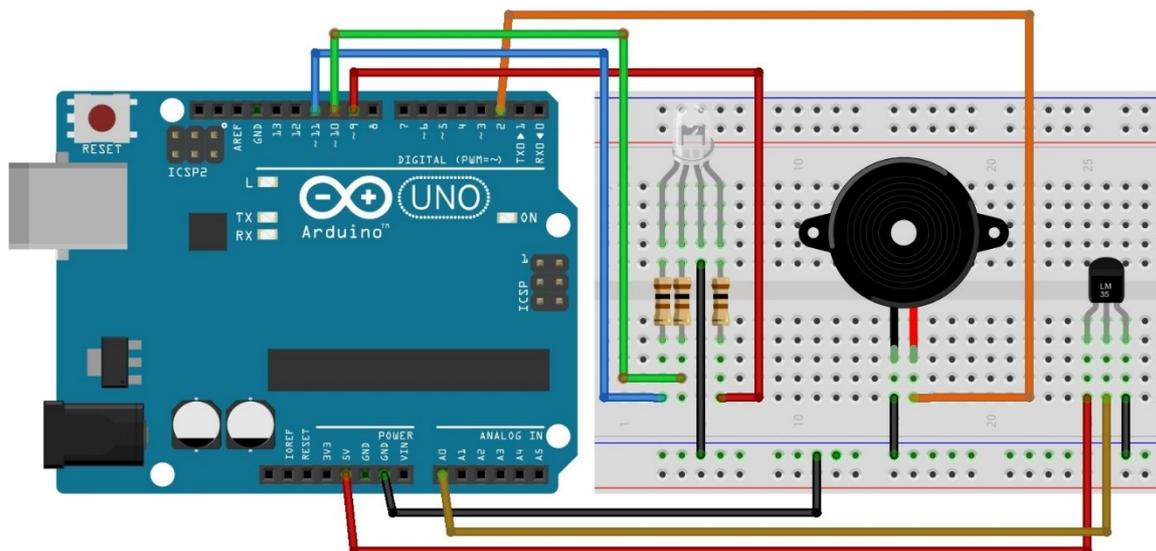
1 sensor de temperatura LM35

1 buzzer

3 resistores de 100 ohms



Conecte o circuito com 1 led RGB, 1 sensor de temperatura, 1 buzzer e 3 resistores, como mostra a figura abaixo:



**Criando o código:** Abra a IDE Arduino carregue o código StandardFirmata pra a placa e faça os procedimentos para sincronizar o Arduino com o Scratch, e crie o código como segue:



**Opcional:** Após completar o funcionamento, analise o código e descubra como ele funciona, faça variações e modificações à vontade.

## OF9 – Atividade em Dupla com Scratch e Arduino – Motor, temperatura e som

*Durante toda a oficina, após 20 minutos da troca de papéis, será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 17 – NASA precisa de Porta Inteligente** - Sua dupla está muito perto de ser admitida na NASA, e o terceiro teste é criar um sistema de porta inteligente. Nesse sistema, a porta de uma nave não poderá abrir quando existe muita radiação solar. Se a radiação solar for baixa, a porta pode abrir mas o buzzer emitirá um sinal sonoro intermitentemente e duas luzes piscarão até que ela feche. Vidas serão poupadas se você alcançar seu objetivo, por isso, mãos à obra ! Como a atividade é em dupla, a cada 30 minutos os papéis de montador e programador serão alternados.

### Conectando os componentes:

1 led vermelho



1 led amarelo



1 buzzer



1 botão



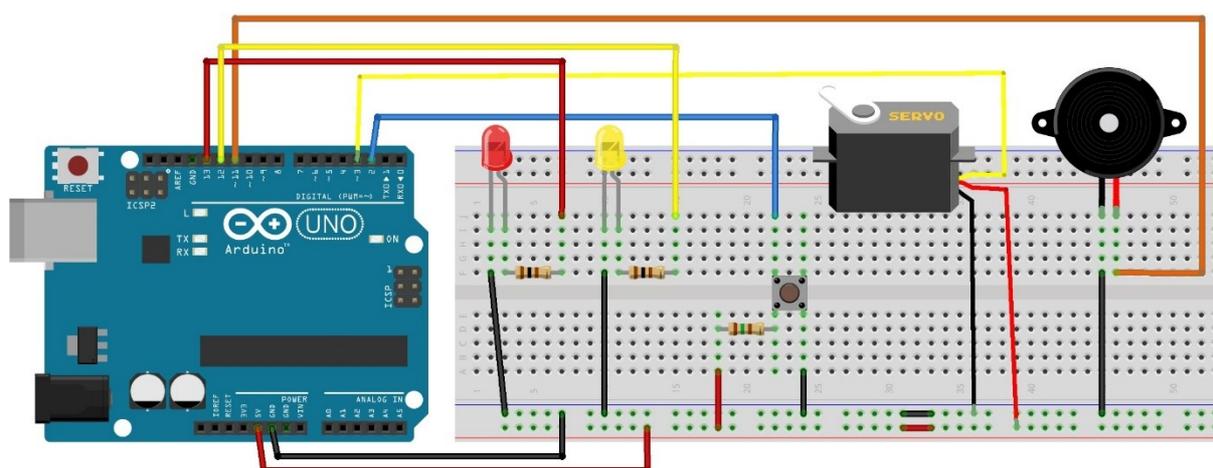
2 resistores de 100 ohms



1 resistor de 150 ohms



Conecte seu circuito como mostra a figura abaixo.



**Criando o código:** Abra a IDE Arduino, carregue o código StandardFirmata pra a placa e faça os procedimentos para sincronizar o Arduino com o Scratch, e crie o código como segue:



**Opcional:** Após completar o funcionamento, analise o código e descubra como ele funciona, faça variações e modificações à vontade.

## OF10 – Desafio em dupla com Scratch e Arduino – Interação Físico e Virtual

*Durante toda a oficina, a cada 30 minutos será executada a coleta do ESM.*

**Atividade 18 – NASA precisa construir uma Nova Nave** – O último teste da NASA para sua equipe, é construir uma nova nave, com os recursos que você já desenvolveu. Para isso, será feito um palco com uma nave que se move pelo teclado. Quando a nave pousar no solo, pode abrir a porta se a radiação do sol for baixa. A radiação é gerada só no palco, usando o potenciômetro. Quando a porta abrir, será emitido um sinal sonoro. Construir um sistema de alarme igual ao anterior, que ao pressionar o botão uma vez liga-se o alarme emitindo um sinal sonoro e acendendo uma luz. Para desligar o alarme deve-se pressionar o botão novamente emitindo outro sinal sonoro e desligando a luz. A diferença é que um personagem no Scratch vai caminha livremente no palco, e ao se aproximar de um objetivo, vai disparar o alarme se ele estiver ligado, acendendo uma luz virtual no palco.

**Opcional:** Após completar o funcionamento, faça um jogo onde existem vários pontos no palco onde o alarme pode tocar. Sorteie de forma aleatória qual ponto dispara o alarme, diminuindo pontos no placar, e qual não dispara o alarme, aumentando pontos no placar. Crie um critério de ganhar ou perder no jogo.

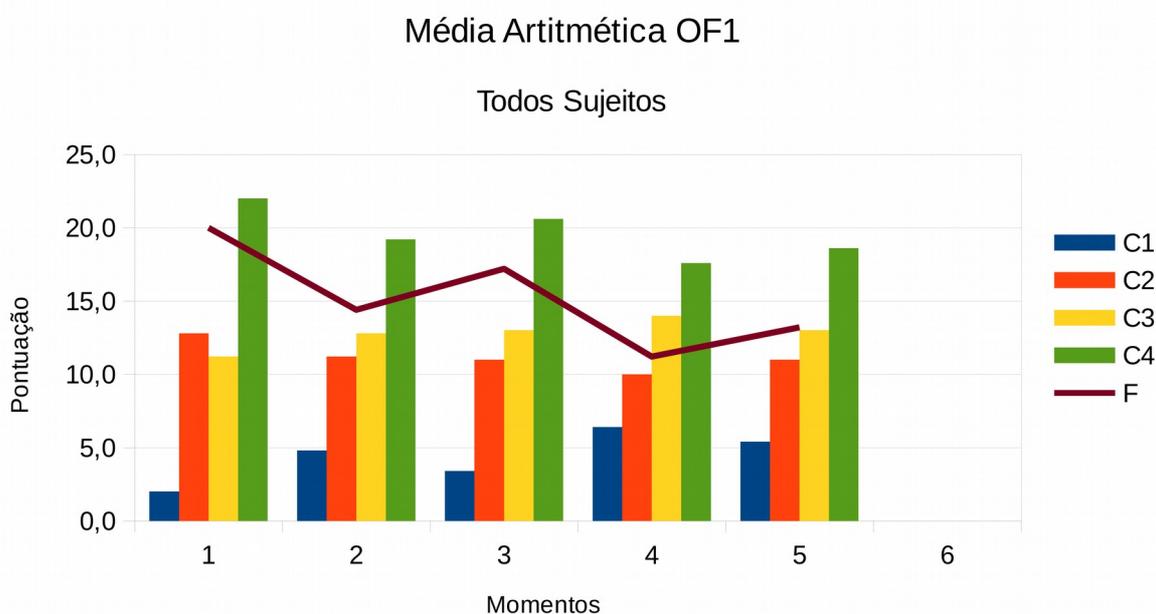
## ANEXO XV – ANÁLISE DETALHADA DAS OFICINAS

Seguem abaixo os gráficos para análise da média de todos sujeitos S1 a S6 em cada uma das 14 oficinas, com objetivo de identificar as oficinas com maior potencial de FLOW, sendo populado no eixo y com a média de cada canal C1 a C4, e no eixo x cada momento M1 a M6, apontando também a intensidade do FLOW em cada momento, no gráfico apontado pela variável F, sendo em cada oficina apresentado um breve resumo de anotações do pesquisador.

### Etapa básica – Instrumentalização (6 oficinas)

#### OF1 – Oficina individual de Scratch com uso de teclado, movimento e seleção

Antes do início da oficina OF1, foi feito o grupo focal GF1 que será detalhado na 5ª Análise – Grupos Focais, por isso não existe o tempo 6. Na OF1 foram feitas 4 atividades individuais no Scratch, relacionadas ao uso do teclado e movimento do personagem com algoritmos de seleção, e ao final um desafio que era fazer uma goleira e um jogo simples de pênaltis. Quem terminasse o desafio antes, poderia fazer variações do jogo como opcional. Em geral, os participantes não tiveram dificuldades nas atividades. Uma melhoria, seria fazer somente atividades ligadas diretamente às necessidades do módulo da robótica, para não prejudicar o continuum experiencial, conforme já apresentado por Dewey.

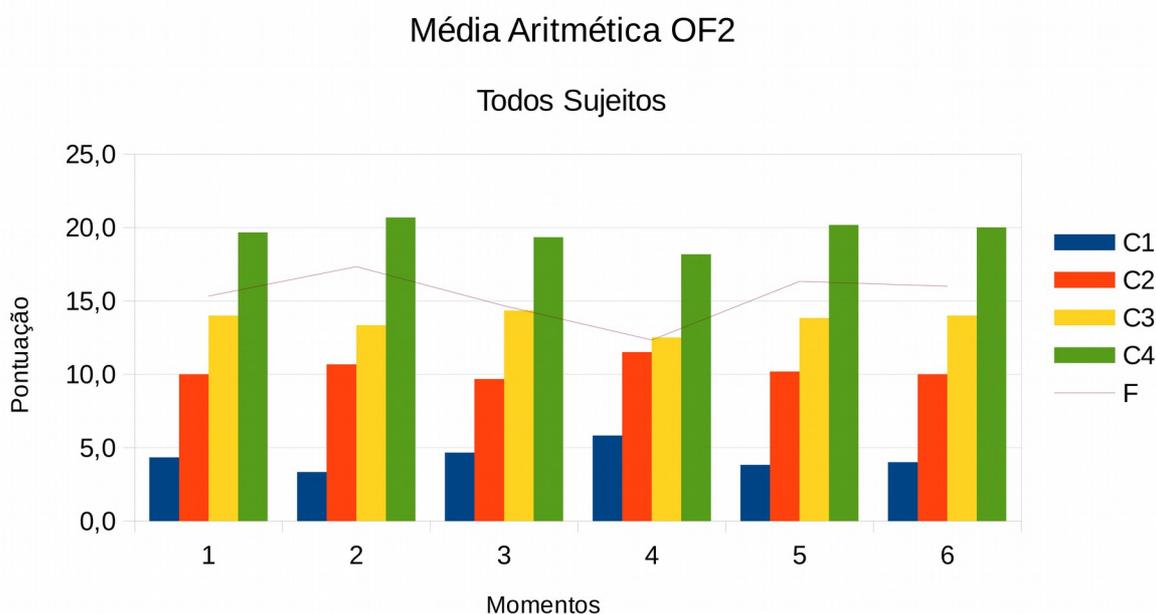


No gráfico da OF1, é possível ver um aumento do C1 (apatia) e diminuição do C4 (FLOW) com o passar do tempo, mostrando essa trajetória na variável F (FLOW), que é justamente a diferença desses canais, provavelmente pelo cansaço dos sujeitos pelo tempo e pelas atividades

muito simples. Também é possível verificar uma mudança grande da relação entre os canais C2 (ansiedade) e C3 (entediamento) entre os tempos M1 e M4, migrando de um alto índice de ansiedade para um alto índice de entediamento, provavelmente por já estar consolidada a habilidade dos sujeitos, ou seja, a aprendizagem aconteceu e o desafio perdeu valor frente à habilidade desenvolvida.

### OF2 – Oficina individual com uso de variáveis, laços e listas

Na OF2 foram feitas 4 atividades individuais no Scratch, relacionadas ao uso de variáveis, listas e algoritmos de repetição, e ao final um desafio de popular uma lista com nome de idade de estudantes. O desafio parece ter relevância e ressonância com os participantes, mas listas é um conteúdo que não será usado no futuro, prejudicando novamente o continuum experiencial, além de que, foi descoberto depois, que o conteúdo vetores ainda não foi trabalhado na escola, dificultando a construção de metáforas pelos participantes. Também, 2 participantes tiveram dificuldades de compreender variáveis, querendo colocar os valores direto no código. Uma sugestão é trabalhar mais variáveis e retirar vetores, pois o conceito de variáveis é muito importante para os próximos desafios. Mesmo assim, até o final do tempo, todos concluíram as atividades.

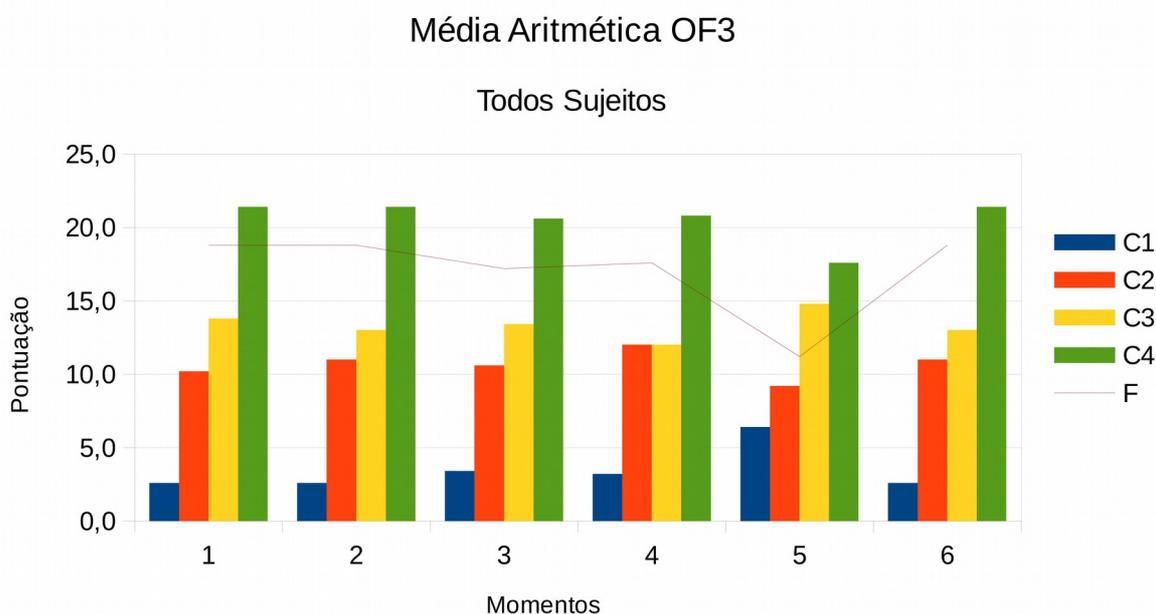


No gráfico da OF2, é possível verificar poucas variações dos canais e por consequência da variável F. A única exceção é o M4, justamente pouco após ser apresentado o conteúdo de listas, que demandava um conhecimento prévio inexistente. Nesse momento, o canal C1 (apatia) e o canal C2 (ansiedade) chegaram no seu pico, e o C3 (entediamento) e o C4 (FLOW) chegaram ao seu menor valor, gerando a menor variável F da OF2. Também é interessante verificar que no M5 e M6

os valores voltam a ficar semelhantes ao estado M2, provavelmente pela retomada do equilíbrio entre o desafio e a habilidade, agora aprimorada.

### OF3 – Oficina individual Scratch com Arduino – uso simples de atuadores

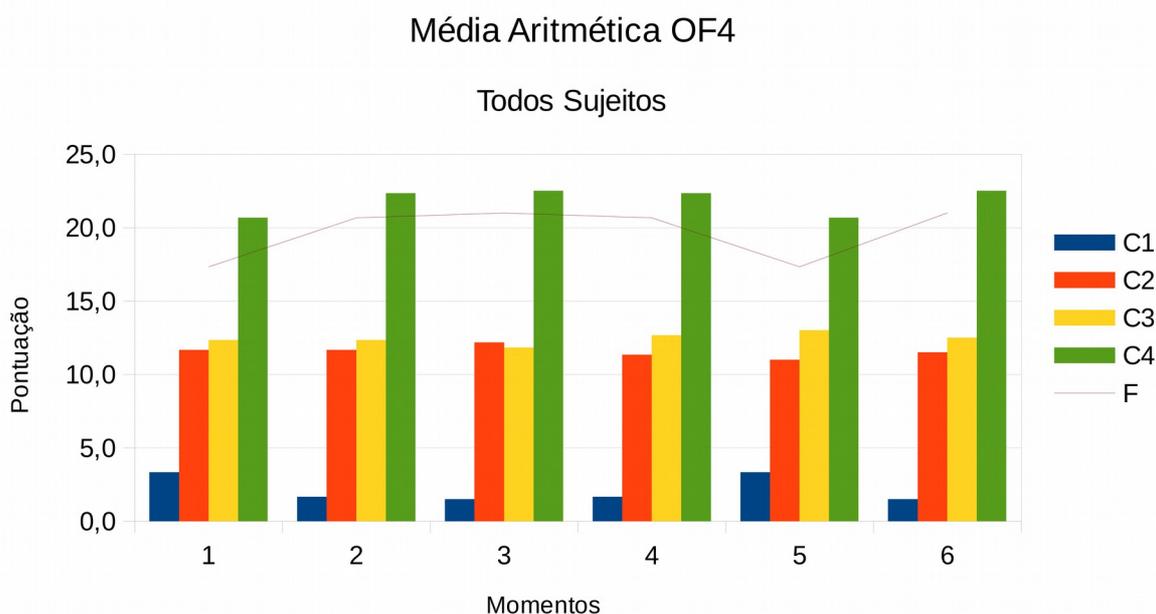
Na OF3 foi feita a 1ª atividade individual no Arduino, onde o participante deveria montar um semáforo simples de 3 estágios, com os leds vermelho, amarelo e verde. Em todas oficinas de Arduino, os participantes tem um material impresso exemplificando a montagem básica de cada sensor e atuador, assim como seu código para funcionamento, e com isso deveriam resolver o problema. No início foi feita uma rápida explanação do funcionamento do Arduino e todos os participantes fizeram um led simples funcionar. O uso dos leds funcionou muito bem, pois oferece feedback aos participantes, materializando quando a sua hipótese leva a uma solução funcional ou não, muito propícia à 5ª fase - verificação pela ação, do pensamento reflexivo de Dewey. Como atividade opcional era necessário sincronizar 2 semáforos, como um cruzamento real de carros, que foi concluída por todos. Como era um conteúdo novo para todos, os participantes com maior conhecimento em programação não tiveram grande vantagem em relação aos demais, diferente da OF1 e OF2.



No gráfico da OF3, é possível verificar um relaxamento dos sujeitos no M5, em um fenômeno bastante interessante: aumento bem expressivo de C1 (apatia) mas também de C3 (entediamento), aproximadamente quando os leds simples já estavam funcionando e já não tinha mais novidade, gerando alto grau de habilidade frente ao desafio, com posterior equilíbrio quando os sujeitos iniciaram a atividade extra.

#### OF4 – Oficina individual Scratch com Arduino – uso porta digital

Na OF4 a atividade era sincronizar o semáforo de carros e de pedestres usando um botão digital para abrir o sinal de pedestres, para reforçar o continuum experiencial. Essa atividade teve baixa relevância para os participantes, uma vez que nenhum deles conhecia semáforo de pedestres, pois moram em um bairro afastado do centro e lá os mesmos não existem. Mesmo assim, o grupo estava mobilizado pelo Arduino, pois concluíram a atividade e criaram variações de semáforos de carros, criando projetos novos baseados em ideias próprias.

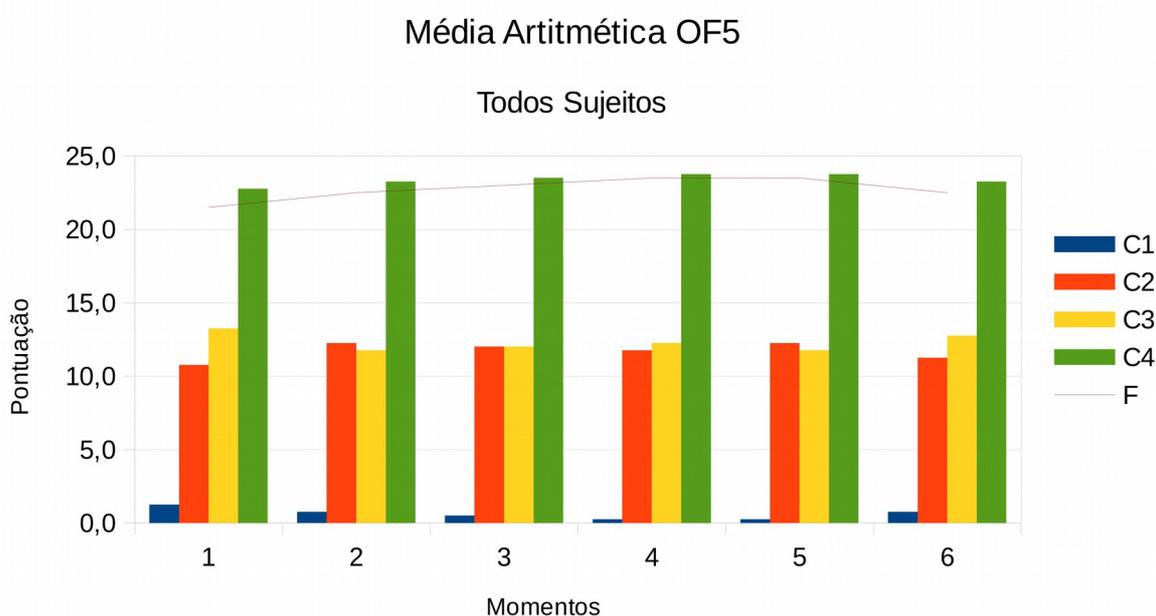


O gráfico da OF4, mostra baixos valores de C1 (apatia) e altos valores de C4 (FLOW) de forma bastante constante. Isso pode se dever ao fato que, mesmo a atividade proposta não ter muita relevância, eles terminaram para poder explorar o Arduino, criando projetos baseados em ideias próprias. No M5 o grupo já estava cansado de criar por conta, pois tinham alta habilidade e pouco desafio, além de nenhuma meta, então o pesquisador convidou eles a olharem os projetos dos colegas, e a troca de ideias gerou motivação para retomar os projetos, como pode ser visto no M6.

#### OF5 – Oficina individual Scratch com Arduino – uso atuador sonoro

Na OF5, a atividade era construir um sistema de alarme usando um led, um botão e um buzzer, que emite sinal de beep sonoro. O botão reforça a troca de estados e lógica binária de verdadeiro e falso, e o buzzer, assim como o led, reforça a lógica do feedback. A oficina virou uma grande festa quando os buzzers começaram a apitar, com eles festejando a cada novo tom que conseguiam fazer, sendo que aprenderam totalmente sozinhos a trocar o tom e criar sequências sonoras. Por alguns momentos, os participantes abandonaram a atividade e começaram a criar

músicas com o buzzer, demonstrando alta motivação intrínseca, fazendo inferências sobre valores de tons e testando se o som saía parecido com o que esperavam para compor sua música. O pesquisador não interrompeu a atividade deles, deixando eles à vontade para criar. Ao final, foi questionado se eles achavam a atividade de hoje (alarme) mais fácil que a de ontem (semáforos). Mesmo a de hoje com mais complexidade e mais componentes, apontaram como mais fácil e todos terminaram. Uma explicação para isso é que como a metáfora do alarme é conhecida, as fases 2 (diagnóstico), 3 (hipótese) e 4 (elaboração mental) do pensamento reflexivo são utilizadas, levando a fase 5 (verificação pela ação) e no caso do semáforo de pedestres aconteceu de forma tão natural, pois não se pode intelectualizar o que não se conhece.

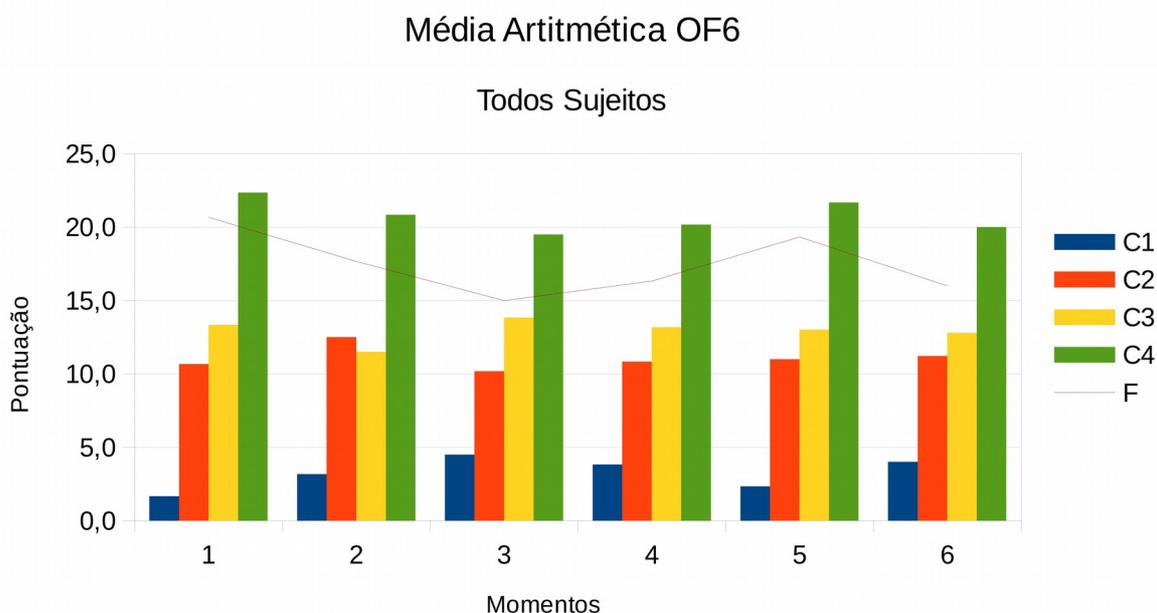


O gráfico da OF5, mostra uma constante configuração de alto C4 (FLOW) e baixo C1 (apatia), evidenciando o sucesso da atividade proposta ao gerar um alto nível de motivação intrínseca e estados de FLOW, sendo o maior de todas as oficinas até o momento. Interessante também é verificar a alternância de C2 (ansiedade) e C3 (entediamento) durante toda a oficina, mostrando que os níveis de desafio e habilidade foram variando em cada etapa, mas sempre muito próximos.

#### **OF6 – Desafio em dupla com Scratch e Arduino – Interação Físico e Virtual**

Na OF6, primeira atividade em duplas e desafio final da etapa básica, o objetivo era construir o mesmo sistema de alarme, porém agora com interação do Arduino com o palco do Scratch, ou seja, se o personagem do Scratch tocasse em certos objetos e o alarme estivesse ligado, deveria disparar. Como atividade opcional, deveria ser feito um jogo que soma pontos ao tocar em certos objetos e diminui ao disparar o alarme, usando vários conceitos vistos até aqui, promovendo

o continuum experiencial. Nessa atividade, a dupla D1, que será apresentada à seguir, teve um grande entrosamento, enquanto as outras 2 não. Todas conseguiram terminar o desafio no tempo, com destaque para o grupo focal GF2, que foi riquíssimo em reflexão e processamento dos participantes, e será apresentado à seguir.



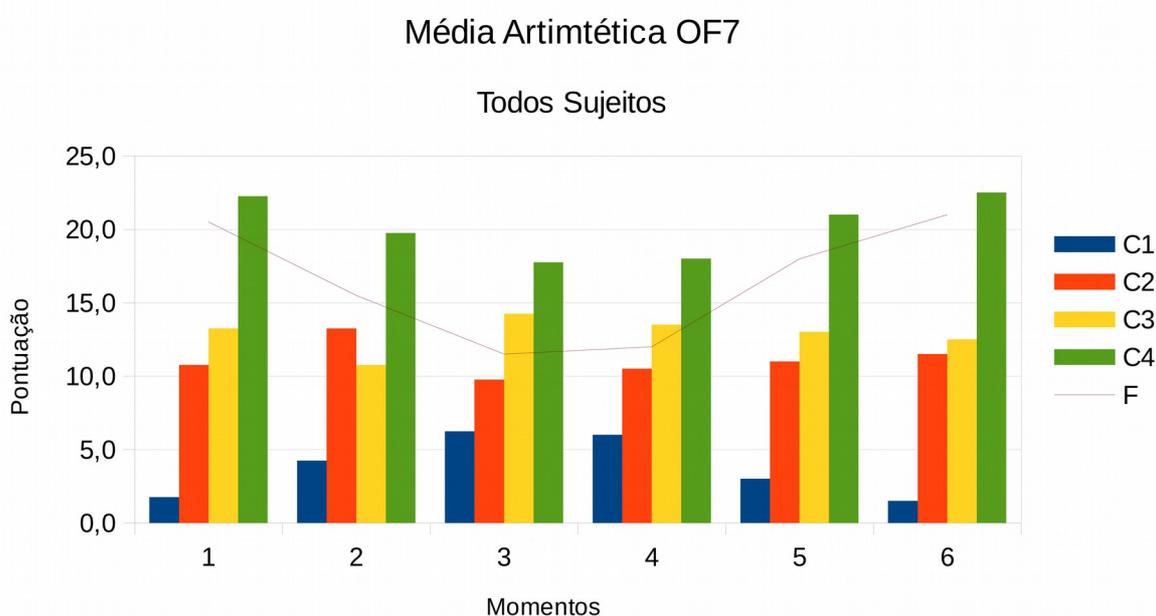
O gráfico da OF6, mostra uma grande variação entre todos os canais, inclusive iniciando equilibrado no M1 (chegada), aumentando o C1 (apatia) e diminuindo C4 (FLOW) no M2, quando as duplas já estavam escolhidas e trabalhando juntas, e chegando ao valor mínimo da variável F no M3, quando as duplas foram escolhidas pelo pesquisador, e as duplas D2 e D3 não concordaram com a escolha, por motivos pessoais prévios. Posteriormente no M4 e M5 existe um reequilíbrio dos grupos, focando na solução da atividade e deixando as diferenças em segundo plano, uma vez que o pesquisador informou que os grupos não poderiam ser trocados. Por fim, no M6, como padrão, todos grupos estão cansados e apáticos esperando o final da oficina. Algumas dúvidas ficam: será que estipular desafios mais complexos ou vários níveis extras, diminuiriam esse efeito de queda da motivação ao final? Como dosar o nível de desafio, ainda de forma personalizada para cada participante?

### **Etapa intermediária – complexificação (4 oficinas)**

#### **OF7 – Atividade em Dupla com Scratch e Arduino – Uso entrada Analógica**

Na OF7 em diante, é usada uma história de fundo para mobilizar os participantes, que tem sequência até a OF10. Na história, eles estão participando de um processo seletivo da NASA, e se concluírem as atividades serão contratados. Aqui são utilizados 6 leds e um potenciômetro, com um

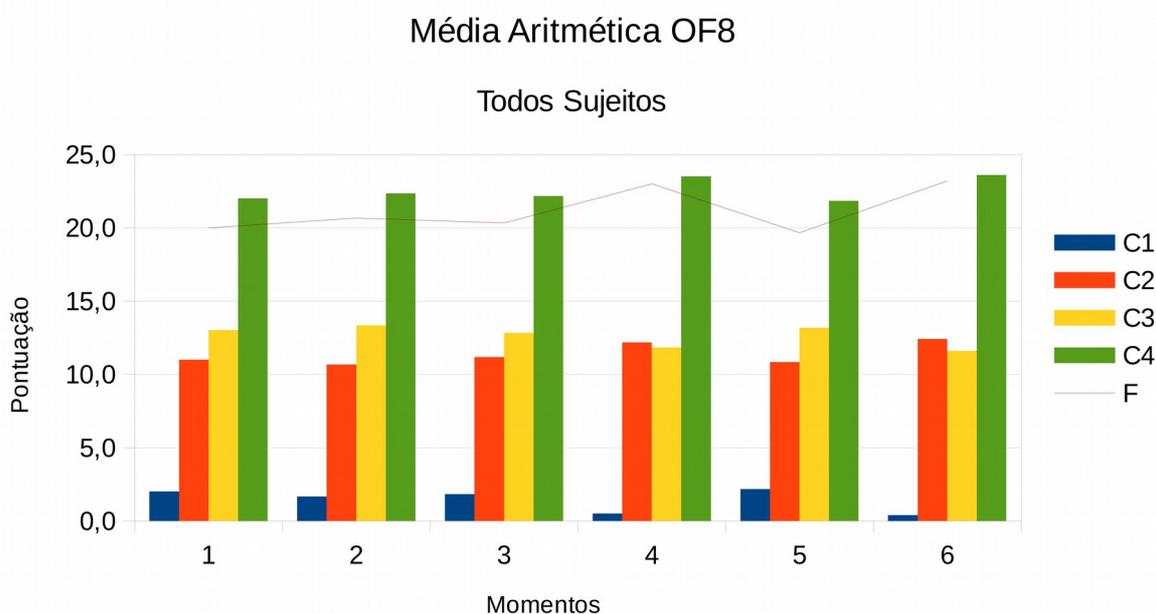
circuito complexo, pois conforme o movimento do potenciômetro para esquerda ou direita, os leds deverão acender de forma sequencial. Após muita tentativa e erro, um participante pergunta qual o valor mínimo e máximo do potenciômetro, e são instigados a descobrir pelo pesquisador. Em pouco tempo, o mesmo participante descobre que ele tem 1000 posições, e como são 6 leds, isso é uma fração, onde cada led deveria acender a cada 166 posições, ou seja, definido pela fração  $1000/6$ . Todos grupos são estimulados a testarem essa hipótese, se deparando com testes de variáveis usando os sinais de comparação de maior ( $>$ ) e menor ( $<$ ). A oficina teve muitas reflexões dos participantes sobre uso da matemática no dia a dia, sendo que todos participaram e concluíram o desafio.



No gráfico da OF7, é possível verificar as duplas iniciando motivadas, mas por usar tentativa e erro sem progresso, perdendo a motivação com o tempo, chegando no valor mínimo da variável F no M3. Fica claro que, nesse caso, o uso de pensamento comum (definido por Dewey como pensamento puramente dedutivo e não reflexivo), gera hipóteses aleatórias sem lógica de validação ou evolução, e a falta de progresso intencional gera desmotivação. Entre o M3 e o M4, um sujeito percebe que existe uma fração que define a relação potenciômetro/leds, e ao ter sucesso, compartilha a ideia com os colegas. Entre o M4 e o M5, os grupos estão criando os códigos usando  $>$  e  $<$  e comemorando a cada sucesso, sendo que próximo do M6, todas duplas resolvem o desafio. É interessante aqui, verificar que ao usarem pensamento comum sem sucesso, a apatia (C1) aumentou e chegou a seu máximo em M3, e ao ter uma hipótese a testar, fazendo uso do pensamento reflexivo, a mesma fica abaixo do inicial.

### OF8 – Atividade em Dupla com Scratch e Arduino – Entrada Analógica e som

Na OF8 foi utilizado um led RGB, que assume cores diferentes de acordo com o valor enviado, um sensor de temperatura e um buzzer. Agora, uma nave da NASA está com risco de superaquecimento e precisa de controle de temperatura com alarme em caso de perigo de vida. O desafio conecta a OF6 e OF7, com complexidade crescente para criar o continuum experiencial. Nessa oficina, todos chegaram mais cedo para experimentar variações diferentes dos desafios anteriores, de forma voluntária, mostrando alta motivação intrínseca. Nessa oficina, todas duplas concluíram o desafio com tempos muito semelhantes, e sem dúvida, foi a oficina mais engajadora. Pela primeira vez, a dupla D1 usou de forma autônoma uma estratégia de fazer a solução por partes e testar cada etapa parcialmente, estratégia de solução incremental de problemas conhecida por BabySteps, que é utilizada por programadores profissionais que será detalhada na 2ª Análise – Individual Sujeitos. Em uma autoavaliação coletiva ao final da oficina, todos disseram que essa oficina foi a mais difícil, mas que aprenderam muito com ela, sinalizando os 2 componentes necessários para Experiências Autotéticas – equilíbrio entre alto desafio e alta habilidade. Todos concordaram que foi a melhor oficina de todas até então. Fica aqui registrada a importância de se fazer processamento em todas as oficinas, pois a reflexão verbal e em grupo parece ser um grande reforço para a aprendizagem.

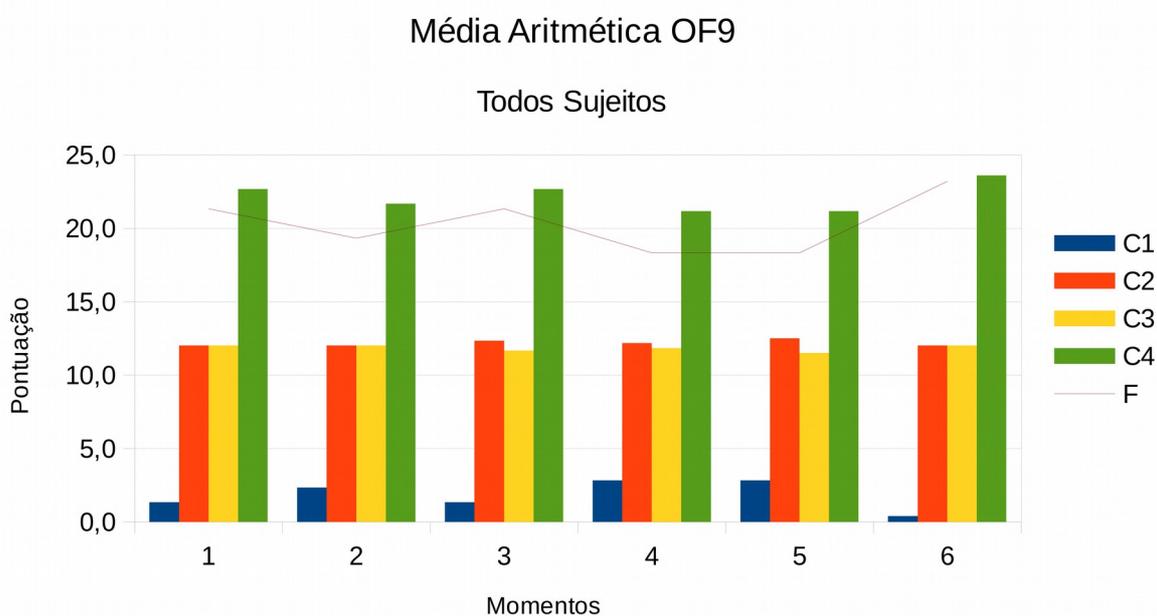


No gráfico da OF8, é visível o engajamento e motivação das duplas, de forma constante, chegando aos maiores valores de F de todas as oficinas até aqui. Isso se deve, ao fato das duplas terem domínio técnico para o desafio, pois conectou conteúdos da maioria das oficinas até então, promovendo continuum experiencial, e ainda o desafio ser complexo e difícil, exigindo o

pensamento reflexivo para alcançar o equilíbrio Desafio X Habilidade com altos níveis de ambos. Essa oficina será apresentada em detalhes à seguir, pois alcançou o objetivos de oferecer experiência ótimas de FLOW, conhecidas como experiências autotélicas, de forma inédita na pesquisa.

### OF9 – Atividade em Dupla com Scratch e Arduino – Motor, luminosidade e som

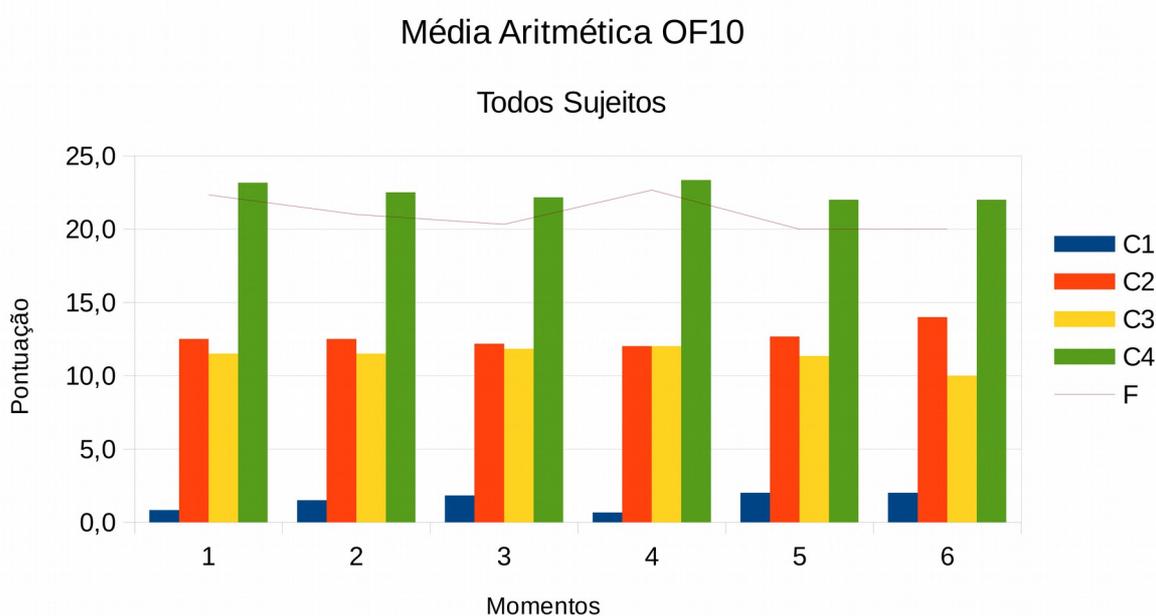
Na OF9, o desafio foi abrir a porta de uma nave espacial da NASA somente se a temperatura estivesse adequada, emitindo um sinal sonoro e fazendo leds piscarem. Além do desafio ser bastante complexo, algo inesperado aconteceu: os motores que deveriam abrir a porta da nave não funcionaram. Para piorar, as duplas ficaram tentando fazer funcionar até a metade da oficina. O primeiro erro da condução da pesquisa foi ter iniciado a oficina sem testar os componentes, e o segundo foi ter dado tanto tempo para desistir e trocar a estratégia. Duas duplas brigaram, sendo uma briga com agressão verbal leve, que será detalhada na análise das duplas à seguir. Como análise geral, a oficina ficou muito complexa e o não funcionamento dos motores gerou estresse entre os participantes, que estavam altamente motivados até a OF8. Uma sugestão é o ministrante da oficina trazer os desafios já resolvidos, tanto para mostrar os participantes como objetivo a ser alcançado, quanto para ter certeza que tudo funcionará como esperado.



Diferente da OF8, na OF9 as duplas tiveram altos e baixos pelos motivos técnicos e de condução didática, já detalhados. Entre o M4 e o M5 a estratégia de tentar fazer os motores físicos funcionarem foi trocada pela simulação dos motores no palco do Scratch, garantindo a conclusão do desafio perto do final da oficina.

### OF10 – Desafio em dupla com Scratch e Arduino – Interação Físico e Virtual

Na OF10, desafio final da etapa de complexificação, o objetivo era fazer uma nave subir no palco do Scratch até chegar ao espaço, usando todos componentes vistos até então. O enredo se mostrou um pouco confuso, e as duplas tiveram dificuldade em resolver, sendo que ao concluir, partiram novamente para fazer projetos aleatórios. Mais uma vez, a metáfora se mostrou ausente, evidenciando que mesmo com estrutura tecnológica e enredo bem construídos, sem contextualização e relevância, o projeto fica sem referência e os participantes não tem motivação intrínseca para resolver. Ao final, foi feito o GF3, que será apresentado à seguir.



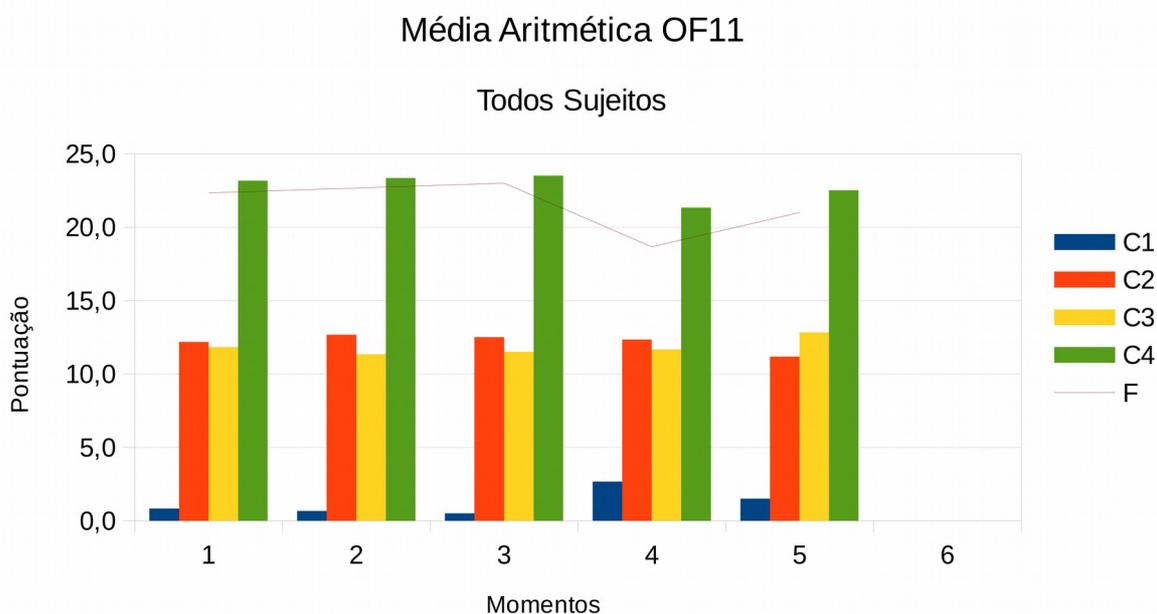
Na OF10 as duplas não compreenderam a proposta do desafio, provavelmente pela redação do enredo ser confusa e com muitos detalhes desconectados e/ou por não ter relevância para eles uma nave espacial chegando ao espaço. Mesmo assim, as duplas concluíram entre o M3 e M4, somente para terminar e poder fazer seus projetos, mostrando motivação extrínseca. No M4 eles tiveram um pico da variável F pois estavam fazendo seus projetos, mas logo se desmotivaram, assim como na OF4. Quando os participantes fazem seus projetos por conta, no início tem um pico de motivação, mas a falta de metas e feedback se mostra com efeito encurtador de motivação, provavelmente pela falta de desafio não levar a estados consistentes de FLOW.

### Etapa avançada – criatividade (4 oficinas)

#### OF11 – Proposta e planejamento projeto final

A OF11 foi iniciada apresentando um vídeo sobre uma cidade do futuro, que deveria ser o

insumo para escolha do tema para a etapa avançada, que seria feita por todos em um único grupo. O vídeo tinha 25 minutos, e nos primeiros 10 eles tiveram atenção, depois dispersaram. No minuto 15 já estavam conversando entre eles e nem prestavam mais atenção. Após o vídeo, como prevê a metodologia PBL, foi escolhido o Líder como o S2 e a Secretária como S5, por aclamação entre eles. O problema foi apresentado: Como oferecer um transporte seguro, sustentável e confiável para uma cidade do Futuro? Foi combinado que eles deveriam escolher a solução, projetar em uma maquete e fazer a programação e automação da maquete com Arduino, tudo em 4 oficinas. Interessante ressaltar que foram entregues materiais impressos sobre cidades inteligentes e nem foram tocados, todos foram para internet pesquisar. Após 45 minutos de pesquisas na internet e brainstorm entre eles, definiram 3 produtos entregáveis: a) um ônibus pequeno, como uma van; b) uma calçada automática com uma esteira e c) um sistema de correio que sugava o objeto e levava para uma central por canos e depois distribuía. Após a definição, o grupo deveria planejar o projeto e distribuir atividades. Depois de 10 minutos, o grupo decidiu pular o planejamento e partir para a maquete de forma desordenada. O Líder (S2), a Secretária (S5) e mais o S6 discutiam o projeto enquanto os demais escutavam música e dispersavam. Após o intervalo, a Secretária puxou a frente e chamou todos para o trabalho, dividindo as tarefas, uma vez que o Líder não tomou a frente. A oficina terminou com todos trabalhando nas tarefas e entregáveis definidos.

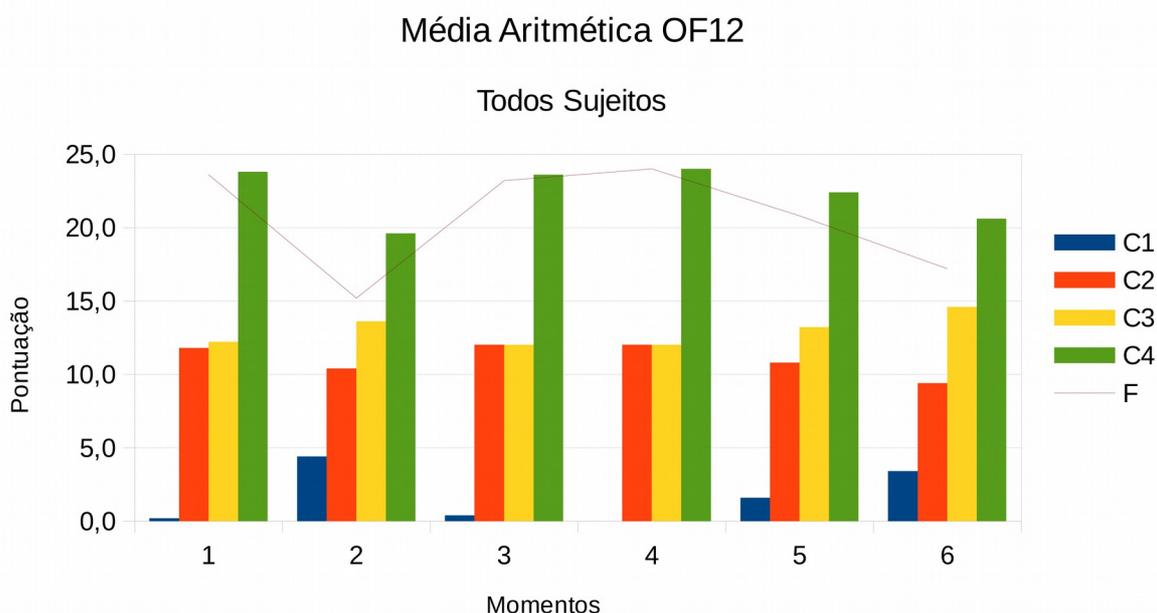


No gráfico da OF11 pode-se verificar algo interessante: toda a parte inicial de discussão, brainstorm e pesquisa, o grupo parece estar engajado, visto que a variável F se mantém uniforme e com valores acima da média das oficinas anteriores. No momento em que os participantes são chamados pela S5 à focarem nos projetos, o grupo tem uma leve desmotivação, seguida de uma

motivação posterior. Isso pode ser explicado pelo que Csikszentmihalyi chama de “energia de ativação”, ou seja, ao iniciar uma atividade desafiadora, o indivíduo precisa passar por um momento de “investimento inicial de atenção” para somente depois que sua motivação for colocada à prova, entrar em FLOW, ou desistir, caso a energia demandada superar a motivação.

### OF12 – Desenvolvimento do projeto final

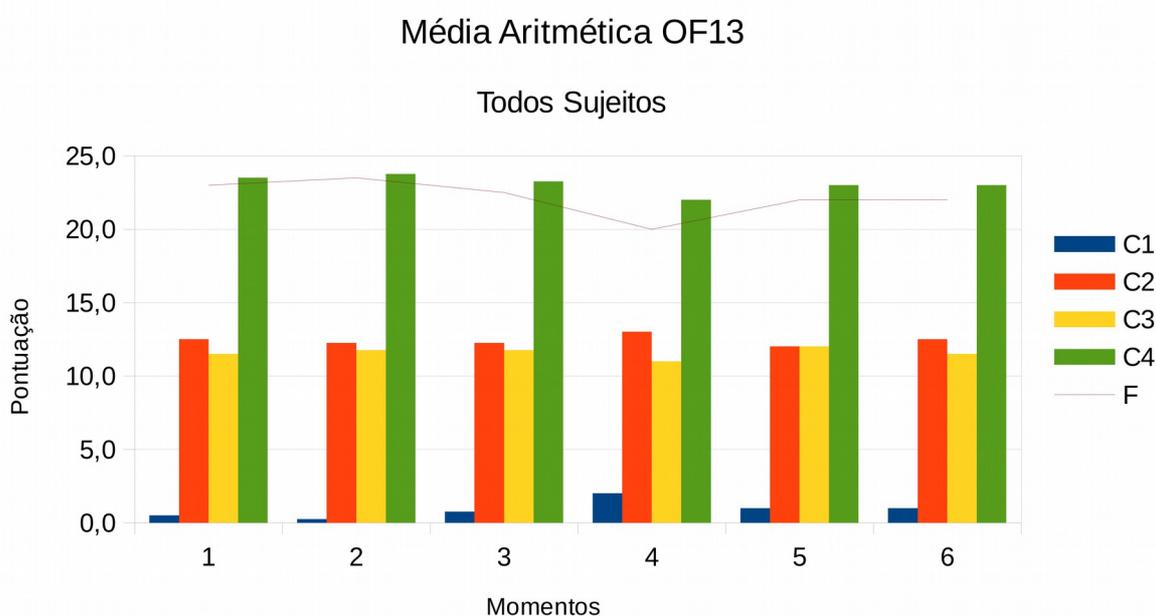
Na OF12, faltou a Secretária (S5) e outro membro. Sem muita ação do líder, o grupo decidiu distribuir as tarefas e trabalhar, mas mesmo assim, o S3 ficou sem fazer nada, apenas conferindo o trabalho dos colegas. Com apenas 3 participantes trabalhando, o projeto estava bastante atrasado e desorientado, o grupo começou a brigar. Um pouco antes do intervalo, o pesquisador pediu o status do projeto. Ao verificarem que estava muito atrasado, pediram para diminuir o escopo, retirando o sistema de correio dos entregáveis. Foi informado que se fosse de comum acordo, seria modificado, sendo confirmado por eles. Nesse ponto, ficou claro que o grupo tem dificuldades com entregas complexas, parecendo não conseguir dividir o problema em problemas menores, pois parecem não visualizar o projeto pronto olhando para o isopor e cartolinas. Falta uma metodologia mais fechada para oferecer metas e feedback e apoiar o FLOW ? Falta Liderança ? Uma solução seria combinar entregáveis mais simples e diretos, que acabariam por não reforçar o pensamento reflexivo, sendo soluções diretas e não criativas ? Ou a solução seria uma metodologia mais detalhada, com pequenos entregáveis já esperados na lógica do BabySteps, e ao vencer uma etapa ele seria insumo para a próxima, fazendo o continuum experiencial, mas indo contra a ideia de liberdade para criar, que é a proposta da Etapa Avançada? Para ser fiel à proposta original, foi deixado o grupo seguir sua estratégia, apenas pedindo status a cada hora, mas a evolução nesse dia foi mínima.



No gráfico da OF12, é visível que o grupo chegou motivado e logo se desmotivou no M2, aproximadamente na hora da briga. Quando demandado o status, o grupo discutiu a diminuição de escopo e se motivou novamente, mas foi momentâneo, pois entrou em queda até o final da oficina. A falta de uma linha condutora da atividade parece gerar entropia psíquica ao invés do FLOW, deixando o grupo propício à discussão e briga ao invés do foco na atividade.

### OF13 – Desenvolvimento do projeto final

Na OF13 todos participantes vieram, mas não seguiram o projeto original, sendo que a liderança novamente foi nula. Cada um pegou uma parte do projeto e foi fazer, sem plano de tarefas, sem clareza de onde ia chegar, sem meta ou feedback. Para ser fiel à proposta, o pesquisador não interferiu, fazendo apenas verificação de status a cada hora. Chamou a atenção que nessa oficina, o S2 que tem mais habilidade na programação e Arduino, ficou sozinho nessa atividade, e os demais foram colar e montar a maquete, cada um na atividade mais cômoda para si. O fato de não ter liderança e o processo ser autorregulatório é positivo ou danoso à criatividade? Como fica o equilíbrio entre Autonomia, Planejamento e Liderança? Qual o limiar da liberdade e da desordem no processo criativo? Nessa oficina o projeto evoluiu bastante, mas o grupo não está mobilizado pelo projeto final.

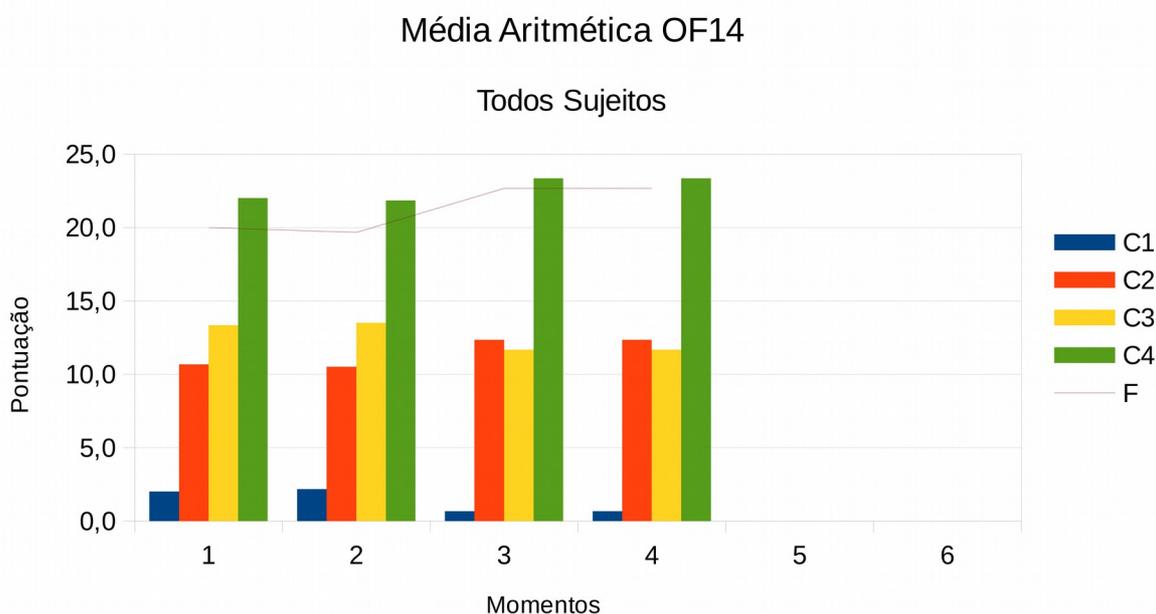


Diferente da OF12, na OF13 o grupo não brigou e focou energia na atividade, mesmo sem uma liderança ou preocupação com o tempo e entrega final. É interessante verificar que mesmo sem uma meta ou feedback presente, o grupo manteve a variável F em níveis parecidos com a OF8, que foi a maior, ou seja, parece ter havido presença de FLOW sem um desafio claro e mensurável. No

M4, o pesquisador pediu status do projeto e houve um aumento de ansiedade, sendo normalizado pouco depois. Pelo grupo estar mais preocupado em explorar e experimentar o projeto do que sua entrega final, pode-se dizer que aconteceu uma experiência autotélica, conhecida como experiência ótima de FLOW.

#### OF14 – Finalização e apresentação do projeto final

Na OF14 vieram todos e chegaram mais cedo. Na mesma lógica da OF13, sem qualquer acordo ou plano de atividades, cada um continuou o que estava fazendo antes. O grupo parece não ser acostumado à projetos, pois não demonstra ter experiência com trabalho em equipe, divisão de tarefas, metas e entregáveis. Projetos complexos e extensos parecem confundir o grupo, pois os mesmos participantes que tinham excelente desempenho ao resolver desafios com escopo mais fechado, agora parecem estar andando em círculos. Deixaram para colocar os circuitos do Arduino na maquete no último momento, quando descobriram que não cabia, não fazendo o uso da lógica de BabySteps, apresentada na OF8. Após o intervalo, o grupo apresentou o projeto, sendo que todos foram convidados a explicar o funcionamento. Ao final, todos pareciam aliviados de concluir a atividade. O processamento final foi feito no GF4, que será apresentado à seguir.



Assim como a OF13, na OF14 o grupo estava focado na atividade, mas com pouca preocupação com a entrega final. É possível notar no M3 um aumento significativo de C2 (ansiedade), próximo do momento em que descobriram que o Arduino não cabia na maquete até o momento da entrega final no M4, mas mesmo assim, com níveis altos de motivação demonstrados pela variável F.

## ANEXO XVI – ANÁLISE DETALHADA DOS SUJEITOS

Esta seção irá apresentar o detalhamento das coletas dos sujeitos, iniciando pela análise descritiva de cada participante usando os resultados do Questionário Socioeconômico – QSE, passando por uma análise das interações coletadas em cada uma das oficinas através da observação, e posteriormente apresentando os gráficos da média de pontuação de um dos 6 sujeitos nas 14 oficinas, com objetivo de identificar os momentos de maior FLOW, servindo também de insumo para escolha das oficinas a serem analisadas detalhadamente.

Nos gráficos de cada sujeito, o eixo y tem a pontuação de cada canal C1 a C4 e o eixo x cada momento M1 a M6, fazendo cruzamento dos momentos com maior pontuação C4 (FLOW) e menor C1 (Apático), no gráfico apontado pela variável F.

### **Análise do S1 - Sujeito 1**

Devido ao seu desempenho na OF1 a OF5 foi identificado como possuidor de menor habilidade em programação, pois tinha dificuldade para concluir os desafios, desistindo de fazer a OF1 e OF2 antes do final, em geral pedia bastante ajuda para os colegas e não queria fazer os desafios opcionais. Mesmo assim, se mostrava bastante motivado com suas pequenas vitórias, comemorando muitas vezes, sendo que na OF3 disse “não me canso de ver minha sinaleira funcionando!”. Na OF4, teve muita dificuldade para resolver o desafio, mas parecia motivado, pois recomeçou 2 vezes o projeto do zero, quando viu que sua estratégia não estava funcionando. Por outro lado, o fato de recomeçar seu projeto do início, mostra ausência de pensamento reflexivo, proposto por Dewey, uma vez que não havia estabelecido suas hipóteses, não conseguia compreender o que não estava funcionando, não construindo uma escala progressiva de pequenos sucessos. Já, na OF5 perdeu seu código por falha do software e não quis refazer, deixando a montagem do Arduino pronta sem a programação, reclamando que sabia fazer a montagem mas faltava conhecimento na programação.

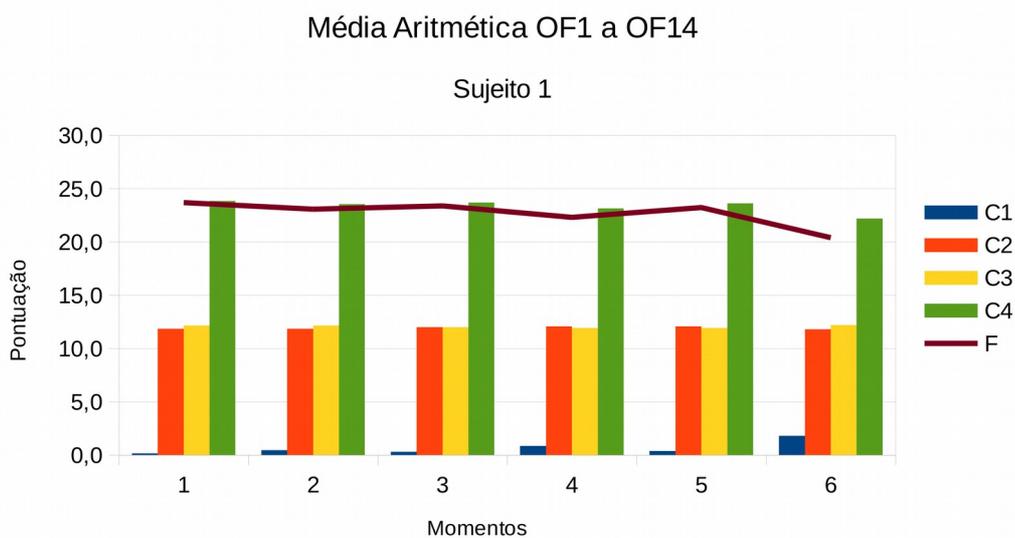
Na OF6 que era o primeiro desafio em dupla, uniu-se ao S2 e formou a dupla 1 - D1, que já iniciou entrosada, mesmo com as dificuldades do S1 na programação, pois se comunicavam bastante e discutiam soluções. Chamou a atenção que na OF6, o S1 e S2 dividiram um fone de ouvido enquanto faziam o desafio, mostrando parceria e cumplicidade desde o início das atividades. Mesmo assim, persiste a dificuldade do S1 quanto ao código, sendo que na montagem faz com assertividade e rapidez. Não veio na OF7 pois era seu aniversário.

Na OF8 aconteceu um fenômeno conhecido na programação por *BabySteps*, já apresentado,

totalmente orientado a uma pensamento reflexivo conforme Dewey, onde a D1 descobriu sozinha que se fizesse o desafio em partes e fosse testando enquanto fazia, teria mais sucesso. Na OF9 a dupla se desentendeu, pois os motores de todos que deveriam funcionar estavam com defeito, e ao tentar fazer funcionar, a dupla se desestabilizou com a falta de progresso. Na OF11 iniciou o módulo 3, com a atividade geral no grande grupo, e o S1 abandonou completamente a construção do desafio, optando por escutar música.

O abandono do S1 em uma atividade com o grupo completo de 6 membros, pode ter acontecido por uma falta de percepção do mesmo da sua importância no grupo, por acreditar que já tinham membros mais preparados e sua ajuda não tinha tanta relevância. A mesma falta de motivação seguiu até a OF14, com um comportamento muito diferente das oficinas em dupla, mostrando agora baixo compromisso pessoal com o grupo. Na figura 17, são apresentados à esquerda, os gráficos da média de pontuação de canais por momentos das oficinas, e à direita, a variação da variável F, que mede o engajamento dos sujeitos, desde a OF1 até a OF14.

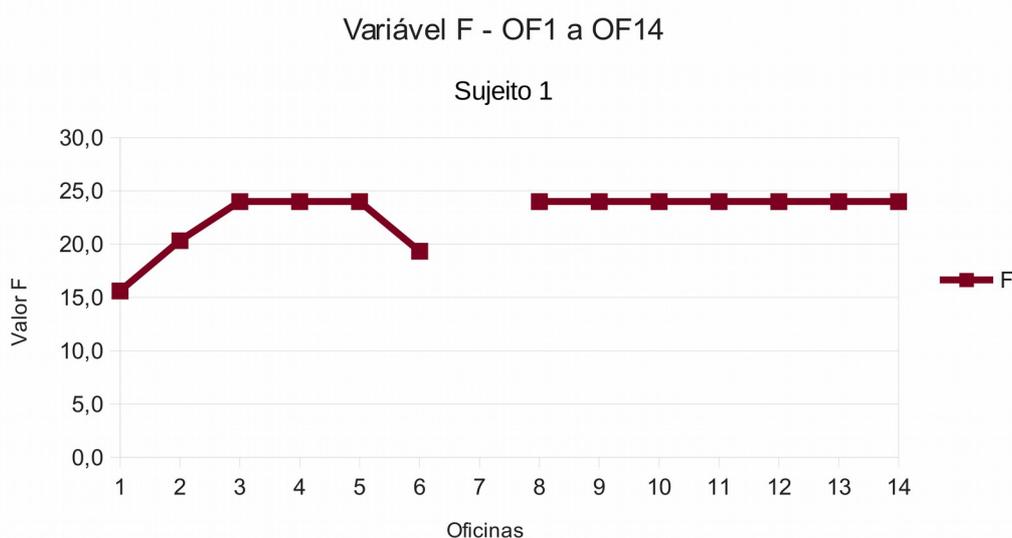
Figura: Gráfico da média do Sujeito 1 em todas oficinas.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Pelo gráfico da figura acima, é possível verificar que o S1 possui um padrão crescente de Apatia do M1 (chegada) ao M4 (antes do intervalo), sendo que no M5 (volta do intervalo) o valor cai, provavelmente devido à interação e agitação com os colegas no intervalo. Fica visível também, uma flutuação do engajamento com o passar do tempo da oficina, apresentado pela variável F, chegando ao seu pior momento no M6, mostrando o maior nível de desinteresse ao final da oficina.

Figura: Gráfico da variável F em cada oficina.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na figura acima, é possível verificar que o S1 aumenta seu engajamento até alcançar o topo na OF3 e segue assim até a primeira atividade em duplas, que é a OF6. Depois mantém constante seu engajamento no máximo, durante os demais dias. Uma explicação para esse engajamento no máximo, seria a despreocupação do S1 ao responder o ESM, deixando uma resposta automática sem muito raciocínio, mesmo tendo sido alertado pelo pesquisador que deveria fazer uma resposta calma e pensar nas respostas.

### **Análise do S2 - Sujeito 2**

Devido ao seu ótimo desempenho na OF1 a OF5 foi identificado como possuidor de maior habilidade em programação, sendo o mais destacado de todo o grupo. Completava os desafios antes dos demais, fazia os desafios extras e ainda ajudava os colegas por vontade própria. Muito introvertido, desde as primeiras oficinas se mostrava concentrado, fazia poucas perguntas e focava no desafio, comemorando com voz baixa as suas pequenas vitórias. Na OF3, que foi a primeira com Arduino, o S2 foi o único que teve grande vantagem em relação aos colegas, terminando o desafio e também os opcionais 1 e 2, e ainda fazendo novas variações de soluções.

Na OF4, o mostrou que evolui muito rápido seu conhecimento, uma vez que nenhum dos participantes conhecia o Arduino, mesmo assim concluiu rapidamente as atividades e foi ajudar os colegas de forma voluntária, após pedir ao pesquisador se podia interagir com os demais. Chamou a atenção que nessa mesma oficina, seu computador travou 2 vezes e teve que ser reiniciado, perdendo parte do trabalho, mas mesmo assim ele reiniciou, manteve-se focado e concentrado, sem nenhuma reclamação, mostrando alta motivação intrínseca.

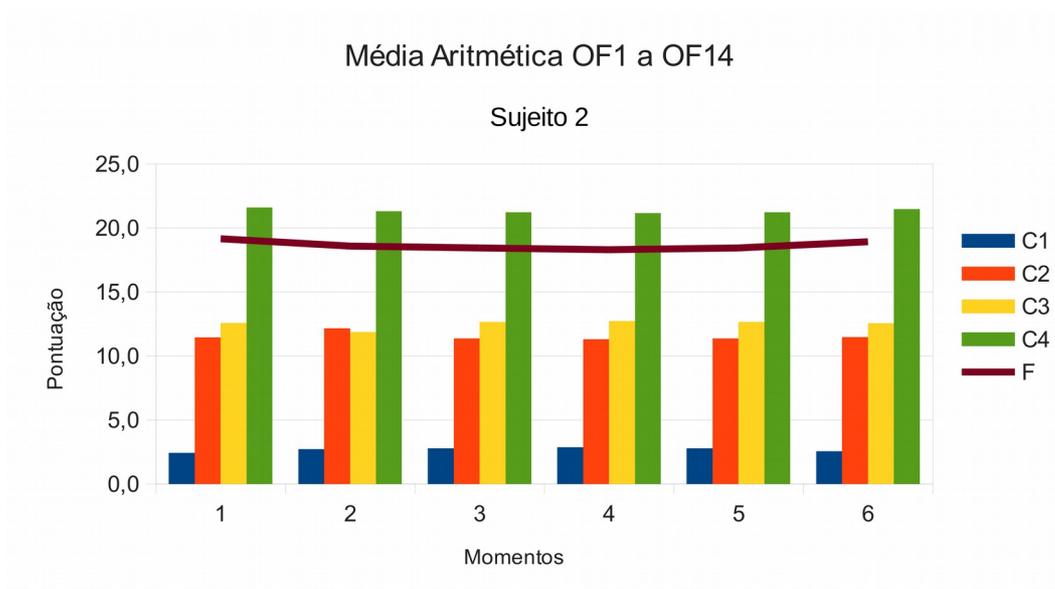
Como já citado, na OF6 que era o primeiro desafio em duplas, o S2 formou a D1 com o S1 pela primeira vez, tendo sido um alto nível de entrosamento e parceria entre os dois. Como o S2 tem alta habilidade em programação e o S1 tem bom desempenho na montagem do Arduino, a dupla resolveu o desafio de forma rápida e assertiva, com vários momentos de discussão de soluções para o projeto, com uma interação equilibrada e orientada à solução.

Na OF7, o S1 e o S3 faltaram, e para não deixar o S2 e S5 sozinhos, foi formada uma dupla somente para aquele encontro. Estranhamente, o S2 que estava em sintonia e parceria com o S1 até então, ao formar a dupla temporária com o S5, assumiu uma postura de individualismo, interagindo muito pouco, resolvendo as atividades sozinho e de forma rápida, praticamente ignorando a colega, sendo que a dupla completou as atividades antes da metade do tempo disponível.

Como já citado, na OF8 a D1 adotou uma estratégia diferente, ao invés de montar tudo e depois fazer todo o código para ver se funcionaria, como é o padrão de todos grupos, foi fazendo a montagem e código parcial de cada componente, testando gradativamente o funcionamento, usando um abordagem de pensamento reflexivo de problema, conforme descreveu Dewey. O mais interessante é que de fato, a dupla descobriu sozinha que dessa forma seria mais assertiva, e ainda soube defender a estratégia quando questionada, o que mostra que a metodologia das oficinas pode promover pensamento reflexivo e apoiar a capacidade de resolução de problemas. Mais detalhes da OF8 serão descritos na análise do vídeo para buscar elementos que defendam essa visão.

Na OF9, devido a falha dos motores do Arduino, a dupla ficou chateada e desmotivada, porém depois, na OF10 tiveram um desempenho normal para o padrão da dupla. Na OF11, o S2 foi escolhido líder da atividade do PBL por seus colegas, e juntamente com o S5 e S6, planejaram a atividade enquanto os outros brincavam e se dispersavam. Diferente de quando estava na D1, nesse momento o S2 não assumiu a postura de líder, não cobrando os colegas e não chamando eles para a atividade, mesmo quando o pesquisador explicou que essa era a sua função. Provavelmente isso se deve ao seu estilo introspectivo e silencioso, uma vez que fora escolhido pelos colegas, muito provavelmente por ser o mais habilidoso tecnicamente. Aqui fica uma reflexão, sobre como aliar o desenvolvimento de habilidades comportamentais – com foco no socioemocional, e desenvolvimento de habilidades técnicas – com foco no cognitivo.

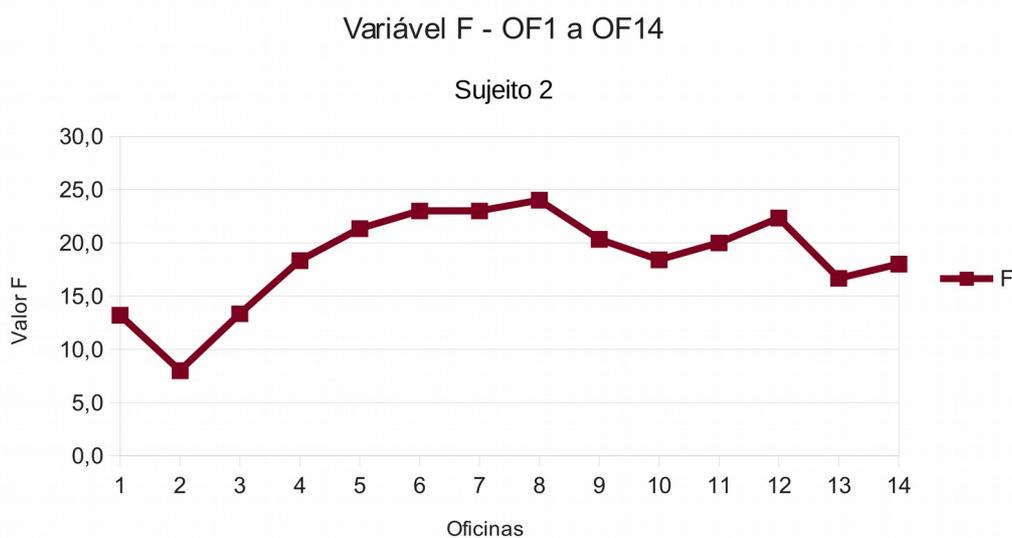
Figura: Gráfico da média do Sujeito 2 em todas oficinas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelo gráfico da figura acima, é possível verificar que o S2 possui um padrão linear de todos os canais C1 a C4, ficando visível uma insignificante flutuação na variável F, mantendo o mesmo engajamento com o passar do tempo da oficina, mesmo após mais de 2 horas de oficina. Essa linearidade, à primeira vista pode parecer uma falha ou falta de veracidade nos dados coletados, porém, pelo gráfico abaixo na variável F, é possível verificar que o S1 teve grandes flutuações de engajamento entre a OF1 até a OF14.

Figura: Gráfico da variável F em cada oficina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na OF2, quando as atividades eram simples e somente de programação, sendo de muito fácil resolução para ele, conforme o quadro abaixo, o canal predominantemente com maior valor foi C3

(entediado), obtendo o mesmo valor do C4 (FLOW), mostrando um deslocamento entre C3 e C4.

Quadro: Pontuações por momentos na oficina OF2 do Sujeito 2.

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
<b>M1</b>	9	7	17	15
<b>M2</b>	8	8	16	16
<b>M3</b>	6	6	18	18
<b>M4</b>	8	6	18	16
<b>M5</b>	9	7	17	15
<b>M6</b>	8	8	16	16

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a OF2, o S2 apresenta uma crescente de engajamento, culminando seu ponto máximo na OF8, o que reforça a ideia que foi um momento de experiência autotélica, sendo a única oficina que o S2 alcançou tais níveis. Na OF9, houve uma queda do engajamento, provavelmente devido ao problema já descrito dos motores do Arduino, retomando um aumento na OF12, quando o mesmo estava focado na programação do projeto final. Na OF13 e OF14 pode-se notar uma queda, muito provavelmente pela pressão que o mesmo sofreu com atraso e problemas de funcionamento do projeto.

### **Análise do S3 - Sujeito 3**

Devido à sua grande dificuldade para resolver os desafios na OF1 à OF5 foi identificado como possuidor de menor habilidade em programação. Uma característica marcante do S3, é que ele pede ajuda ao pesquisador muitas vezes, reclamando que não sabe fazer ou que a atividade é impossível de ser resolvida. Muitas vezes, ele chamava para mostrar algo que tinha feito, e quando o pesquisador vinha para próximo dele, ele dizia que era “brincadeirainha” e que precisava mesmo era de ajuda, pedindo insistentemente a resposta ao pesquisador.

Como a postura do pesquisador era baseada na lógica de Dewey e Papert, de facilitação e problematização, jamais de dar as respostas e sim questionar sobre a estratégia adotada, o S3 ficava chateado, dizendo que então não ia fazer mais nada, pois não sabia fazer. Após um tempo, com a motivação do pesquisador dizendo que o S3 era inteligente e poderia fazer sozinho, o mesmo desistia de pedir a resposta e se concentrava, mesmo assim muito falante e pensando alto, pedindo que o pesquisador validasse seu projeto a todo tempo, denotando baixa autoconfiança e necessidade constante de validação externa.

Na OF1 e OF2, em atividades de baixa complexidade, o S3 consegue resolver os desafios com certa facilidade, mostrando competência em lógica simples, mas em situações mais complexas,

nem tenta resolver e já pede ajuda. Csikszentmihalyi cita que, diferente das situações onde uma inferência simples já resolve, em situações complexas onde é necessário mobilização psíquica e geração de hipóteses, que Dewey chama de pensamento reflexivo, se faz necessário dispor de “energia de ativação”, uma espécie de mobilização inicial necessária para estabelecer um pacto consigo mesmo, visando se dar um aceite formal para resolver um desafio complexo. Em casos de baixa motivação geral, intrínseca ou extrínseca, que nesse caso é marcada pela baixa autoconfiança e necessidade de validação externa constante, a motivação disponível é menor que a necessidade de energia de ativação para aquele desafio complexo, gerando desistência prematura.

Na OF2, o mesmo não compreendia a lógica de variáveis, colocando os valores fixos no código, ao invés de colocar valores em variáveis e manipular as mesmas. Quando questionado sobre essa prática, e informado que o valor precisava ser variável, disse que se mudasse o valor, ele ia no código e mudaria, não compreendendo a necessidade e o uso de variáveis naquele contexto. Para ajudar, o pesquisador explicou a metáfora onde a memória do computador é um grande armário, as variáveis eram gavetas, e seu valor as roupas, que poderiam ser substituídas a qualquer momento. Chamou a atenção que o S3 era quem fazia o ESM mais rápido, entregando em alguns segundos, o que pode ter comprometido a qualidade das respostas.

Nas oficinas OF3 e OF4, seguiu o mesmo padrão, pedindo muita ajuda e reclamando quando não conseguia resolver, além de validar a todo momento seu andamento com o pesquisador. Na OF4 teve algumas comemorações ao fazer pequenas evoluções, falando que a tarde tinha passado muito rápido, evidenciando algum nível de concentração e estado de FLOW. Na OF5 ficava comentando e cuidando os projetos dos outros, e quando o S2 fez o *buzzer* funcionar pela primeira vez, disse que o seu iria funcionar em pouco segundos, caracterizando uma competição com os colegas. Na OF6, foi escolhido para a dupla D3, juntamente com a colega S5, que ficou visivelmente chateada por estar na dupla do S3. A dupla D3 não se entrosou na OF6, ficando em silêncio e cada um fazendo a sua parte, trocando as primeiras palavras somente uma hora depois do início.

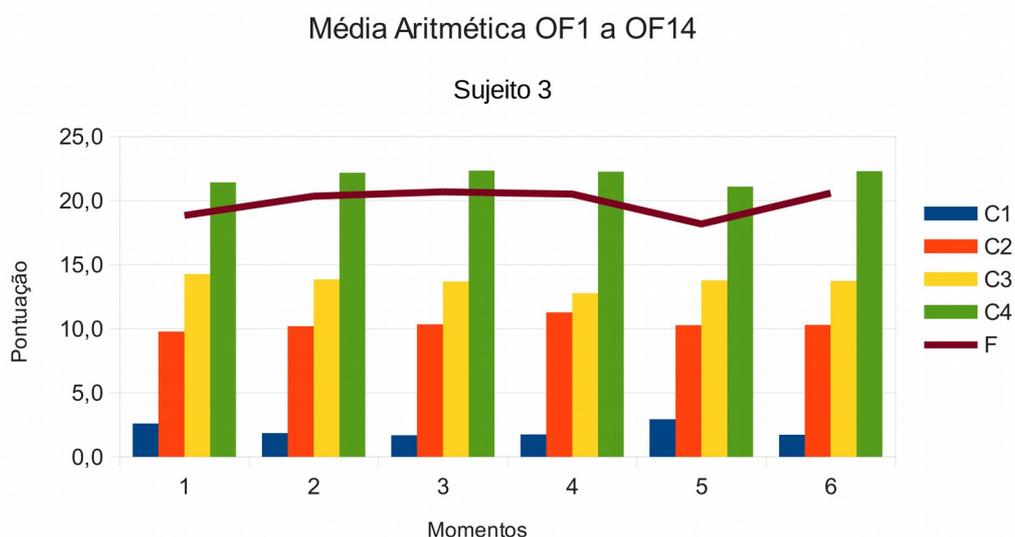
Na OF7 o S3 não compareceu, e na OF8 iniciou uma interação com o S5, explicando o que tinha feito no momento da troca de funções. A dupla D3 estava com problemas técnicos no Arduino, fazendo com que eles não recebessem as mensagens de erro, o que fez com que eles não pudessem testar suas hipóteses. Ficou muito claro aqui a importância do *feedback* para a aprendizagem, pois sem o mesmo, não existe retorno da validação e por isso não existe clareza do erro, impossibilitando a construção de um pensamento reflexivo. Na OF9, houve uma briga entre os membros da D3, pois como os motores não funcionaram, os mesmos começaram a colocar a culpa um no outro, até que o S3 xingou sua colega S5. Nesse momento, a S5 ficou muito chateada e começou a xingar ele e chorar, sendo que o pesquisador precisou intervir, chamando os dois para fora da sala.

Lá fora, sem os demais colegas, o pesquisador pediu um relato de cada um, e após ambos se expressarem, informou que esse assunto estava encerrado, e que não interessava quem começou ou o que disse, pois ambos deveriam se respeitar e compreender que nunca seriam iguais. Além disso, ambos deveriam pedir desculpas, e encerrar esse assunto naquele momento, ou os dois estariam fora do projeto. Após isso, os dois pediram desculpas e depois do intervalo voltaram a trabalhar juntos, com silêncio total e distância física. Esse foi um momento tenso, pois não era esperado em uma oficina de robótica, ainda na aplicação experimental de uma pesquisa, que fosse necessário intervir em dificuldades de relacionamento. A decisão de chamar para fora os dois, dar voz a ambos e exigir o fim da discussão foi instintiva, para evitar próximos episódios e não impactar o resto do grupo, que já se manifestavam contra o S3.

Após o acontecido, ficaram indagações: Como é feita a gestão de conflitos em um ambiente de aprendizagem? A estratégia adotada pelo pesquisador foi a mais adequada? Onde jovens aprendizes discutem suas emoções? Como as habilidades socioemocionais são tratadas em todo o ecossistema escolar? Esse é um dos papéis da escola? E ainda, como podemos criar um ambiente sadio para a aprendizagem, valorizando, discutindo e desenvolvendo as habilidades socioemocionais?

Na OF10, encontro posterior a briga, o S3 tentava interagir com a S5, comentando o projeto e tentando puxar conversa, o que só aconteceu após a volta do intervalo, quando começaram a interagir, ainda de forma não muito natural. Na OF11 em diante, com a metodologia com o grande grupo, o S3 não se engajou mais nas atividades, tendo um comportamento parecido com o S1, de reação somente quando demandado, mesmo assim com pouca vontade, sendo que não veio na OF12 e nas demais agiu quando demandado.

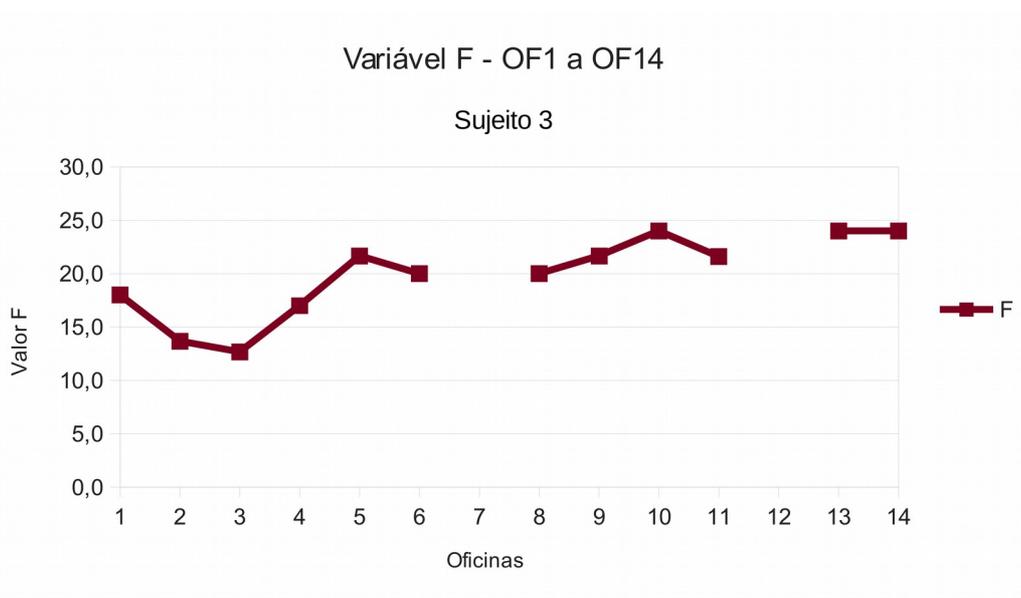
Figura: Gráfico da média do Sujeito 3 em todas oficinas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico acima, é possível verificar que o S3 não teve grandes flutuações em nenhum canal C1 a C4. Ainda, conforme o gráfico abaixo, a variável F também segue linear em todos momentos M1 a M6, sendo possível verificar uma queda de engajamento desde a OF1 até a OF3, e depois um aumento e estabilização da OF5 até a OF14.

Figura: Gráfico da variável F em cada oficina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um ponto importante a ser ressaltado foi a briga da dupla D3 acontecida na OF9, que impactou muito mais fortemente a colega S5, pois aparentemente o S3 não sofreu grandes impactos com o desentendimento.

#### **Análise do S4 - Sujeito 4**

O S4 é bastante comunicativo, quando se propõe a focar nas atividades, é concentrado mas pensa falando alto, tendo facilidade para resolver os desafios iniciais, por isso foi identificado como possuidor de maior habilidade em programação. Em geral, completa os desafios com mais tempo que o S2, às vezes ajudando e às vezes pedindo ajuda para ele, mas também é muito assertivo e comemora alto quando consegue suas vitórias, tendo um bom relacionamento com todos colegas.

Na OF3, o S4 fez as ligações da *protoboard* do Arduino sem padrão de cor dos fios, e conseguiu perceber sozinho que isso atrapalhou bastante na resolução do desafio. No início da OF4, voluntariamente informou, como que pensando alto: “hoje vou fazer as ligações direito, para começar certo e não perder mais tempo!”. Após concluir seu desafio, pediu se podia oferecer ajuda

para a colega S5, e foi informado que sempre pode oferecer ajuda, mas com uma condição: nunca dar respostas, apenas ajudar o colega a entender o que estaria errado. O S4 faltou à OF5. Na OF6 formou a dupla D2 com o colega S6, com visível desaprovação por parte do S4 na escolha da dupla. A dupla D2 discutiu bastante no início e não parecia estar entrosada, sendo que cada um fazia sua parte e estava competindo com o próprio colega de dupla.

Como na metodologia das oficinas existe intencionalmente a alternância de função entre programador e montador Arduino a cada 30 minutos, quando não existe entrosamento e comunicação, um membro acaba refazendo todo o projeto do colega, por não entender sua lógica, e quando volta à sua função anterior, precisa refazer novamente, levando claramente o desafio ao fracasso. A ideia central aqui é que eles percebiam isso, e acabem compreendendo que a única forma de resolver os desafios é trabalhando juntos. Justamente no grupo focal GF2 ao final da OF6, o S4 percebeu isso, dizendo ao colega: “olha, se não trabalharmos juntos e ficarmos brigando, nunca vamos conseguir”. Essa reflexão feita pelo S4, por mais singela que pareça, é fundamental no processo de resolução de problemas e pensamento reflexivo, pois visa garantir foco e direcionamento de energia na solução, e não em diferenças de visão ou competência dos membros de uma equipe.

Na OF7, a dupla D2 já iniciou diferente, se aproximando fisicamente e fazendo comunicações parciais sobre o projeto, interagindo de forma muito mais produtiva e orientada ao resultado. Na OF8, a dupla D2 seguiu em sintonia, sendo que quando recebeu o desafio, o S4 chamou seu colega S6 e ficaram um tempo discutindo e propondo mentalmente a solução do problema, evidenciando presença de pensamento reflexivo, definindo suas próprias hipóteses, validando e refutando mentalmente, partindo depois para a validação física, como propõe Dewey. Chamou muito a atenção que após completar a montagem, a dupla ficou discutindo melhores formas de criar o código, para ser mais funcional e simples, o que na programação profissional se chama refatoração<sup>30</sup>. Após completar o desafio, o S4 disse em voz alta: “nossa, a tarde está voando hoje”, evidenciando a presença de FLOW durante a atividade, pois além da frase, o S4 obteve valores máximos de FLOW de 24 pontos de intensidade, nos momentos M4 e M6 nessa oficina. Após, a dupla D2 se levantou para ajudar a dupla D3, que também se levantou e foi até a mesa da D2 para ver como os colegas fizeram o desafio complementar, mostrando pela primeira vez uma aproximação de dois grupos inteiros. Devido ao seu alto engajamento, presença de pensamento

---

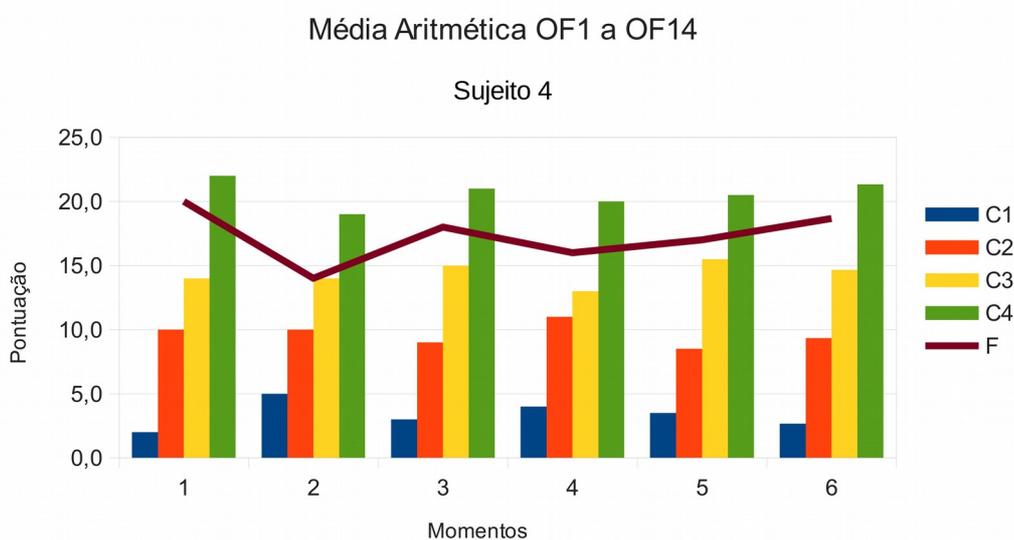
30

Refatoração é o ato de melhorar o desempenho ou a facilidade de compreensão de um código fonte em um software profissional, usando por exemplo estratégias de padrões de projetos, conhecidos como Design Patterns. Disponível em: Acesso em Fevereiro de 2017.

reflexivo e FLOW, a OF8 também será avaliada na dupla D2.

Na OF9, tanto o S4 quanto seu colega S6, tiveram menos interação, provavelmente devido à falha dos motores, que impediu que eles avançassem no desafio, mas mesmo assim, buscaram a solução sem desistir. Na OF10, a dupla D2 retomou uma grande interação, discutindo o projeto antes de fazer, porém quando o S4 estava na função de montador, parecia sem interesse, e quando voltava para programador, estava visivelmente mais feliz e contente, provavelmente devido a ser sua função favorita e que tem mais habilidade. Nas demais oficinas, o S4 participou quando demandado, mas dispersou assim como os colegas, faltando a OF13 e não atuando muito na OF14.

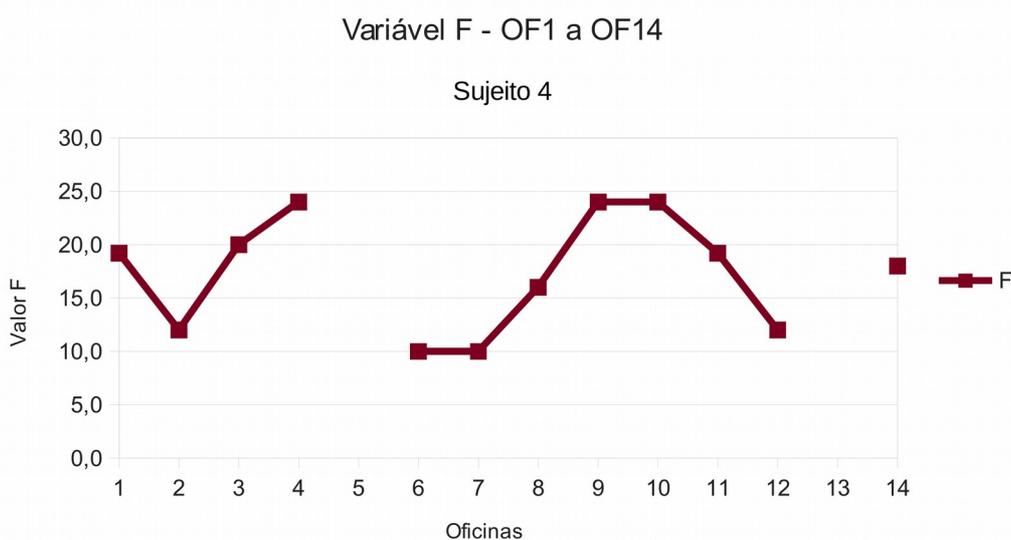
Figura: Gráfico da média do Sujeito 4 em todas oficinas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico acima, é possível verificar que o S4 tem seus mais altos graus de canal C1 (apatia) e mais baixos graus de C4 (FLOW) nos momentos M2 e M4, formando baixos índices de engajamento demonstrados pela variável F, justamente quando está na função de montador do Arduino, conforme já relatado. Analisando também o gráfico abaixo, é possível verificar que o S4 teve uma grande queda de engajamento justamente na OF6, que foi quando as duplas foram formadas e ele não ficou contente com sua dupla, discutindo o tempo todo. O que é inesperado, é que seu engajamento só voltou subir na OF8, chegando no máximo na OF9, uma vez que na OF7 já estava interagindo melhor com sua dupla S6.

Figura: Gráfico da variável F em cada oficina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda, da OF10 em diante, quando o desafio era coletivo e não existia um papel definido pela metodologia, o S4 perdeu o interesse pela atividade, tendo pouca participação e demonstrando quase nenhum compromisso com o projeto, inclusive faltando a OF13 sem justificativa.

### **Análise do S5 - Sujeito 5**

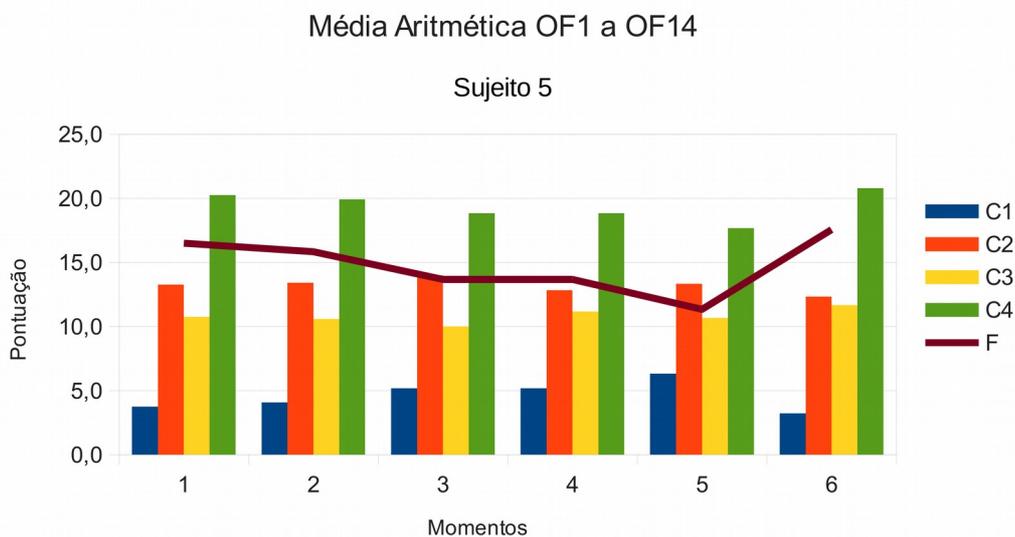
A S5 é muito introvertida e envergonhada, interagindo pouco com os colegas, mas é muito focada e concentrada nas atividades, o que ajuda ela a resolver os desafios da OF1 a OF4 sem grandes dificuldades, sendo esse o motivo de ser identificada como possuidora de maior habilidade em programação, mesmo que resolva de forma mais lenta que os demais. Faltou na OF5, e na OF6 formou a dupla D3 com o S3, não ficando muito contente com a escolha.

Como já descrito, a S5 não interagiu muito bem com o S3 na OF6, ficando quase sem nenhuma interação. Na OF7, a S5 fez a dupla com o S2, pela falta de seu colega, mas mesmo assim tiveram pouca interação. Conforme explicado, na OF8 a D3 teve boa interação, começando a construir uma discussão rica de ideias durante os desafios. Na OF9 houve a briga da dupla D3, onde a S5 ficou chateada e teve que ir dar uma volta e tomar água para retornar depois da conversa fora da sala.

Pela briga, na OF10 a S5 está evitando o colega S3, fazendo sua parte por conta, sem interação nenhuma, mesmo com tentativas do S3 de se aproximar. Chamou a atenção que após o intervalo, a dupla já estava interagindo bem mais, inclusive discutindo sobre a banda que mais gostava. Na OF11, no projeto coletivo, a S5 foi a única que teve uma postura de liderança,

chamando a atenção dos colegas e pedindo que ajudassem. Faltou na OF13 e nas demais cobrava os colegas, mas sem muito sucesso, pois o grupo estava desmotivado.

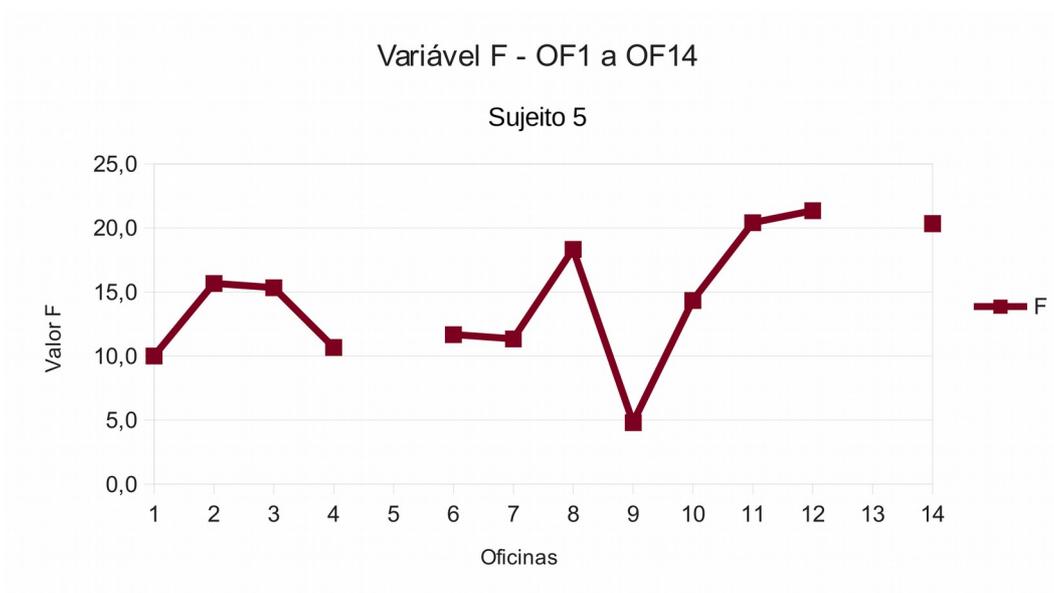
Figura: Gráfico da média do Sujeito 5 em todas oficinas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico da figura acima, fica visível que a S5 diminuía seu engajamento conforme passava o tempo da oficina, tendo um aumento quando se aproximava o final, tendo em todos momentos, alto grau de C1 (apatia) e C2 (ansiedade), que é um padrão quando o desafio é alto e falta habilidade, gerando ansiedade no indivíduo. Analisando o gráfico da figura abaixo, é possível verificar que a S5 tem uma grande flutuação do engajamento, em especial uma queda brusca, justamente na OF9, quando houve a briga da dupla.

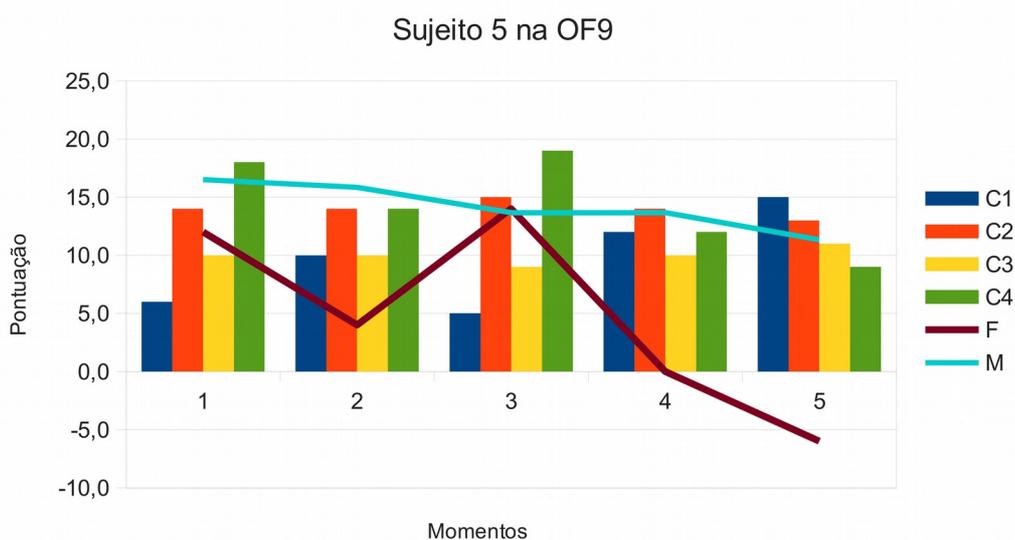
Figura: Gráfico da variável F em cada oficina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Também, na figura abaixo, é possível identificar o gráfico da OF9, quando houve a briga, em destaque para o intervalo entre o M3 e o M4, que foram os momentos de discussões anteriores ao desentendimento, e o momento M5, logo após o desentendimento, quando existe uma inversão total entre os canais C1 (apatia) e C4 (FLOW), sendo o único episódio com pontuação negativa em toda a pesquisa. Para facilitar a comparação visual, a variável M ainda traz a média geral da S5 em todas oficinas, mostrando que o comportamento fugiu completamente ao seu habitual.

Figura 22: Gráfico da pontuação do Sujeito 5 na oficina OF9.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, na OF10, com a retomada da interação, o engajamento se mostra em subida,

alcançando alto índice na OF11, sendo que a atividade era no grupo geral, não mais na sua dupla, e nessa oficina assumiu a liderança da atividade, se mobilizando da mesma forma até o final.

### **Análise do Sujeito 6**

O S6 sempre teve uma postura respeitosa, sendo comunicativo e dedicado nas atividades. Faltou a OF1, mas avisou com antecedência. Na OF2, ficou bastante perdido, e mesmo tendo boa vontade, havia faltado a oficina OF1 que tratava de introdução à programação, o que lhe gerou grande dificuldade para resolver as atividades. Na OF3, que era a primeira com Arduino, faltou novamente. Veio na OF4, e mesmo perdendo a introdução ao Arduino, se socorreu com os colegas. Sua boa vontade, ajudou a suprir a falta de conhecimento, conseguindo compreender a lógica básica do Arduino até o final da OF4. Chamou a atenção que ele pensa alto, conversando com o computador e o Arduino. Após o final do encontro, veio explicar que participava de um clube de esportes e estava treinando para ser profissional, por isso faltava. Nesse momento surgiu uma dúvida: dizer para ele não vir mais, para não ficar sofrendo nas oficinas ou deixar ele buscar as lacunas por conta própria? Compreendendo que o propósito da educação é inclusão, e isso passa por oportunidade, foi dada a ele a opção de vir e se integrar, caso tivesse muita dificuldade poderia procurar o pesquisador em outro horário para tirar as dúvidas. Pelas faltas e a dificuldade inicial apresentada, foi identificado como possuidor de Baixa Habilidade em Programação.

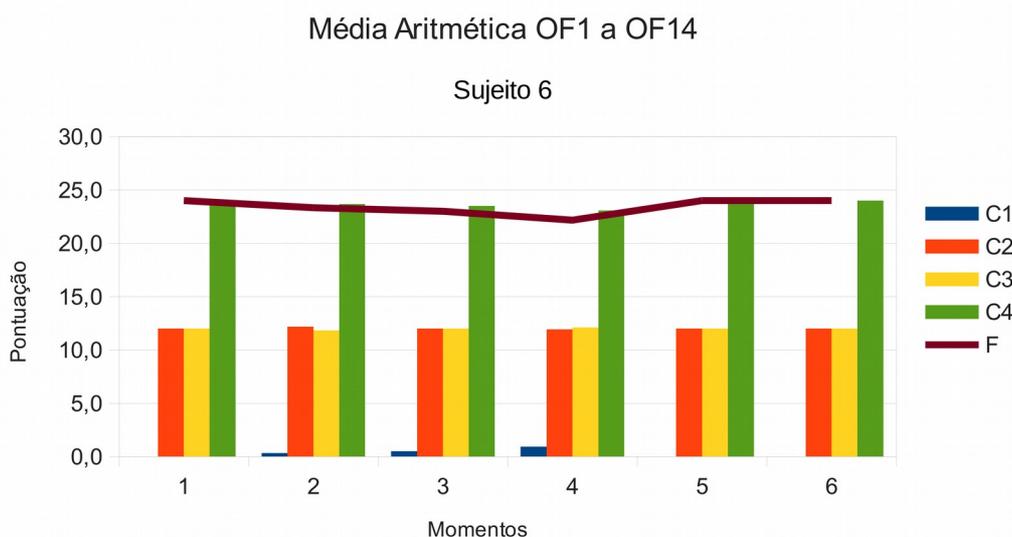
Posterior a isso, na OF5, mesmo tendo avisado que não viria, uma surpresa: apareceu na oficina e avisou que junto com sua família havia negociado algumas faltas no clube, e que iria participar de todas as demais oficinas, mostrando ter alta motivação intrínseca pela programação e robótica, o que foi constatado nas oficinas posteriores pelo nível de engajamento e intensidade medido pela variável F. Com isso, o pesquisador foi tomado por uma grande satisfação, de ter oportunizado e dado todos os subsídios para o desenvolvimento do participante, e o mesmo ter respondido com interesse e dedicação. Durante a OF5, teve um ótimo desempenho, apitando o *buzzer* antes de todos colegas, compreendendo muito rápido como usar os novos componentes e os novos códigos de programação.

Na OF6, o S6 fez a dupla D2 com colega S4, e ambos demonstraram que não tinham muita afinidade entre si. Ao formar a dupla, o S6 se mostrou individualista e muito ríspido, tendo pouca interação com o colega e ainda querendo desfazer sempre o projeto na troca de função, conforme já citado. No grupo focal GF2, seu colega S4 refletiu e juntos decidiram interagir mais e brigar menos, o que já aconteceu na OF7, onde a dupla teve uma grande melhora. Na OF7 o S6 estava focado no desafio, discutindo o projeto e possíveis soluções, e não mais perdia tempo tentando ser melhor que

o S4, o que melhorou muito a dinâmica da dupla.

Na OF8 a dupla atingiu seu auge de pensamento reflexivo, tendo excelente desempenho, debatendo melhores estratégias para resolver o desafio, conforme já citado, por isso esse vídeo será analisado em detalhes. Na OF9, o S6 chegou mais cedo, e informou que deveria ir ao treino de esporte naquele dia, mas pediu novamente licença para não deixar seu colega sem dupla, mostrando compromisso e responsabilidade, e mais uma vez alto grau de motivação intrínseca. Mesmo com os problemas técnicos da OF9, a dupla D2 se manteve tentando, focada no desafio. Na OF10, o S6 continuava interagindo com seu colega, e suas dificuldades técnicas do início praticamente estavam sanadas, estando os dois no mesmo nível de conhecimento. Na OF11 em diante, no grande grupo, assumiu a mesma postura do S2, tendo os conhecimentos técnicos necessários, mas não sendo propositivo com o grande grupo.

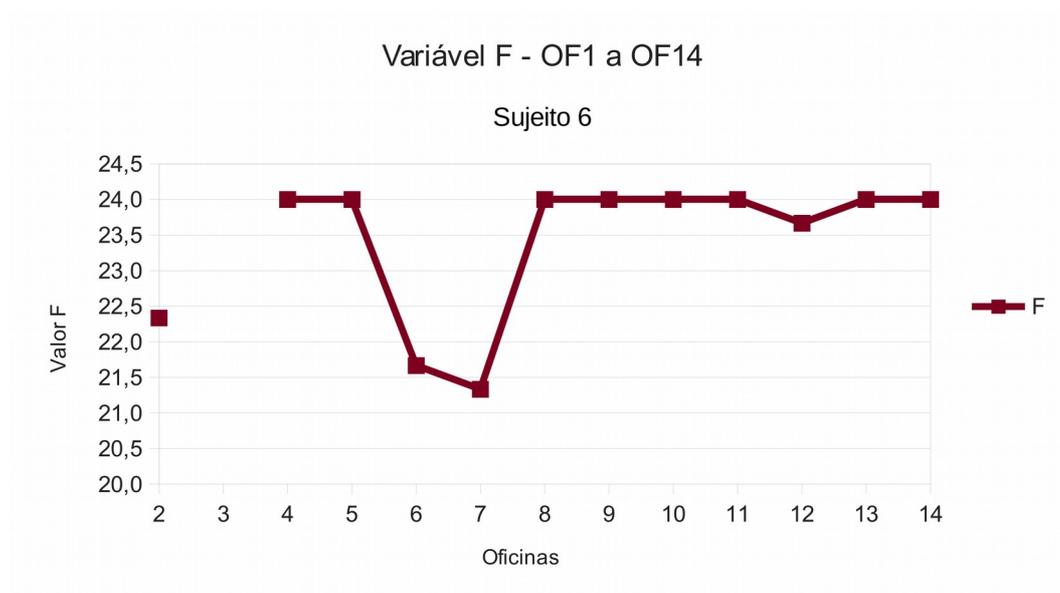
Figura: Gráfico da média do Sujeito 6 em todas oficinas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico na figura acima, pode se verificar uma grande linearidade nas respostas do S6, podendo significar pouca preocupação com o preenchimento dos questionários, respondendo de forma automática. Mesmo assim, no gráfico da figura abaixo, é possível verificar que o S6 teve uma pequena flutuação de engajamento nas oficinas OF6 e OF7, justamente quando iniciou a formação em duplas, gerando o desentendimento, e depois a dupla fez o pacto pela parceria e interação.

Figura: Gráfico da variável F em cada oficina.



Importante salientar, que a percepção do impacto negativo que a falta de entendimento gerava na dupla D2, foi feita por eles próprios durante o grupo focal GF2, mostrando a importância do processamento coletivo verbal ao término de um grupo de atividades, para autopercepção de imitações e consequências das atitudes.