CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES POR MEIO DE REDES DE CONHECIMENTO COLABORATIVAS

Roni Costa Ferreira

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título/diploma de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador(a): Marco Antonio Barbosa Braga, DSc.

Rio de Janeiro
Junho de 2023

O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES
POR MEIO DE REDES DE CONHECIMENTO COLABORATIVAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título/diploma de Doutor em Engenharia de Produção e Sistemas.

Roni Costa Ferreira

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professor Dr. Marco Antonio Barbosa Braga (CEFET/RJ) (orientador)

_____

Professora Dra. Claudia Lage Rebello da Motta (UFRJ)

_____

Professora Dra. Juliana Baptista dos Santos França (UFRJ)

_____

Professor Dr. Gustavo Paiva Guedes e Silva (CEFET-RJ)

_____

Professor Dr. Álvaro Chrispino (CEFET-RJ)

Rio de Janeiro
Junho de 2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

F383 Ferreira, Roni Costa
O ensino de programação de computadores por meio de redes de conhecimento colaborativas / Roni Costa Ferreira – 2023.
202f. il. (algumas color.) + apêndices , enc.

Tese (Doutorado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2023.
Bibliografia : f. 179-202.
Orientador: Marco Antonio Barbosa Braga.

1. Método de projeto no ensino. 2. Redes de Conhecimento. 3. Aprendizagem. 4. Administração de projetos. 5. Gestão do conhecimento. I. Braga, Marco Antonio Barbosa (Orient.). II. Título.

CDD 371.36

Elaborada pelo bibliotecário Leandro Mota de Menezes – CRB/7 nº 5281

DEDICATÓRIA

À Deus e a minha família por tudo e
em especial para Olívia Maria,
Elisa, Liriel e Sara.

AGRADECIMENTOS

A caminhada foi longa e árdua, mas o importante não é a chegada e sim o processo de transformação durante o percurso. Tomar a decisão para o primeiro passo não foi fácil. Levantar a cabeça e olhar para frente, quando tudo parecia não levar a lugar nenhum, não foi fácil. Mas existiram pessoas que me ajudaram não só a continuar, a perseverar, a acreditar que era possível chegar até aqui.

Dentre essas pessoas, quero agradecer ao meu mestre e amigo Marco Braga, o “Engenheiro das Fronteiras do Conhecimento”, que muito me ensinou nas áreas da Engenharia, da Física, da Filosofia, da Cibercultura, mas muito mais na vida, com suas palavras encorajadoras e seu exemplo: “pedala, continua pedalando…”.

Agradeço também o carinho, a disponibilidade e ao companheirismo nesta árdua jornada, aos meus amigos Luiz Ney D'Escoffier, Afsaneh Hamedi D'Escoffier, Gustavo Guttmann, Frederico Rezende, Joana Moura, Gustavo Luis Dionysio, Felipe José de Carvalho e Taciana Gato. Obrigado pelo apoio e principalmente pelas trocas em nossa pequena e efetiva “Rede de Conhecimento”. Ao amigo Leonardo Nardi, do IFRJ, meu muito obrigado por me ouvir nas horas difíceis e compartilhar comigo suas palavras de esperança e ânimo.

Não poderia me esquecer nunca de quem me ajudou a dar os primeiros passos para o doutorado. Ao meu querido mestre e amigo Sérgio Duarte, por ter me guiado nas veredas da área de Educação e Ensino, e por ter me ajudado a concluir o meu Mestrado.

Na mesma direção e com o mesmo espírito de gratidão, fazem parte desta conquista aqueles que me ajudaram a mitigar os erros e a fortalecer os alicerces desta tese. A minha admiração e gratidão às professoras Cláudia Motta, Juliana França e aos professores Gustavo Guedes e Álvaro Chrispino.

Não podia deixar de homenagear e agradecer os meus queridos alunos que participaram comigo nesta jornada. Obrigado pelo empenho, pelo compromisso e por acreditarem nesta nova forma de educar e prepará-los para o futuro profissional.

À minha família, mãe, irmãos, esposa e filhas, minha eterna gratidão pela paciência, pelos momentos de apoio e conversas. Perdoem as ausências e o nervosismo, pois cada minuto com vocês foi essencial para que eu pudesse chegar até aqui. Sem a minha “Rede Fraterna" jamais poderia gozar deste momento de conquista.

Por último, mas não menos importante, agradeço a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, a direção, aos técnicos administrativos e demais funcionários do CEFET-RJ, que me acolheram e sempre me trataram com a maior atenção e respeito.

A todos os pesquisadores deste país, obrigado pelo exemplo, por me fazerem acreditar em um Brasil melhor, mais justo e inovador. Não importa se o caminho estará cheio de pedras e obstáculos, nesta trajetória, basta-nos uma só coisa: RESILIÊNCIA.

Nas palavras dos historiadores William H. McNeill e J. R. McNeill,
a primeira *world wide web* (rede mundial) surgiu na verdade há cerca de 12 mil anos.

O homem, com a sua rede neural incomparável, nasceu para se conectar.

(FERGUSON, 2018, p. 38)

RESUMO

O Ensino de Programação de Computadores por meio de Redes de Conhecimento Colaborativas

Na atual educação profissional e tecnológica ainda existem lacunas que distanciam a formação acadêmica do perfil do profissional contemporâneo, que prioriza habilidades como criatividade, colaboração, trabalho em rede e autonomia. Este fato corrobora para que Universidades e a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica não sejam incluídas no ecossistema de inovação nacional. Diante desta problemática e visando criar um ambiente propício ao desenvolvimento de competências no campo da programação, procurou-se desenvolver uma experiência com estudantes dos Institutos Federais a partir da seguinte pergunta: — Como estudantes envolvidos na solução de problemas concretos constroem suas redes de conhecimento durante o desenvolvimento de projetos de programação remota? A fim de contribuir com esta questão, a pesquisa tem como objetivo construir um modelo de rede de conhecimento, formada por alunos de informática da Rede Federal de Ensino e que poderão se desenvolver profissionalmente projetando soluções de software para problemas reais do setor produtivo e demais organizações sociais. O caso de uso investigado, teve duas unidades de análise (projetos), onde foram usadas as técnicas de coleta de dados de observação participante, gravações de vídeo, questionários e entrevistas. Os resultados apresentaram o desenvolvimento de competências pelos estudantes participantes, em cinco dimensões chaves, que foram mapeadas em um mapa de maturidade, assim como a experiência promovida pelo modelo de redes entre escolas e organização demonstrou uma alta conectividade e a importância de determinadas tecnologias para a difusão do conhecimento. Seguindo o Modelo 3C de Colaboração foram validados sistemas e práticas de comunicação, coordenação e cooperação, sendo que a última dependia da internet para sincronizar o trabalho colaborativo dos grupos. O modelo de rede alcançado foi identificado como uma inteligência coletiva consciente e revelou as seguintes características fundamentais como resposta à investigação: desafio autêntico, ferramentas open source, liberdade, diversidade, reuniões regulares, apoio mútuo, responsabilidade, registros frequentes e internet. Além de propiciar um canal de troca de saberes entre as unidades que formam a Rede Federal de Ensino, o modelo também destacou que a metodologia usada é capaz de gerar soluções inovadoras, para problemas complexos, por meio da conexão em rede de organizações e instituições educacionais, principalmente para o desenvolvimento de software à distância.

Palavras-chave: Redes de Conhecimento; Aprendizagem Baseada em Projetos; Educação STEM; Colaboração; Programação de Computadores.

ABSTRACT

Teaching Computer Programming
Through Collaborative Knowledge Networks

In the current professional and technological education there are still gaps that distance the academic training from the profile of the contemporary professional, who prioritizes skills such as creativity, collaboration, networking and autonomy. This fact corroborates to the fact that Universities and the Federal Network of Professional, Scientific and Technological Education are not included in the national innovation ecosystem. Given this problem and aiming to create an environment conducive to the development of competencies in the field of programming, we sought to develop an experience with students from Federal Institutes based on the following question: - How do students involved in solving concrete problems build their knowledge networks during the development of remote programming projects? In order to contribute to this question, the research aims to build a knowledge network model, formed by informatics students from the Federal Educational Network, who will be able to develop professionally by designing software solutions for real problems in the productive sector and other social organizations. The use case investigated, had two units of analysis (projects), where the data collection techniques of participant observation, video recordings, questionnaires, and interviews were used. The results presented the development of competencies by the participating students, in five key dimensions, which were mapped in a maturity map, as well as the experience promoted by the networking model between schools and organization demonstrated a high connectivity and the importance of certain technologies for the diffusion of knowledge. Following the 3C Collaboration Model, systems and practices for communication, coordination, and cooperation were validated, the last of which depended on the internet to synchronize the groups' collaborative work. The network model achieved was identified as a conscious collective intelligence and revealed the following key characteristics as a response to the research: authentic challenge, open source tools, freedom, diversity, regular meetings, mutual support, accountability, frequent logs, and the internet. Besides providing a channel for knowledge exchange among the units that form the Federal Education Network, the model also highlighted that the methodology used is capable of generating innovative solutions to complex problems through the networking of organizations and educational institutions, mainly for the development of software at a distance.

Keywords: Knowledge Networks; Project-Based Learning; STEM Education; Collaboration; Computer Programming.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa da internet - apresentação 2D de links entre sites (2011)	48
Figura 2	Sistemas Colaborativos no Modelo 3C	62
Quadro 1	Protocolo de Projeto 1 - PREVCOVID	74
Quadro 2	Protocolo de Projeto 2 - LABIOS3D	75
Quadro 3	Seleção Componentes da Matriz de Maturidade para Projetos de Software	77
Figura 3	Mapa de Maturidade para a Pesquisa	80
Quadro 4	Dimensão 1 - Gerência de Mudanças	80
Quadro 5	Dimensão 2 - Colaboração	81
Quadro 6	Dimensão 3 - Criatividade	81
Quadro 7	Dimensão 4 - Liderança	82
Quadro 8	Dimensão 5 - Visão Sistêmica	83
Figura 4	Mapa de riscos marcado com os pontos de maior contágio	86
Figura 5	Diagrama Entidade-Relacionamento do Projeto PREVCOVID	88
Gráfico 1	Percepção dos alunos sobre o trabalho colaborativo no início do P1	93
Gráfico 2	Percepção dos alunos sobre o trabalho colaborativo no final do P1	105
Gráfico 3	Classificação do Pentagrama de Maturidade do Projeto P1	107
Figura 6	Wiki do projeto PREVCOVID	110
Gráfico 4	Sociograma Interação WhatsApp do Projeto P1	114

Figura 7	Gerenciamento de Projeto com Ciclos de Desenvolvimento e Testes (P2)	123
Figura 8	Versionamento de Código e Aprovação de Alterações no GitHub (P2)	125
Figura 9	Ferramenta de Comunicação Gamificada Discord	126
Gráfico 5	Percepção dos alunos sobre o trabalho colaborativo no final do P2	135
Gráfico 6	Classificação do Pentagrama de Maturidade do Projeto P2	136
Figura 10	Objeto criado para o laboratório virtual - Triangle Count	139
Gráfico 7	Sociograma Interação Discord do Projeto P2	144
Quadro 9	Unidades de Projeto do Estudo de Caso	147
Figura 11	KWE dos Projetos P1 e P2	149
Quadro 10	Modelo 3C de Colaboração aplicado às Unidades P1 e P2	151
Figura 12	Fluxograma “Lavagem das Mãos” criado no Miro (P2)	153
Quadro 11	Pensamento Reflexivo de Práticas Colaborativas aplicado às Unidades P1 e P2	158
Quadro 12	Comparação entre a Maturidade das Equipes P1 e P2	164
Figura 13	Autoavaliação dos estudantes sobre o desenvolvimento de competências	165
Figura 14	Modelo proposto de criação de redes de conhecimento organização-escola	166

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Artigos utilizados na definição do termo “Redes de Conhecimento”	39
Tabela 2	Fases do projeto de acordo com o período de execução	90
Tabela 3	Distribuição dos clusters da rede P1	112
Tabela 4	Distribuição dos clusters da rede P2	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3C	Comunicação, coordenação e cooperação
3D	Computação gráfica tridimensional
ABES	Associação Brasileira das Empresas de Software
AEI	Ambientes Educativos Inovadores
ALETI	Federación Iberoamericana de Entidades de Tecnologías de la Información y la Comunicación
ANT	Actor-Network Theory
API	Interface de Programação de Aplicações
ASEE	American Society for Engineering Education
ATA	Documento que registra resumidamente e com clareza as decisões de reuniões ou assembléias
AT&T	American Telephone and Telegraph
BRASSCOM	Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação
CBS	Comissão de Biossegurança em Saúde
CEFET-RJ	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
CIBio	Comissão Interna de Biossegurança
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COVID-19	Doença infecciosa causada pelo vírus SARS-CoV-2
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
CSS	Cascading Style Sheets
DAC	Doença Arterial Coronariana
DAO	Data Access Object
DER	Diagrama Entidade-Relacionamento
EPI	Equipamentos de Proteção Individual

EUA	Estados Unidos da América
FECTI	Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FYA	Foundation for Young Australians
HDM	Head-Mounted Display
HTML	Hypertext Markup Language
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IDE	Integrated Development Environment
IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
IoT	Internet of Things
JIT	Jornada Interna de Iniciação Científica e Tecnológica do IFRJ
JPA	Java Persistence API
JSF	Java Server Faces
LAL	Language Assessment Literacy
NASA	National Aeronautics and Space Administration (EUA)
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PBL	Project Based Learning
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
POJO	Plain Old Java Object
RUP	Rational Unified Process
RV	Realidade Virtual

SEFI	European Society For Engineering Education
SESI	Serviço Social da Indústria
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SLR	Systematic Literature Review
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
SUS	Sistema Único de Saúde
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UML	Unified Modeling Language
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USA	United States of América
VR	Virtual Reality
XP	eXtremme Programming
W3C	World Wide Web Consortium

SUMÁRIO

1	**Introdução**	**17**
1.1	Motivação	22
1.2	Definição do Problema	26
1.3	Pergunta de Pesquisa	31
1.4	Objetivo Geral	32
1.4.1	Objetivos Específicos	32
1.5	Hipóteses da Pesquisa	33
1.6	Contribuições da Tese	33
1.7	Resumo dos Capítulos	33
2	**Fundamentação Teórica**	**35**
2.1	Redes de Conhecimento: a vida conectada e as conexões da vida	35
2.1.1	Redes de Conhecimento: um novo salto para a inovação	36
2.1.2	Redes Complexas	43
2.1.3	Teoria Ator-Rede	49
2.2	Educação STEAM e a Formação do Engenheiro Contemporâneo	53
2.3	Aprendizagem Baseada em Projetos: saindo da rotina escolar	57
2.4	O Modelo 3C de Colaboração	60
2.5	Práticas Colaborativas de Schon	64
2.6	Matriz de Maturidade	65
3	**Metodologia de Pesquisa**	**68**
3.1	Amostra e Público-alvo	68
3.2	Delineamento da Pesquisa	69
3.3	Coleta de Dados	71
3.4	Protocolo de Casos	73
3.5	Matriz de Maturidade para Projetos de Software	76

4 Análise e Resultados 84

4.1 Estudo de Caso: Unidade 1 84

4.1.1 Unidade 1: Contexto e Objetivos 84

4.1.2 Unidade 1: Tecnologias e Gerenciamento 87

4.1.3 Unidade 1: Resultados 91

4.1.4 Unidade 1: Percepção Discente da Experiência 95

4.1.5 Unidade 1: Pentagrama de Maturidade P1 106

4.1.6 Unidade 1: Rede de Conhecimento P1 110

4.2 Estudo de Caso: Unidade 2 116

4.2.1 Unidade 2: Contexto e Objetivos 116

4.2.2 Unidade 2: Tecnologias e Gerenciamento 120

4.2.3 Unidade 2: Resultados 122

4.2.4 Unidade 2: Percepção Discente da Experiência 130

4.2.5 Unidade 2: Pentagrama de Maturidade P2 136

4.2.6 Unidade 2: Rede de Conhecimento P2 142

4.3 Discussão: Construindo um Modelo de Rede de Conhecimento 146

4.3.1 Ferramentas de Colaboração 147

4.3.2 Práticas Colaborativas 156

4.3.3 Modelo de Inteligência Coletiva em Rede 160

5 Conclusões 170

Referências 179

APÊNDICES 203

APÊNDICE A - Parecer do CEP FIOCRUZ/IOC 205

APÊNDICE B - Autorizações de Pesquisa CEFET/RJ e IFRJ 213

APÊNDICE C - Solicitação de Software CIBio/IOC 217

1. Introdução

A notícia de uma jovem programadora, ativista, nascida no Cazaquistão e que luta pelo acesso livre ao conhecimento científico, ecoou freneticamente pela rede mundial de computadores, fechando o ano de 2017. O debate provocou discussões, tanto de princípios éticos, políticos e econômicos, quanto abalou as linhas de liberdade, igualdade e solidariedade, formativas da própria matriz geradora da internet, hoje controlada por grandes *hubs* da tecnologia (MARTÍN, 2017). O senso comum talvez a tenha ignorado, ou velado a importância histórico-social deste episódio, amparando-se no velho mito do gênio: é mais um prodígio querendo glamour! De forma semelhante dir-se-á de uma jovem que cria um sistema proativo de eliminação da praga digital do cyberbullying espalhada entre adolescentes do mundo inteiro? Ou de outro jovem estadunidense, que ao sofrer uma perda familiar, criou um teste rápido e de baixo custo para detecção do câncer de pâncreas, uma das doenças que mais mata no mundo? (ANDRAKA, 2013; PRABHU, 2017). Ou será que o termo também pode ser associado a um grupo de jovens da Baixada Fluminense, moradores do município de São João de Meriti, RJ, e que em plena conjuntura da pandemia epidemiológica, provocada pelo Coronavírus, resolveram, mesmo diante de um quadro histórico de vulnerabilidades sociais, agora agravado pela COVID-19, unir forças e desenvolver um sistema web para orientar a população sobre a doença e fornecer um mapeamento das áreas de menor e maior intensidade de contágios ao poder público, de maneira que os recursos de combate fossem melhor administrados, como testes, leitos hospitalares e vacinas. Então, será que estes jovens são heróis, superdotados, ou simplesmente jovens com bons motivos para fazerem a diferença diante de um problema real?

O mito do gênio tem sido discutido amplamente como um problema ocasionado por linhas ideológicas positivistas e mecanicistas, que ao longo da história, propagaram o pensamento de neutralidade e de sentimento salvacionista da Ciência e da Tecnologia (AULER; DELIZOICOV, 2001). O professor Joseph Agassi, do departamento de Filosofia da Universidade de Tel-Aviv, levantou questões interessantes sobre o tema, em seu artigo "*The Myth of the Young Genius*", de 1985. Neste trabalho, refuta a precocidade da genialidade, e questiona alguns fatores que podem ou não influenciá-la, como oportunidade, necessidade, empenho e educação (AGASSI, 1985). Ao ressaltar a coragem destes jovens diante do precipício do desconhecido, o texto exorta a fragilidade humana e a institucionalização do mito do gênio na sociedade, perpetuando

futilidade, frustração e auto rejeição, principalmente no ambiente escolar, incapaz de reconhecer o esforço e a beleza das múltiplas ideias. O papel desencorajador deste mito, destrói muitas carreiras promissoras e produtivas, e continua sendo alimentado constantemente pela competição sem propósito. Então, abandonando uma polarização determinística existente entre os defensores do talento inato e os do talento socialmente construído, o autor exalta como fatores essenciais para o desenvolvimento de habilidades, duas premissas: o incentivo crítico e o acompanhamento fraterno.

Corroborando com esta importância, do estímulo na aprendizagem, o professor Tony Wagner, do Laboratório de Inovação da Universidade de Harvard, aponta como fator determinante, para suscitar mentes inovadoras, o apoio dado aos sonhos dos empreendedores. Na pesquisa, que durou 20 anos, Wagner (2012), entrevistou pais, professores e amigos de grandes nomes do universo da inovação mundial. Procurava entender: por que, frequentemente, jovens que saem de boas faculdades, não conseguem espaço no mercado de trabalho atual? Imbuído pela busca de respostas a este problema, o professor relata, que só o armazenamento de conteúdo, requisitado em demasia pela academia, não capacita para os desafios do trabalho contemporâneo. Entre outros fatores, necessários para impulsionar a inovação e que são pouco aprofundados na educação, destaca: a colaboração, ou seja, o aprender a trabalhar em equipe; a postura ativa diante do conteúdo, exercitando o pensamento crítico; o trabalho nas fronteiras do conhecimento, tendo uma visão holística dos saberes; e a capacidade de assumir riscos, saindo dos padrões e criando novos caminhos, que passem pela correção dos próprios erros e pela perseverança.

Em resumo, Agassi e Wagner, expulsam a ideologia do gênio, do cenário da educação, descortinando um novo olhar para a criação de ambientes inovadores de aprendizagem, onde projetos de vida são impulsionados e as diferenças acolhidas. Desta forma, o ecossistema da inovação nacional poderá receber pessoas capazes de propor ideias e soluções que minimizem as mazelas sociais e construam um cenário educacional e produtivo com maior equidade social. Mas, como dar este salto? Como sair de um sistema arcaico para um sistema inovador? Como atingir uma mobilização efetiva e coletiva das competências, citadas anteriormente? Que tipo de atores e interações são determinantes dentro de uma rede de conhecimento e inovação? Será que uma rede de conhecimento formada por jovens estudantes pode propor soluções inovadoras para problemas oriundos das organizações sociais?

No século XVIII, um grande salto foi dado em favor da inovação, por meio da instauração jurídica de garantias à propriedade intelectual. Os inventores e

empreendedores puderam dedicar-se exclusivamente a materialização de suas ideias, conforme cita o pesquisador francês, Pierre Lévy (2007):

> Ao se atribuir regras ao jogo da inovação, fazendo dela uma atividade legítima, socialmente encorajada, economicamente compensadora, desencadeou-se uma dinâmica tecnocientífica e industrial de imenso alcance. (p. 30).

Outro episódio histórico e ilustrativo, ao qual pode-se recorrer, ocorreu no século XX. A tecnologia de comunicação, desde o livro até o telégrafo, fornecia apenas os canais para a interação humana, contudo com o surgimento da comutação de pacotes, em substituição da comutação de circuitos, a internet ganha força e dá um salto paradigmático, colocando os computadores na mesma posição dos humanos, isto é, de atores que também realizam uma conversa: "Como tais, eles tinham de ser os responsáveis por resolver suas próprias questões de comunicação. Esses problemas de máquina para máquina - e suas soluções - imediatamente imitam e iluminam os nossos próprios problemas." (CHRISTIAN; GRIFFITHS, 2017, p. 323).

Percebe-se, nos dois casos, que os humanos não são os únicos agentes da mudança. Processos, leis, protocolos, máquinas e artefatos tecnológicos, também se configuram como atores atuantes em uma rede de construção do conhecimento (LATOUR, 2012b; CALLON, 1986). Outra observação, que pode ser extraída das situações mencionadas, refere-se ao alcance das inovações geradas, que aconteceram em rede, de forma distribuída, criando conexões e mobilizando saberes, causando desordem na previsibilidade e promovendo o encontro de culturas e da diversidade. Haja visto, que as organizações que aprendem, são aquelas que dinamizam um verdadeiro derramamento do conhecimento em suas entranhas, pois "as organizações só aprendem através de indivíduos que aprendem." (SENGE, 2013, p. 135). Evidentemente, a própria internet é um modelo de inovação coletiva, formada por redes complexas de inteligências, "onde interagem um grande número de atores humanos, biológicos e técnicos." (LÉVY, 2002, p. 135).

Neste sentido, novamente a humanidade encontra-se diante de outro salto de inovação, proporcionado pelo gigantesco universo informacional que compõe a internet. A base do conhecimento, suportada pelas tecnologias de informação e comunicação, sofre constante mutação, de maneira rápida e constante. E agora, os atores humanos não detêm mais o monopólio da geração de informação, dividindo sua criação, adaptação e transformação com sistemas de inteligência artificial, como programas de reconhecimento de perfil e de previsões de cenários econômicos e políticos, por exemplo. Assim, não parece adequado que o foco da aprendizagem, em todas as suas

finalidades (cidadã, profissional ou tecnológica), continue no acúmulo de conteúdo, pois saber como aplicá-lo e como gerenciá-lo, ganha maior relevância em tempos de Cibercultura (BATES, 2016; BEHRENS, 2013).

No século XXI, diante da quantidade de informação disponível, salta-se da geração do conhecimento para a tomada de decisões (PORTO; ZIVIANI; OGASAWARA, 2015). E como as instituições, sejam públicas ou privadas, de diversos setores sociais, podem melhorar suas decisões, mediante a tantos dados e informações? E as decisões em relação aos problemas reais? As soluções inovadoras nascem destas decisões? Primeiramente, seria necessário um "pensar estratégico", isto é, um olhar diferenciado sobre os dados oriundos dos problemas, mas ao mesmo tempo, e ainda dentro do mesmo pensar, uma convocação para o diálogo que escolherá o projeto que levará à solução mais viável, tanto economicamente, quanto tecnologicamente. Neste caso, a preparação de cada indivíduo, que faz parte deste processo decisório, será um fator importantíssimo para que surjam ideias inovadoras. Uma boa educação garante um uso adequado de diversas tecnologias, que abrem novas perspectivas sobre a vida e suas oportunidades. Segundo Casali (2019):

> Se considerarmos "educação" como mediação indispensável para a realização, manutenção e desenvolvimento da vida (supostamente uma boa vida para todos), a resposta será óbvia: "depende de seu uso educativo". Bons usos de tecnologias seriam os que promovem uma boa educação; maus usos de tecnologias seriam os que impedem ou deformam a função vital da educação - o que resultaria numa contradição pedagógica. (p. 31).

Outros autores, incluem além da educação de qualidade mais fatores para compor um processo decisório. Em seu livro "*Think Better*", o pesquisador e empresário Tim Hurson exalta o componente da liberdade como fator essencial para a tomada de decisões. Hurson defende em sua obra que as pessoas podem pensar melhor e fazer melhor quando possuem total liberdade para criar e produzir. O "pensamento estratégico" é por ele chamado de "pensamento produtivo": "Em essência, o pensamento produtivo tem a ver com liberdade. É uma maneira de escapar da tirania do rastro brilhante." (HURSON, 2008, p. 22). Ao trazer o termo "rastro brilhante", o autor faz alusão sobre os estudos das processionárias, realizado pelo naturalista Jean Henri Fabre, em 1896. As processionárias, quando colocadas em um círculo, seguem ininterruptamente o rastro de seda, deixado pela antecessora, não mudando o seu comportamento, mesmo que a procissão sofra baixas pela falta de alimentos ou pela falta de liderança. De forma análoga, Hurson ressalta que mudamos apenas quando somos forçados a mudar, mas a maior parte da nossa vida passamos seguindo padrões,

ignorando as advertências e negligenciando as oportunidades, pois não estamos focados em uma meta, somente na rotina. Casali e Hurson, também reforçam, como Agassi e Wagner, a questão de uma aprendizagem baseada em ambientes inovadores, onde a liberdade criativa seja uma premissa e o pensamento produtivo ou estratégico seja seu produto de inspiração.

Toda essa trajetória histórica, narrada nesta introdução, sobre os saltos inovativos durante os séculos e a audácia de simples jovens estudantes, munidos de conhecimentos tecnológicos, serviu para mostrar o fio condutor deste trabalho: se quisermos vislumbrar os próximos saltos inovadores precisamos retirar os jovens do "rastro brilhante", ou seja, da rotina escolar e proporcionar experiências mais contextualizadas com a realidade do mundo contemporâneo, priorizando o "pensar estratégico" por meio de ambientes livres para produzir e criar. Os apontamentos feitos até agora, mostram que o atual aparato formativo é "incapaz de reconhecer o esforço e a beleza das múltiplas ideias", precisando de reformulações para abandonar o acúmulo de conteúdos e dar oportunidades e incentivos para uma educação profissional e tecnológica ampla.

Logicamente, não compreende tarefa fácil assumir riscos em busca de soluções mais adequadas, mas se constitui em uma preocupação atual do mercado e da educação e que foi agravada com a Pandemia do Coronavírus. Devido ao novo contexto de socialização imposto, a formação dos profissionais do futuro (técnicos, analistas e engenheiros) passa obrigatoriamente por momentos remotos. E a parte prática, é possível ensiná-la e aprendê-la à distância? Se a reflexão nasce e renasce entre o pensar e o fazer, seria este, o tempo do imperialismo do conteúdo? Diante de tão grande obstáculo, a educação está aprendendo a ser híbrida, optando por modelos mais flexíveis e adaptáveis às situações da atual conjuntura social. A própria internet tem em sua essência o modelo híbrido, formada por inúmeros grupos de redes iguais e diferentes, tanto na parte física, quanto na parte lógica. Seria a internet o novo modelo de ensino e aprendizagem compartilhado, distribuído e à distância?

Então, tomando por base a internet como via de conexão, propõe-se criar pequenos grupos de estudantes de programação de computadores, trabalhando de maneira colaborativa para responder a problemas reais advindos de diversos setores da sociedade. Mas será que a Internet daria suporte para a aprendizagem por projetos? E por que usar a programação de computadores? Em seguida você poderá obter respostas para estas perguntas e entender as motivações que orientam as escolhas desta pesquisa.

1.1 Motivação

Enquanto as cidades medievais formavam uma rede de estruturas e relações, a partir de um núcleo administrativo, político e religioso, os espaços urbanos modernos eram projetados e modificados conforme os avanços tecnológicos. De forma antagônica o acesso a direitos socialmente reconhecidos continua crescendo em uma tendência não igualitária para as populações que vivem nestas regiões. E cada vez mais, as camadas sociais, econômicas e culturais da sociedade convergem do espaço físico para o virtual e vice-versa. Esta presença do ciberespaço se configura hoje como uma oportunidade de exercício da cidadania (GUERREIRO, 2017).

A conectividade e acessibilidade à internet, por exemplo, em tempos de Pandemia, conseguiu emancipar a continuidade à educação, para muitos estudantes, contudo para outros, se tornou um movimento de exclusão digital. A internet se multiplica pelos diversos contextos da vida social, como a educação, entretenimento e trabalho, direcionando novas demandas e prioridades. O professor e economista Ladislau Dowbor (2006), já alertava para esta concentração de poder:

> A informação generalizada pode ser um instrumento poderoso para facilitar a reconversão social que se prepara. Tal como evolui hoje, serve essencialmente para concentrar mais poder e para aprofundar o fosso social. A democratização dos meios de comunicação constitui hoje a linha de frente das transformações (p. 23).

O caminho de democratização apontado por Dowbor, exigirá fontes cada vez mais flexíveis e descentralizadas de geração de conhecimento, pois as pessoas buscarão intensamente o “conhecer” e o “produzir”, por meio destas ferramentas digitais. Logo, as redes de conhecimento digitais serão cada vez mais exploradas nas suas possibilidades e oportunidades, e com isto, necessitarão de mecanismos provedores, reguladores e promotores de igualdade na distribuição de acesso a estes recursos.

Dentro deste caminho, Guerreiro (2017) aponta a “infoinclusão” como parte deste processo democrático:

> Percebi que entre a cidade física e a cidade digital existia uma lógica que as aproximava e que fazia sentido. Identifiquei a espinha dorsal desta obra: a infoinclusão social, planejada como relação de equilíbrio sustentável entre o progresso tecnológico e o desenvolvimento social nas cidades, possibilitando a emergência da futura cidade digital. (p. 26).

O desenho destas cidades digitais é cada vez mais tangível com o uso de interfaces tecnológicas mais robustas e complexas, apresentando desde funções de personalização até controles de gerenciamento remoto. Redes sociais, jogos digitais, aplicativos bancários, aplicativos de monitoramento de saúde, são apenas alguns dos sistemas computacionais que requerem uma série de configurações, comandos e inputs, que são modificáveis, conforme a pessoa, a situação ou o lugar de onde se fornece os dados. Um mesmo espaço coletivo capaz de atender as necessidades particulares de cada indivíduo, respeitando critérios de acessibilidade, mobilidade e sustentabilidade. Partindo-se do princípio de que esta nova rede, coletiva de linguagens, negociações e práticas, é responsável por aderir "um enorme equipamento cognitivo aos indivíduos. A cada etapa de nossa trajetória social, a coletividade nos fornece línguas, sistemas de classificação, conceitos, analogias, metáforas, imagens [...]" (LÉVY, 2002, p. 142-143). Torna-se então, imprescindível, não só o acesso a conexão, mas todo um aporte interpretativo, representativo e autoral que capacite o sujeito a compreender e posicionar-se ativamente perante as tomadas de decisão da sociedade. Deste ponto, surge a primeira motivação para este trabalho: o acesso democrático às redes de conhecimento digitais e o seu suporte para a formação de redes colaborativas à distância.

Obviamente, como elucidado por Lévy, somente a garantia de acesso não basta para o pleno exercício de uma cidadania digital, que por meio das redes, se torna uma cidadania global. As interfaces tecnológicas agora se constituem em uma camada mediadora de interpretação e representação com o mundo. Este aporte cognitivo se caracteriza como um novo tipo de letramento. Pesquisadores como Anette Vee, professora da Universidade de Pittsburgh, aponta que da mesma forma que a leitura e a escrita foram importantes para a interação do sujeito com as sociedades do século XIX e XX, no século XXI, o chamado "*coding literacy*", será fundamental para a construção das relações sociais e uma forma de intervenção no processo decisório da sociedade do conhecimento (VEE, 2013).

Desde 2014, proclamado o Ano do Código, que a Programação de Computadores saiu da exclusividade dos cursos universitários de computação e engenharia, para adentrar também nas esferas educacionais dos anos iniciais. O crescimento das empresas de software e grandes plataformas web começaram a impulsionar a adesão de novos programadores para preencher as lacunas em seus quadros de recursos humanos. Percebeu-se que aplicativos criados por equipes de programadores inspirados, isto é, estimulados no seu "pensamento produtivo", podiam

ser elementos de disjunção de cadeias comerciais inteiras, trazendo novas formas de oferecer e consumir serviços e ou produtos.

Exemplos desta disrupção, pode-se citar a Netflix, o Uber, o Airbnb, que transformaram completamente os setores de entretenimento, transporte e imóveis, respectivamente. Ao mesmo tempo, pesquisas na área educacional começaram a apontar os benefícios do ciclo de programação para o processo educacional (RESNICK et al., 2009; BARR; STEPHENSON, 2011; JENKINS, 2012; CURZON et al., 2014; ASSAMOI, 2015; MUÑOZ et al., 2017; ARAÚJO; BITTENCOURT; SANTOS, 2018; FERREIRA; BRAGA, 2019). A observação de mudanças atitudinais e o desenvolvimento de competências necessárias ao novo contexto social, suscitaram estratégias pedagógicas mais orientadas por projetos, com mais interdisciplinaridade de saberes e liberdade para criar.

A Programação de Computadores é hoje uma realidade no currículo escolar de muitos países, como Estados Unidos, Inglaterra e Austrália, da Educação Básica a Universidade (ADAMS BECKER et al., 2016; PAULA; VALENTE; BURN, 2014). As crianças e jovens, que recebem hoje este conhecimento computacional, serão os profissionais e os líderes, responsáveis pelas abordagens tecnológicas que orientarão a tomada de decisões em cenários futuros. Esta responsabilidade, levada por bits e algoritmos, influenciará nos dilemas científicos, tecnológicos, sociais, políticos, econômicos, ambientais e éticos da sociedade, o que força, desde agora, uma capacitação profissional e tecnológica, na área de computação, alinhada a um letramento digital crítico (OLIVEIRA; GIACOMAZZO, 2017) e a uma cidadania global (MESA; ROMERO, 2016).

Segundo o sociólogo Manuel Castells (2016), sem este aporte cognitivo, mesmo que o indivíduo tenha acesso às ferramentas digitais, não poderá exercer a sua cidadania global, pois o seu potencial comunicacional e criativo estará limitado. Ainda, em sua obra "O poder da Comunicação", Castells (2013) nos alerta que na sociedade informacional a “capacidade para exercer controle sobre os outros depende de dois mecanismos básicos” (p. 67):

> 1) a capacidade de constituir redes e de programar/reprogramar as redes segundo os objetivos que lhes atribuam; e
>
> 2) a capacidade para conectar diferentes redes e assegurar sua cooperação compartilhando objetivos e combinando recursos, enquanto se evita a competência de outras redes estabelecendo uma cooperação estratégica” (CASTELLS, 2013, p. 67).

Na esfera do trabalho, a preocupação é iminente, alerta, Bates (2016, p. 64):

> [...] para sobreviver no mercado de trabalho atual, os alunos precisam ser flexíveis e adaptáveis, capazes de trabalhar tanto para si como para empresas que cada vez mais têm uma vida útil muito curta.

Além de sobreviverem a uma "concorrência" global e desenvolverem as competências necessárias ao contexto da Cibercultura, as empresas precisarão contribuir com estratégias e ideias inovadoras para a sobrevivência das próprias organizações (NYGAARD; COURTNEY; LEIGH, 2013). O novo ecossistema produtivo é interdependente de sujeitos que constroem sua identidade com base em uma visão sistêmica e que buscam aprender ao longo da vida. Por tanto, novas formas de empreender e inovar precisarão constar no processo educacional das instituições de Ensino Profissional e Tecnológico. Principalmente, porque "a formação inovadora exigida para atuação em todas as áreas do conhecimento demanda trabalho coletivo, discussão em grupo, espírito de entreajuda, cooperação, contribuição e parcerias." (BEHRENS, 2013, p. 76). E para reforçar a importância desta realidade, toma-se emprestado as palavras de VEE (2013) "[...] a programação de computadores está se movendo de uma habilidade especializada para uma habilidade generalizada, ou de uma ‘inteligência material’ para uma alfabetização." (p. 52). Assim, a segunda motivação para este trabalho configura-se em: um letramento digital para uma vida social plena e o exercício da Programação para a emancipação social.

Portanto, trabalhar por meio das redes digitais é praticamente uma necessidade, principalmente para aqueles que pertencem às áreas de computação e engenharia, pois esses são os *foros* onde os sistemas, a parte lógica das redes digitais, serão planejados, discutidos e construídos. E por causa disto, estes profissionais precisam cada vez mais serem preparados para trabalhar com projetos, que contemplam uma gama de incertezas, interdisciplinaridade de saberes, estágios diferenciados de complexidade, superação de erros, estudos de viabilidade, limites de prazo e orçamento, prototipagem de produtos, negociação de conflitos e demais saberes que envolvem a resolução de problemas. O “pensar estratégico” inclui essas características e potencializa a capacidade de produzir. As inovações econômicas e tecnológicas são “atraídas” por pessoas criativas e acostumadas a assumir riscos:

> [...] a criatividade […] possibilita o potencial para o desenvolvimento. É a imaginação aplicada, usando qualidades como a inteligência, a criatividade e o aprendizado reflexivo ao longo do caminho (LANDRY, 2013, p. 37).

Neste sentido, para se vislumbrar um horizonte de inovações nacionais, que enriqueçam os processos administrativos, econômicos e tecnológicos das instituições brasileiras, precisa-se viabilizar a construção de redes de conhecimento organizações-escola, onde a resolução de problemas reais, orientados pela colaboração, diversidade e espírito empreendedor, resultem em soluções de impacto e de difusão global.

1.2 Definição do Problema

Os problemas na formação de programadores, engenheiros de computação e sistemas, sempre foi um gargalo histórico para suprir as vagas nacionais na área de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), levando a altos índices de reprovação e evasão, deste perfil profissional no país (PEREIRA JÚNIOR; RAPKIEWICZ, 2004; SILVA et al., 2015; SOUZA; BATISTA; BARBOSA, 2016). Este quadro de desistência, não está restrito ao campo universitário, mas atinge também os cursos de nível técnico, como os oferecidos na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (FERNANDES; FREITAS JUNIOR, 2016). O Brasil é um país-membro da *Federación Iberoamericana de Entidades de Tecnologías de la Información y la Comunicación* (ALETI), e que apresenta o maior percentual de empresas de tecnologia com diminuição na sua força de trabalho (20%), seguido pela Argentina e pelo Equador, segundo censo realizado pela instituição. O relatório da ALETI (2015) ainda alerta, que no caso do Brasil e do Equador, a situação pode se agravar, caso medidas futuras não forem tomadas, principalmente reduzindo a participação e o crescimento de empresas de pequeno e médio porte, no setor de TIC, destes países. É notório no ramo tecnológico, a importância criativa e empreendedora da participação desta categoria de organizações no cenário de inovação nacional.

Um estudo, apresentado no Fórum Econômico Mundial (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020), revelou uma lista com 96 profissões do futuro que podem criar 1,7 milhão de novas oportunidades apenas em 2020 com expectativa de 6,1 milhões de empregos gerados até 2022. As profissões são organizadas em sete áreas, entre as quais, algumas estão diretamente relacionadas ao eixo de Informação e Comunicação e são identificadas como mais promissoras: Inteligência de Dados, Inteligência Artificial e Engenharia da Computação em Nuvem. No Brasil, a Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES), destaca que no ano de 2018 foram identificadas no país

aproximadamente 19.372 empresas atuando no setor de Software e Serviços. Destas empresas, 60% estão localizadas no Sudeste, sendo o estado do Rio de Janeiro o segundo estado do Brasil com o maior faturamento do setor (GENTILE, 2019). Recentemente, a ABES publicou o relatório “Mercado Brasileiro de Software – Panorama e Tendências 2020”, onde apontou crescimento de 10,5% do setor em 2019, com uma movimentação de R$ 161,7 bilhões, considerando os mercados de software, serviços, hardware e as exportações do segmento (GENTILE, 2020). Corroborando com o cenário apresentado, estudos elaborados pela Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom), também identificaram que a realidade do setor no Brasil tem excesso de vagas e ausência de mão de obra qualificada. Segundo o relatório, o Brasil forma 46 mil pessoas com perfil tecnológico por ano; no entanto, 70 mil profissionais serão demandados por ano até 2024 (GALLINDO, 2019). A investigação deparou-se então com um primeiro nó deste gargalo: a falta de mão de obra na área de desenvolvimento de software, podendo inviabilizar a capacidade competitiva da área.

Dando continuidade, o relatório da Brasscom também traz sugestões para a organização curricular de cursos de TIC, com foco no Ensino Médio (Regular e Técnico) e Ensino Superior, assim como perspectivas de investimentos para o quadriênio 2019 – 2022, indicando as principais tecnologias a serem desenvolvidas (tais como: Computação em Nuvem, Internet das Coisas e Inteligência Artificial) (GALLINDO, 2019). Isto, aponta um cenário de oportunidades para estudantes e egressos de cursos de TIC, mas conforme os relatórios indicam, há uma grande necessidade de se modificar objetivos, estratégias pedagógicas e modelos de aprendizagem.

A estrutura arcaica e hierárquica da escola não permite o desenvolvimento de habilidades como criatividade, autonomia e colaboração, provocando desta forma, um distanciamento da atual formação profissional e tecnológica das demandas da sociedade contemporânea. O uso de tecnologias digitais se demonstra cada vez mais imprescindível na educação “contemporânea”, pois ao articular-se com práticas pedagógicas, possibilita compreender, manipular e transformar problemas complexos da atual conjuntura social. Mas, também estes recursos de mediação têm sido relegados dentro do espaço formal de escolarização. Enquanto o poder público possui como pauta essa discussão para uma aprendizagem mais flexível, mais duradoura (*lifelong learning*), mais voltada para desenvolver habilidades, além de mais adaptativa, a atual conjuntura de incertezas, as empresas da iniciativa privada também se movimentam para diminuir este distanciamento entre a formação acadêmica e a

realidade do mundo do trabalho. Muitos documentos editados caminham neste sentido de um diálogo mais forte entre a famosa tríplice-hélice (governo, escola e empresa): “Inovações tecnológicas na educação: contribuições para gestores públicos” (INSTITUTO INSPIRARE, 2014), “TIC Educação 2020” (COMITÊ GESTOR DA INTERNET, 2020), “Inova Escola” (FUNDAÇÃO TELEFÔNICA VIVO, 2016a), “O futuro da aprendizagem móvel”, que teve a parceria da Nokia (UNESCO, 2009), “Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel” (UNESCO, 2014), “O NMC Horizon Report” (ADAMS BECKER et al., 2016), “Juventude Conectada 2” (FUNDAÇÃO TELEFÔNICA VIVO, 2016b), “Educação no século 21: tendências, ferramentas e projetos para se inspirar” (FUNDAÇÃO SANTILLANA, 2016), entre outros. Em resumo, essas iniciativas visam despertar e provocar mudanças no ambiente escolar, focando nas competências para o século XXI, no uso das ferramentas e tecnologias emergentes e seu impacto no ensino e na aprendizagem, na centralidade do aluno, na liberdade criativa, assim como, na geração de inovação.

Pesquisadores da área acadêmica, apontam que a dificuldade de interpretação dos problemas a serem abordados nas disciplinas introdutórias de computação, como a Programação, a falta de acompanhamento e feedback nas aulas (devido ao tamanho das turmas), a base matemática para ser aplicada na codificação, a falta de flexibilidade para estudar (muitos alunos trabalham), encabeçam a lista dos principais fatores de desistência dos alunos. Estes mesmos estudos, também afirmam que práticas de aprendizagem ativa e colaborativa, configuram-se em estratégias mais eficazes para a capacitação de novos programadores, técnicos e engenheiros, pois estimulam o interesse e o engajamento do aprendiz (GIRAFFA; MORA, 2013; GIRAFFA; MORA, 2015; SILVA et al., 2015). Segundo Oliveira (2005), o currículo dos cursos de engenharia não se modificou ao longo dos anos, permanecendo basicamente na exposição de conteúdos de disciplinas exatas e técnicas, e que, além de não se integrarem de forma interdisciplinar, não possuem mecanismos para desenvolver competências.

Diante das considerações do setor produtivo e acadêmico, percebe-se um discurso e um movimento unívocos, no sentido de fazer com que técnicos, analistas e engenheiros olhem por cima dos muros da escola e enxerguem um outro ritmo de aprendizado, mais adequado ao papel que é exigido por estes profissionais no atual cenário contemporâneo. Tonini e Pereira (2019) alertam para essa mudança crucial no perfil de formação de engenheiros e analistas e para a necessidade de adaptação as novas demandas profissionais na área de desenvolvimento de software:

> Outra preocupação apresentada, advinda da automação, é a demanda por engenheiros que atuem na concepção de novos sistemas ou de suas adaptações posteriores, o que exige capacidade de programação e desenvolvimento de software. Também é apresentado que essas mudanças no cenário atual reafirmam a exigência de mudanças no perfil do engenheiro para converterem em aplicações práticas os resultados das descobertas científicas e tecnológicas. (TONINI; PEREIRA, 2019, p. 105).

A integração entre sistema educacional e sistema profissional ainda é um desafio que precisa ser superado, mas ao mesmo tempo, pelo atual ritmo de mudanças e complexidade dos problemas de hoje, fica cada vez mais evidente a necessidade de se construir este pilar de comunicação e, principalmente, de articulação. No cenário brasileiro, a escassez financeira, a burocracia institucional, a baixa valorização de pesquisas aplicadas, a falta de divulgação das pesquisas e tecnologias geradas nos laboratórios acadêmicos, são alguns entraves por parte das instituições educacionais (LEE; OHTA; KAKEHI, 2010; SCHARTINGER; SCHIBANY; GASSLER, 2001). Em contrapartida, o setor empresarial, possui como obstáculos, a exigência de resultados de forma imediatista, em sua maioria não possuem uma gestão empreendedora, capaz de correr riscos, não investem em meios mais eficazes para acompanhamento de projetos e desconhecem o potencial inovador das instituições acadêmicas (MANCINI; LORENZO, 2006; GARNICA; FERREIRA-JÚNIOR; FONSECA, 2005). Esta situação, descrita anteriormente, descortina mais um nó a ser debatido: a falta de uma estrutura capaz de oferecer um intercâmbio de conhecimento entre o ambiente escolar e o ambiente profissional.

As empresas possuem várias fontes para inspiração e inovação de seus produtos e serviços. Uma delas é o seu próprio *know how* interno, contudo, segundo pesquisadores, este tipo de impulso para inovação é mais propício nas empresas onde as mudanças tecnológicas são constantes. Na maioria dos casos, as empresas dão ênfase maior à manutenção de seus processos hierárquicos e investem demasiadamente na geração de estratégias para se sobreporem à concorrência (ZUCOLOTO; TONETO JR., 2005; FURTADO; CARVALHO, 2005; CAVALCANTE, 2014). Outra fonte de informação e orientação para a inovação à disposição das empresas são as parcerias com as instituições educacionais e centros de capacitação profissional. Infelizmente, as relações empresa-escola no Brasil não são fortalecidas e direcionadas para empreendimentos inovadores. Antes, promovem de forma tímida uma espécie de manutenção de tecnologias periféricas (COHEN et al., 2002). Diferentemente de países como EUA, Inglaterra, França, Holanda, Alemanha, Malásia, e Coréia do Sul, por exemplo, onde 90% das empresas afirmaram que as pesquisas

acadêmicas em parceria com as suas áreas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) fomentaram inovação nestes países (BRITTO; OLIVEIRA, 2011; ARAÚJO et al., 2015; PINHO; FERNANDES, 2015; GARCIA; RAPINI; CÁRIO, 2018).

Logo, a fraca interação entre empresa-escola tem se apresentado como um novo nó do gargalo, mencionado no início do tópico, para alavancar a participação das instituições educacionais no ecossistema nacional. Após o modelo da tripla hélice surgiram várias discussões sobre o papel da escola no ecossistema de inovação. Sabe-se da riqueza produtiva nas áreas científicas e tecnológicas das academias e a incipiente produção inovativa do mercado brasileiro (SESI, 2017) e como alguns grupos de pesquisa que interagem com empresas têm obtido trocas positivas de conhecimento e colaborado para a preservação da cultura de inovação em ambas as partes (RAPINI et al., 2009). Desta forma, ainda há espaço para a criação de novos modelos que possam conseguir uma integração entre as organizações e a escola para o desenvolvimento de inovações tecnológicas nacionais.

Obviamente, o mercado possui suas próprias demandas, que em geral inclui uma despreocupação em relação às metas mais amplas da educação. A lógica do mercado é tornar-se cada vez mais exigente e competitivo e por isso “requer sujeitos que estejam em processo de aprendizagem contínua e de adaptação permanente” (LOUREIRO; KLAUS; CAMPESATO, 2019). A educação por sua vez não se atém somente a uma formação técnica, mas compreende todas as dimensões do sujeito: cognitiva, social e afetiva. Isto é, em poucas palavras, se preocupa não só com o “como fazer”, mas também com o “por que fazer”, preparando assim, um sujeito pronto para a ação e que seja capaz de refletir sobre a sua própria ação. Esta análise crítica constitui uma parte de toda a complexidade da responsabilidade pedagógica e da prática docente.

Ao se propor uma interação mais próxima entre mercado e educação, empresa e escola, não se pretende esvaziar a responsabilidade da escola de mostrar uma visão sistêmica do mundo e de preparar pessoas para serem intervenientes sociais. No entanto, mesmo com diferenças de prioridade no processo de formação do sujeito, existem conexões comuns entre estas organizações: o desenvolvimento de habilidades, como atuar em equipe de forma colaborativa, possuir proatividade diante de situações críticas, ter resiliência diante de dificuldades, usar a criatividade para resolver problemas ou desenhar soluções. Assim, consegue-se criar uma rede de ideias e interesses que contemplem uma formação técnica pautada na teoria e ao mesmo tempo na experiência e aplicações do setor produtivo, complementada por todo um aporte humanístico,

necessário para uma cidadania plena e responsável.

Portanto, este trabalho, parte do princípio de que a escola não pode ser uma instituição simbólica, separada do mundo, ao contrário, ela deve inserir dentro do seu ambiente todos os processos e formas de vida da contemporaneidade, pois toda a complexidade da sociedade deve ser discutida e debatida por diferentes ângulos dentro da escola. Não se trata de encher o ambiente escolar de aparatos tecnológicos, mas fazer um movimento de deslocamento para expandir o “humano” por meio de um conhecimento social, político, econômico, produtivo, ambiental e tecnológico, também gerado pela realidade das organizações e seus impactos na sociedade. Pesquisas mostram que neste tipo de interação, deve-se levar em consideração o chamado “Benefício do Relacionamento”, pois estas redes, além de criarem cooperação e troca de conhecimento científico e tecnológico, aumentam o engajamento na manutenção de projetos de P&D. O “Benefício do Relacionamento” se alimenta constantemente de um fluxo bidirecional de informações (FERNANDES et al., 2010; ALVAREZ; KANNEBLEY JR.; CARLO, 2013; ARAÚJO et al., 2015). A escola deve ser considerada um centro de união entre passado, presente e futuro, teoria e prática, ideias e construções, contudo as evidências levantadas pela pesquisa, mostram que diante da atual conjuntura, o ambiente escolar não é considerado como parte integrante do ecossistema de inovação nacional.

1.3 Pergunta de Pesquisa

Nota-se, portanto, a existência de lacunas que carecem ainda de maiores pesquisas, e que visem esclarecer os caminhos que ainda necessitam ser trilhados, para formar profissionais técnicos, analistas e engenheiros da área de software, que intervenham, por meio do seu conhecimento técnico-humanístico, na colaboração e construção de uma sociedade mais igualitária e sustentável, utilizando redes digitais à distância. Então, a proposta em questão pretende preencher e contribuir com respostas mais adequadas ao seguinte questionamento:

— **Como grupos de estudantes envolvidos na solução de problemas concretos constroem suas redes de conhecimento durante o desenvolvimento de projetos de programação à distância?**

1.4 Objetivo Geral

O objetivo desta proposta de trabalho, para tratar a questão problema apresentada, pauta-se no fenômeno social das redes digitais à distância, que são capazes de formar grupos de trabalho colaborativo, podendo por este motivo, servirem de suporte tecnológico para a construção de projetos organização-escola, na área de software. Os saberes de Algoritmos, Programação de Computadores, Banco de Dados e Aplicações Web, por exemplo, serão aprofundados por estudantes na resolução de problemas reais, de maneira que a criatividade e o “pensar estratégico”, gerados por esta experiência interativa e prática, possam impulsionar uma cultura de inovação, entre os seus participantes e suas instituições.

Desta forma, o objetivo geral da pesquisa, em questão, configura-se em:

Construir um modelo de rede de conhecimento, que por meio da articulação entre os saberes desenvolvidos no espaço escolar e a experiência das organizações, fomente a criação de um ambiente propício ao surgimento de projetos inovadores na área de software.

1.4.1 Objetivos Específicos

- Apresentar uma estratégia generalizável de construção de redes de conhecimento de estudantes, para desenvolvimento de software, não presenciais, sustentadas por plataformas online de interação e gestão do conhecimento;
- Apresentar um modelo de maturidade capaz de mapear o nível de desenvolvimento dos aprendizes nas dimensões definidas como primordiais para o desenvolvedor de *software* contemporâneo;
- Identificar os fatores mais relevantes de construção da rede de conhecimento proposta, utilizando metodologias da área de Ciências de Redes Complexas;
- Identificar as mudanças e as trocas estabelecidas entre os diferentes atores humanos e não humanos, utilizando a teoria Ator-Rede;
- Propor uma estrutura fácil e barata para introduzir a escola como um membro do ecossistema nacional de inovação.

1.5 Hipóteses da Pesquisa

- A participação de estudantes do Ensino Médio e Superior em projetos que envolvam a resolução de problemas reais, por meio de redes de conhecimento, desenvolve competências e habilidades desejadas aos profissionais contemporâneos;
- A conexão criada entre organização-escola, por meio de uma rede de conhecimento, é capaz de gerar soluções inovadoras para resolver problemas específicos, regionais e ou sociais;
- A colaboração promovida pela rede de conhecimento online pode desenvolver a troca de saberes e experiências científico-tecnológicas entre unidades escolares distantes geograficamente.

1.6 Contribuições da Tese

- Trazer à tona a importância de se alinhar o capital intelectual gerado no ambiente escolar com as demandas reais das organizações e seus diversos setores, a fim de se ampliar e promover soluções inovadoras na área de *software*;
- Oferecer um modelo de construção de uma rede de conhecimento, adaptável, repetível e passível de avaliação, e que seja capaz de contribuir com a transformação de uma educação profissional e tecnológica mais efetiva, por meio da aprendizagem de projetos.

1.7 Resumo dos Capítulos

O capítulo em questão trouxe uma breve introdução, que aborda o contexto da temática deste trabalho, envolvendo a competência de programação de computadores, a formação de técnicos, analistas e engenheiros e a sinergia entre organização-escola para o ecossistema de inovação nacional. Ainda na introdução, foram explicados a motivação e os problemas, para os quais, esta pesquisa busca analisar e contribuir com

novas perspectivas e encaminhamentos. Após, também se descreveu o objetivo geral e os objetivos específicos, seguidos pelas hipóteses e contribuições esperadas com a tese.

O Capítulo 2 compreende uma explicação detalhada dos conceitos principais da tese, tomando como base teórica o pensamento e as definições de autores nacionais e internacionais de diversas áreas do conhecimento, especificamente da integração da educação com o mundo do trabalho contemporâneo. Termos como STEM, Aprendizagem por Projetos, Aprendizagem Colaborativa, Teoria Ator-Rede, Redes Complexas e Inovação, assim como alguns casos semelhantes são relatados neste capítulo.

A seguir, o Capítulo 3, traz como meta descrever as fases que compreenderam a aplicação da proposta de trabalho, o tipo de estratégia científica adotada para esta investigação e uma breve explicação dos problemas reais, que foram utilizados no protótipo do modelo. Os limites da pesquisa, a amostra e as formas de coleta de dados também são mostradas neste capítulo sobre a metodologia de pesquisa.

A análise e os resultados da pesquisa estão detalhados no Capítulo 4. Este capítulo busca, à luz do referencial teórico escolhido, explicar e mostrar por meio de estatísticas e gráficos, o comportamento dos dados e as mudanças ocorridas com a intervenção do modelo no cenário de ensino profissional e tecnológico. As perspectivas e as considerações do pesquisador apontam as tendências e padrões encontrados, podendo ou não atender às hipóteses definidas no capítulo inicial.

As considerações finais são expostas nesta parte final da tese, onde o pesquisador apresenta um resumo do trabalho, com os principais resultados e com o conhecimento gerado que responda a indagação inicial e encaminhe soluções para o problema investigado. Serão também apresentados alguns trabalhos futuros que deem continuidade e possam aperfeiçoar a proposta destacada com a pesquisa.

Na sequência, as referências que compõem este trabalho, seguido pelos apêndices e anexos gerados para que os dados fossem coletados, além da conformidade com as regras do Conselho de Ética.

2. Fundamentação Teórica

A presente investigação buscou por meio de uma pesquisa bibliográfica encontrar autores que apoiem as teorias levantadas e a definir os termos chaves utilizados nesta narrativa. A base teórica de uma investigação científica constitui sua espinha dorsal, onde as discussões e lacunas da área são compreendidas e debatidas, ganhando novos patamares com a intervenção de mais pesquisadores, que podem confirmar ou refutar mais hipóteses. Todo este ciclo de pensamento e práticas torna-se necessário para construir e (re)construir o conhecimento gerado pela academia, que se renova em um processo dinâmico de aquisição de novas perspectivas e experiências, além de se atualizar de forma a manter-se conectada ao atual contexto histórico-social.

2.1 Redes de Conhecimento: a vida conectada e as conexões da vida

Propõe-se, neste trabalho, criar com as unidades da Rede Federal de Ensino, uma trajetória formativa por meio de uma rede de conhecimento colaborativa, com estudantes técnicos e graduandos, seguindo tendências da própria indústria de Engenharia de Software, que trabalha em redes de produção modulares, ou seja, redes globais de produção e inovação. A aprendizagem em rede e colaborativa, pelo seu formato metodológico ativo e de engajamento, consegue bons resultados na responsabilização, assumida pelos seus membros, e no compartilhamento das informações. O sentimento de pertencimento agrega práticas cooperativas ao processo, pois "se você nutrir sua rede, a rede irá ajudá-lo." (DUBOIS, 2013, p. 1). Da mesma maneira, "o contato cooperativo, de apoio mútuo, de responsabilidades divididas, mas interdependentes, permite ao aluno desenvolver comportamento adequado num ambiente bastante próximo de relacionamento que irá enfrentar no exercício profissional." (MARTINS FILHO; SANGLARD, 2000, p. 6).

Nos próximos subtópicos irá se abordar a formação de redes de conhecimento diante de duas perspectivas: das Redes Complexas e da Teoria Ator-Rede. Mas, antes é necessário se perguntar, afinal: O que são Redes de Conhecimento? Como surgem e o porquê são formadas? Quais os objetivos de uma Rede de Conhecimento?

2.1.1 Redes de Conhecimento: um novo salto para a inovação

Na conjuntura do mundo contemporâneo, dois fatores se tornaram altamente relevantes para o aprimoramento e mudanças na cultura organizacional e para a manutenção do ecossistema de inovação. Um destes fatores passa pelo entendimento e gerenciamento do fluxo de informações, que as organizações precisam tratar nos seus processos internos e externos:

> As informações "[...] apoiam o processo decisório, exercem influências sobre o comportamento das pessoas e passam a ser um vetor importantíssimo, pois podem multiplicar a sinergia dos esforços ou anular o resultado obtido pelo conjunto" (MORAES; FADEL, 2007, p.103).

Quando o fluxo de informações é bem aproveitado, isto reverbera por todos os níveis da organização, transformando comportamentos, aumentando a produtividade, a qualidade e principalmente, o seu grau de inteligência competitiva (CAVALCANTE; VALENTIM, 2008). Compreender a importância do compartilhamento de informações deve ser aprendida por todos os colaboradores da organização, a fim das discussões, em diferentes grupos, gerarem novas percepções e agregarem valor a um conhecimento coletivo, que melhora o suporte nas tomadas de decisão. Investir em colaboradores, que ao invés de reter, permitem que a informação circule de forma livre e flexível, torna-se crucial para o aumento de projetos inovadores.

Diante deste contexto, outro fator, que também se destaca em um mundo globalizado e conectado, pelas redes digitais que compõem a Internet, torna-se fundamental para a sobrevivência das organizações: o trabalho em rede. É por meio das redes, suportadas pelas tecnologias de informação e comunicação, que as organizações têm construído um *continuum* movimento de interação, de relacionamentos, de troca de experiências e conhecimento. O trabalho dentro destes agrupamentos é distribuído entre seus membros, priorizando desta forma, a colaboração em detrimento do velho modelo de competição, hierarquização e centralização do poder (BARABÁSI, 2009). Dentro da nova topologia de trabalho em rede, continuam existindo as lideranças, as discussões, as negociações e os interesses individuais, mas a dinâmica do conviver e do compartilhar mudam a forma de acesso aos recursos, sejam tangíveis ou intangíveis, assim como sua aplicação. Enquanto a filosofia da hierarquização tende para a escassez, a mentalidade e as práticas da rede colaborativa geram múltiplos caminhos, empoderando todos os seus membros e estabelecendo o princípio da confiança. Juntos, estes dois fatores, o fluxo

livre e gerenciável de informações e as redes de trabalho colaborativo, formam o que se definiu nomear na literatura como “Redes de Conhecimento”.

Neste sentido, a formação do engenheiro e demais profissionais de tecnologia necessita acompanhar e se adequar às exigências de uma conjuntura de incertezas, mudanças constantes e problemas cada vez mais complexos. Haja vista, que uma das grandes causas das evasões dos cursos de Engenharia é de ordem pedagógica, principalmente no Ciclo Básico, onde as disciplinas como matemática e ciências são ministradas (GODOY; ALMEIDA, 2020). Outras pesquisas, demonstram que atividades práticas que se aproximem do ambiente profissional, tendem a causar impactos mais positivos na preparação dos engenheiros do futuro (LIMA et al., 2020). Portanto, deve-se buscar abordagens pedagógicas capazes de desenvolver, nos estudantes da área, competências que os empoderem para trabalhar colaborativamente em rede, analisando um grande número de informações, e criando soluções adequadas para enfrentar os desafios do futuro (THOMASSEN; STENTOFT, 2020). Até porque, os próprios postos de trabalho que eles assumirão, ainda estão sendo criados ou não estão previstos (WORLD ECONOMIC FORUM, 2020).

O grande desafio na formação de engenheiros e profissionais de tecnologia é proporcionar uma mudança significativa e profunda no modelo educacional em vigor. Modelos educacionais unilaterais, monolíticos e lineares relacionados aos processos de ensino-aprendizagem já não conseguem mais responder aos desafios pedagógicos da atualidade, o que vem exigindo a construção de novas abordagens teóricas e tecnológicas mais potentes, dedicadas à gestão do conhecimento (CAMPOS et al., 2011). O setor produtivo e o desenvolvimento de cidades inteligentes (*smart cities*) caminham rapidamente para consolidar a quarta revolução industrial, onde domínios do conhecimento como Big Data, Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Robótica, Biotecnologia, Nanotecnologia, entre outros saberes interdisciplinares, se mostram cada vez mais presentes na integração de pessoas, artefatos e ambientes. No Brasil, por exemplo, em recente relatório da Confederação Nacional da Indústria (CNI), destaca como uma das dimensões prioritárias em conformidade com as diretrizes da Indústria 4.0, a formação adequada de recursos humanos. Segundo o relatório (CNI, 2016): “A integração de diversas formas de conhecimento, característica desse modo de produção, exigirá equipes multidisciplinares, com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento.” (p. 29).

Desta forma, é preciso que as instituições educacionais, desde a Educação Básica à Superior, invistam em estratégias pedagógicas, concatenadas com tecnologias

interativas, com avaliações mais centradas no processo e uma visão mais holística dos saberes. No decorrer desta transformação, “o educador 4.0 deve ter percepção e flexibilidade para exercer o papel de mediador, orientador e pesquisador para criar novas oportunidades de aprendizagem” (TONINI; PEREIRA, 2019, p. 47). Assim, o movimento STEAM, que será aprofundado mais adiante, surge com a missão de fortalecer uma aprendizagem integrada às transformações da sociedade, e fornecer mudanças na forma de trabalhar conteúdos, habilidades e valores no espaço escolar.

Logo, para se atingir o objetivo desta pesquisa, tornou-se primordial, um mergulho profundo na literatura científica global, a fim de se entender, com maior propriedade, o que são as Redes de Conhecimento e quais são os elementos necessários para sua criação. Em 2021, Ferreira e Braga, apresentaram no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), um trabalho de investigação, onde analisam os artigos das principais bases científicas, mundialmente reconhecidas (como Scopus, Springer, Elsevier, entre outras), buscando por abordagens inovadoras que obtiveram ganhos, mensuráveis e ou observáveis, na comunicação, colaboração, criatividade e na integração entre saberes e projetos STEAM, realizados dentro do processo educativo de engenheiros e outros profissionais do setor tecnológico (FERREIRA; BRAGA, 2021). Dentro da estratégia utilizada pelos pesquisadores, chamada de *Systematic Literature Review* (SLR) - revisão sistemática da literatura - proposta por Kitchenham e Charters (2007), foram encontrados 167 documentos, que fizeram parte do *corpus* textual. A maioria dos artigos selecionados são do período de 2009 até 2020, sendo que o ano de 2017 representa 1/3 do extrato textual. Entre os documentos, encontram-se pesquisas de universidades localizadas nos Estados Unidos, Reino Unido, Holanda, Noruega, Arábia Saudita, Coréia do Sul, Singapura e Brasil.

Finalizando o protocolo adotado, selecionou-se 15 artigos que obtiveram nota máxima ao passarem pelo crivo dos instrumentos de avaliação e qualidade da metodologia de pesquisa. Desse extrato de dados, foram encontrados e consolidados os princípios internacionais que forjam o termo “Redes de Conhecimento" e que, portanto, fundamentam qualquer trabalho que busque indicadores para o seu reconhecimento e validação. A Tabela 1, mostra os artigos que foram analisados pelos pesquisadores e que trazem respostas para a definição, surgimento e objetivos das Redes de Conhecimento. Nota-se na Tabela 1, que os artigos possuem um viés de atualização formativa de educação tecnológica e profissional, mas que não se concentra apenas em escolas ou faculdades, mas sendo implementada dentro de indústrias e organizações de vários tipos, para adaptar pessoas a nova realidade do mundo do trabalho:

Tabela 1 – Artigos utilizados na definição do termo “Redes de Conhecimento”

Título	**Autores/Ano**
Web-service architecture for tools supporting lifelong e-learning platforms	DIMOV; STEFANOV, 2009
Emerging education hubs: the case of Singapore	SIDHU; HO; YEOH, 2011
Success Factors in Higher Education Industry Collaboration: a case study of collaboration in the engineering field	THUNE, 2011
Proximity, knowledge integration and innovation: an agenda for agent-based studies	MORONE; TAYLOR, 2012
Knowledge management through the e-learning approach - a case study of online engineering courses	AICHOUNI; BENCHICOU; NEHARI, 2013
Envisioning engineering education and practice in the coming intelligence convergence a complex adaptive systems approach	NOOR, 2013
Collaborative innovation: a study of creative teamwork in offshore industry and in design education	PAVEL; BERG, 2014
Interorganisational social capital and innovation: a multiple case study in wine producers networks in Serra Gaúcha	FACCIN; GENARI; MACKE, 2017
Research and trends in the studies of collective intelligence from 2012 to 2015	GRIMON; MEZA; CARDENAS; MONGUET, 2017
Student customized creative education model based on open innovation	KIM; RYOO; AHN, 2017
The growing complexity in invention process	LUO; WOOD, 2017
Innovation spaces: new places for collective intelligence?	MOREL; DUPONT; BOUDAREL, 2018
The Knowledge Networks in a Makerspace: the Topologies of Collaboration	BRAGA; GUTTMANN, 2019
Collective intelligence in robotics labs: mapping the flows of information	BRAGA; SCHETTINI, 2019
Cognitive strategies in solution mapping: how engineering designers identify problems for technological solutions	LEE; DALY; HUANG-SAAD; RODRIGUEZ; SEIFERT, 2020

Fonte: Ferreira e Braga (2021, p. 6)

Segundo os artigos, o conceito de “Redes de Conhecimento” foi descrito como uma “inteligência coletiva” ou capacidade humana de se envolver em cooperação intelectual a fim de criar, inovar e inventar (GRIMON; MEZA; CARDENAS; MONGUET, 2017, MOREL; DUPONT; BOUDAREL, 2018). O que entra em consonância com a maioria dos autores ao empregarem as palavras “conexão” e “interação” nas suas definições. Completando a visão de que “Rede de Conhecimento” é uma “inteligência coletiva” – termo cunhado pelo filósofo francês Pierre Lévy (2007) – pode se dizer o seu produto seria uma “base de conhecimento”, onde os fluxos de informação são complexos (BRAGA; GUTTMANN, 2019, BRAGA; SCHETTINI, 2019). Desta forma, pode-se afirmar que esta base de conhecimento, mais ampla e diversa (LUO; WOOD, 2017) forma uma espécie de ecossistema de força cognitiva e de trabalho, capaz de enfrentar os desafios da indústria 4.0 (NOOR, 2013).

Na visão de Pavel e Berg (2014), as vantagens das “Redes de Conhecimento” são o “empreendedorismo estratégico”, e da mesma forma, a “inovação colaborativa”. Isto é, seria um novo *modus operandi* do pensamento e da prática do engenheiro, que ao organizar o seu projeto, procura se arriscar mais, além do tradicional, com novas abordagens técnicas, científicas e tecnológicas, mas ao mesmo tempo reconhece seus limites e busca apoio e ampliação de suas ideias em sua comunidade de domínio. Na educação, esta mudança significa uma “sintonia com a prática profissional” (p. 6).

O surgimento dessas redes passou a ser mais evidente no início do séc. XXI, por causa da complexidade dos problemas e recursos disponíveis atualmente. Assim, as “Redes de Conhecimento” se transformam em um ambiente capaz de fomentar a criatividade, de uma educação convergente ao seu tempo, baseada na inovação aberta, na coconstrução de conhecimento e de trocas ativas por diferentes grupos (LUO; WOOD, 2017, KIM; RYOO; AHN, 2017). Há uma necessidade, por exemplo, de cooperação e reciprocidade entre os membros da área de engenharia, para reconhecimento de oportunidades de solução: “os projetistas de engenharia compartilham etapas de projetos e estratégias cognitivas comuns enquanto projetam com tecnologias e aplicações diferentes" (LEE et al., 2020, p. 27). Então, as “Redes de Conhecimento” surgem quando indivíduos fazem coisas coletivamente de forma inteligente (GRIMON et al., 2017), onde este conjunto de interações podem produzir um ambiente de aprendizagem cada vez melhor e continuamente aprimorado (NOOR, 2013) e, portanto, essa aplicação de recursos implica na formação de “Redes de Conhecimento” (MORONE; TAYLOR, 2012). Neste sentido, as “Redes de Conhecimento” se tornam fontes de ajuda-mútua e de trabalho colaborativo baseado na confiança que cada membro deposita no outro.

De acordo com alguns autores, as “Redes de Conhecimento” reforçam o princípio da confiança para sua existência (BARABÁSI, 2009). Dentro desta teia de troca de informações, interesses e conflitos, se não existir a confiança mútua, sobraria apenas a competição pura, que “levaria as empresas a reter o conhecimento dentro de seus limites e, assim, reduzir o grau de polinização cruzada cognitiva. Isso, por sua vez, reduziria a amplitude da inovação” (MORONE; TAYLOR, 2012, p. 2). A competência colaboração permeia toda a rede, do início ao fim, incluindo todos os seus membros, humanos e não humanos, pois muitas redes surgiram por causa de tecnologias interativas ou pelo simples impacto que alguns aparatos tecnológicos proporcionam em nossas formas de vida. Isto reforça que todo processo de inteligência coletiva está sujeito às "interações humano-humano e homem-máquina no contexto do desenvolvimento ágil das empresas” (Idem, p. 7-8). Braga e Schettini (2019) corroboram para esta revelação, ao afirmarem que a introdução de artefatos no ambiente produtivo-colaborativo pode mudar a difusão da informação nas comunidades humanas.

Diante do que já foi exposto, pode-se dizer que um dos objetivos mais importantes das “Redes de Conhecimento” é a (i) formação para a inovação dentro dos programas educacionais (THUNE, 2011); (ii) a exploração de diferentes domínios, necessário para a tomada de decisão (GRIMON; MEZA; CARDENAS; MONGUET, 2017); (iii) fornecer uma estrutura de troca de conhecimento para a economia criativa e todos os atores envolvidos (KIM; RYOO; AHN, 2017); (iv) desenvolvimento de competências ao longo da vida (DIMOV; STEFANOV, 2009); (v) identificar caminhos e gargalos, visando melhorar a gestão do conhecimento nestes ambientes STEAM (BRAGA; SCHETTINI, 2019).

No início desta tese, usou-se de exemplos para se demonstrar como a inovação acontece em saltos paradigmáticos, apoiados por mudanças tecnológicas. Então, seriam as “Redes de Conhecimento” mais um recurso que contribui para o processo de inovação, assim como o registro de patentes, os protocolos de comunicação artificial e a internet?

As “Redes de Conhecimento” necessitam de equipes multidisciplinares para processarem uma grande quantidade de informações de diferentes domínios. Neste sentido, são capazes de gerar modelos de inovação (THUNE, 2011), partindo de um modelo pedagógico que inclua a prática no trabalho de design colaborativo (PAVEL; BERG, 2014). Configurando assim, uma inovação aberta, rede formada pelas relações entre governo, universidades e empresas (KIM; RYOO; AHN, 2017). A inovação aberta pode ser compreendida pelo viés pedagógico, onde cria um “ambiente interativo para alunos, professores e engenheiros profissionais, e onde o conhecimento pode ser construído e as experiências podem ser compartilhadas e trocadas” (AICHOUNI;

BENCHICOU; NEHARI, 2013, p. 323). Contudo, também pode-se olhar pelo viés produtivo, onde o aumento de capital social influencia a competitividade organizacional, que por consequência influenciam algumas dimensões do processo de inovação (FACCIN; GENARI; MACKE, 2017). Em resumo, as redes facilitam a criação de modelos STEAM para o desenvolvimento tecnológico, mesmo que envolto a condições divergentes, econômicas e culturais, de seus membros (SIDHU; HO; YEOH, 2011).

A pesquisa trouxe à tona duas constatações: sobre a contribuição do conhecimento tácito para o processo de inovação e sobre a forma de se começar um processo de inovação. A primeira, corresponde a aprendizagem de técnicas para a criação de produtos, processos, ferramentas e gestão de pessoas, promovendo a inovação organizacional. Segundo estudos, as relações informais no intercâmbio de conhecimentos tácitos, possuem grande relevância (FACCIN; GENARI; MACKE, 2017). As experiências vividas por alguns membros da rede, quando compartilhadas, engrandecem todo o processo de criação e fabricação (BRAGA, GUTTMANN, 2019). Os autores reforçam este fato ao dizerem que:

> [...] o conhecimento tácito não pode ser ensinado, pois só pode ser transmitido pela observação quando uma pessoa observa os outros fazendo uma atividade, dançando, tocando um instrumento, ou qualquer coisa que utilize habilidades desenvolvidas por ela mesma (p. 2).

Este tipo de conhecimento tácito, não circula com facilidade dentro das redes internas das organizações, como nos lembra Morone e Taylor (2012): “Isso se deve em grande parte ao fato de que o conhecimento relevante está cada vez mais fora da empresa” (p. 2).

O segundo ponto, trata-se de uma controvérsia. Enquanto alguns autores defendem que um projeto inovador começa pela solução, outros defendem que o primeiro passo de uma inovação é compreender bem um problema. Autores como o professor Jin Woo Lee, da Universidade do Estado da Califórnia, reconhecem o desenvolvimento tecnológico sem uma aplicação conhecida, como algo plausível, justamente pelo fato dos problemas complexos não serem de fácil compreensão, e lembra que redes de equipes abertas e ágeis podem desenvolver tecnologias de forma rápida e flexível: “[...] em alguns processos de projeto, um problema não é o primeiro foco; em vez disso, as soluções podem vir primeiro, como, por exemplo, quando novas tecnologias são criadas” (LEE; DALY; HUANG-SAAD; RODRIGUEZ et al., 2020, p. 2).

Em sua obra recente, Braga (2021) elucida que é preciso ter clareza do problema para que exista motivação na execução do projeto. É preciso que o problema seja bem detalhado para ser bem compreendido, dando assim, oportunidades de se encontrar

soluções melhores e específicas, que não só mitigarão seus impactos, mas poderão evitar recorrências daquele problema:

> Existem casos em que equipes se propõem a elaboração de algo para o qual não sabem muito bem para que serve. Ao final, ficam tentando justificar de alguma forma a utilidade do artefato ou do processo (p. 66).

Segundo o autor, quando o problema é bem definido, as soluções serão mais diversificadas. E para expandir a controvérsia, alguns pesquisadores afirmam que o problema precisa ser "autêntico", isto é, ser um problema perceptível na realidade (HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019).

Por último, destacam-se as dificuldades apontadas pelos autores dos artigos selecionados, para se manter as "Redes de Conhecimento" ativas e em operação: (i) a elaboração de estratégias específicas para o mapeamento de soluções (LEE; DALY; HUANG-SAAD; RODRIGUEZ; SEIFERT, 2020); (ii) os projetos são simulações limitadas da realidade, não abrangendo todos os cenários e incertezas (PAVEL; BERG, 2014; LUO; WOOD, 2017, MORONE; TAYLOR, 2012); (iii) mudar antigas abordagens fechadas para novas mais abertas (KIM; RYOO; AHN, 2017).

2.1.2 Redes Complexas

O mundo está em rede. As redes digitais conectam os indivíduos por fios invisíveis, mas também é só mais uma parte de uma grande rede descentralizada, formada por camadas e camadas de outras redes. Esta rede gigantesca é a própria sociedade. Os atores sociais se conectam o tempo todo, se movimentam pelas relações que estabelecem e buscam informações relevantes para se posicionarem nestas redes. Essas relações revelam padrões e tendências, que ajudam a entender fenômenos sociais complexos. A questão é justamente, o porquê determinadas conexões surgem? Como entrar e sair de determinadas redes? Quais são os impactos de pertencer a determinada rede e não a outra? Mas como despertou-se para os estudos das redes complexas?

No artigo "*On distributed communications*", de 1964, o cientista da AT&T, Paul Baran, revelou três formatos possíveis de formação em rede: centralizada, descentralizada e distribuída. Acontece que, o que se pensava, até então, sobre as redes, foi sendo desconstruído. As redes distribuídas passaram a ser reconhecidas como um padrão importante, pois quanto maior o número de nós (atores) conectados, maior a

conectividade desta rede, isto é, a facilidade no fluxo de informações permite que todos possam acessá-las e (re)distribuí-las para outros nós. Da mesma forma, a interatividade aumenta conforme o grau de conectividade, permitindo uma grande quantidade de trocas entre nós. Contudo, ter acesso ou contato com a informação, não significa que haverá a obrigatoriedade de repassá-la, ou de muito menos transformá-la com novas informações. Evidencia-se que o comportamento de nós é um fator importantíssimo a ser estudado, pois pode modificar a rede, ao mesmo tempo que poderá facilitar ou prejudicar o fluxo de informações.

O mundo tem ficado pequeno por causa das redes sociais e a circulação da informação, dependendo da sua utilidade e intencionalidade, pode ficar confinada a alguns grupos ou chegar a muitos grupos. Esses grupos ou pequenas redes de interesse formam um fenômeno chamado *clustering*. Dentro destes grupos ou *clusters* a interação é intensa, pois a conectividade entre os seus nós é alta. Os *clusters* estão em constante evolução e por causa disso, um pequeno evento pode desencadear efeitos inimagináveis. Quem não se lembra das manifestações populares em prol da derrubada de regimes políticos totalitários e corruptos, ocorridas na praça Tahrir, no Cairo, e na praça Puerta del Sol, em Madri, ambas em 2011. O mundo, naquele momento, cabia em uma pequena praça, rompendo com a aleatoriedade de Erdós e Rényi, e demonstrando a força de intencionalidade e organização dos *clusters*.

A dinâmica organizacional das redes sociais diminuiu as distâncias do mundo. Na verdade, em 1967, Stanley Milgram, professor de Harvard, ajudou a consolidar o conceito de "*six degrees"* (seis graus de separação), ou seja, cada pessoa está a poucos *links* de distância de qualquer pessoa no mundo (BARABÁSI, 2009). Seus estudos partiram da seguinte questão: "quantos conhecidos são necessários para conectar dois indivíduos selecionados ao acaso?" (p. 25). Escolheu pessoas aleatoriamente nos estados de Kansas e Nebraska (USA), que aceitaram participar do estudo social, por meio de cartas que continham as instruções e informações dos destinatários, alvos da pesquisa. A primeira carta percorreu apenas dois nós intermediários, chegando em poucos dias. Após análise das 160 cartas, Milgram chegou ao resultado de 6 (seis) pessoas em média para que a maioria das cartas chegasse ao destino. A pesquisa de Milgram nos mostrou que vivemos em um "*small world*"*,* isto "[...] porque a sociedade é uma rede bastante densa. Temos mais amigos do que o número crítico necessário para nos manter conectados." (Idem, p. 27).

Os próprios estudos das redes complexas são compostos por uma rede interdisciplinar de profissionais, desde biólogos, matemáticos, engenheiros e cientistas

da computação. Mas, como pode-se definir uma rede complexa? Imagine que um neurocientista queira pesquisar novas questões que afetam a memória ou a consciência humana. Neste caso, examinar um único neurônio não faz sentido, uma vez que, tanto a memória quanto a consciência só podem ser analisadas quando ocorre comunicação (sinapses) na rede neural. Olhar para o todo se torna mais importante para entender o comportamento de determinados fenômenos, como por exemplo: processos metabólicos e celulares, terremotos, alterações climáticas, epidemias e pandemias, mobilidade urbana, distribuição energética, as relações via mídias digitais, malha viária, entre outras. Dentro da estrutura destes sistemas complexos, o comportamento de cada componente, membro ou nó da rede, torna-se essencial para investigar suas composições, interações, movimentos e manifestações.

As redes complexas, podem ser definidas então, como sendo o mapeamento das interconectividades de um sistema complexo, que utiliza as propriedades, os procedimentos e as ferramentas da Teoria dos Grafos, para resolver os problemas destes contextos. Euler iniciou este ramo de modelagem matemática no século XVIII, ao resolver o problema das Pontes de Königsberg, e que foi aprimorado ao longo dos tempos e se tornou a base para entender o domínio das redes (BARABÁSI, 2009). Alguns princípios na construção destes mapas, também chamados de sociogramas, precisam ser elucidados (LIU; BARABÁSI, 2016; NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2005):

- **Grafo**: é o modelo de uma estrutura social, que contêm atores (vértices) cujas relações sociais são representadas por arestas;
- **Vértices**: representam os nós da rede ou atores que consomem, repassam e geram informação para os outros nós conectados a ele;
- **Arestas**: são as linhas que conectam um nó a outro nó. Também chamadas de *links* de conexão;
- **Partição**: pode ser entendido como um subconjunto, disjunto, não vazio de um conjunto formado por uma quantidade *n* de partições;
- **Grau do Vértice**: número de vértices diferentes com os quais um vértice tem ligação;
- **Grupos**: são os subconjuntos de vértices com o maior número de ligações dentro da rede;
- **Densidade**: é a proporção entre o número de arestas de uma rede e o número máximo possível de arestas em uma rede. Então, a densidade (D) é o resultado da divisão entre o número atual de arestas (AA), dividido pelo número máximo de arestas possíveis (AM), dentro daquela rede: D = AA/AM.

- **Grau Médio**: é a média aritmética dos graus de cada vértice da rede.

Outros índices de medida para análise de redes sociais, considerados importantes, se baseiam na centralidade dos atores da rede. Atores centrais possuem facilidade de acesso à informação, assim como, também possuem facilidade de disseminação de informação para outros atores. São eles:

- **Grau de Centralidade**: é o número de vértices com o qual um ator mantém relação/conexão;
- **Proximidade (*Closeness*)**: indica uma medida de proximidade de um determinado ator com os demais atores da rede. Após se obter todas as distâncias geodésicas do vértice em relação a todos os outros, é feita uma soma. A distância geodésica representa o menor caminho entre um par de vértices;
- **Intermediação (*Betweenness*)**: significa o grau de intermediação que um vértice possui no fluxo de informação entre dois outros vértices. Neste caso, verifica-se o grau de caminhos geodésicos que passam por um determinado vértice. Quanto mais caminhos geodésicos, entre dois vértices quaisquer, passarem por um determinado vértice, maior será a importância deste nó na rede, pois significa que ele é essencial para que o fluxo de informação ocorra de forma rápida entre os vértices da rede.

Alguns nomes se destacam pelas suas pesquisas nesta área de Ciências de Redes, como o professor Barabási (2009), da Universidade de Boston, os professores Steven Strogatz e Duncan J. Watts (2014), da Universidade Cornell, o professor Nicholas Christakis, da Universidade de Yale e James Fowler, da Universidade da Califórnia (2010). Seus estudos superaram o paradigma das redes randômicas, formulado por Paul Erdós e Alfréd Rényi, vigente até então, e que atestava que apenas um *link* por nó seria suficiente para se manter conectado. O universo randômico das médias dominava a modelagem de redes complexas. O novo paradigma revelou que em redes densas, nenhuma pessoa possui sempre os mesmos amigos, que as empresas não negociam sempre com os mesmos fornecedores ou que todos os sites da internet não possuem *hiperlinks* para os mesmos sites (BARABÁSI, 2009):

> Em outras palavras, quanto mais links acrescentamos, mais difícil se torna encontrar um nó que permaneça isolado. [...] Eis por que não existem ilhas de pessoas completamente isoladas da sociedade em sentido amplo e por que todas as moléculas de nosso corpo estão integradas em um único mapa celular complexo (p. 17).

Iniciava-se a era das chamadas redes sem escala (*scale-free*) ou cauda longa, pois ao contrário das redes randômicas que seguem uma distribuição de Poisson, isto é, possuem uma medida central de graus, as primeiras seguem as leis de potências. Desta forma, esse tipo de rede possui características que as distinguem das redes randômicas. Nas redes sem escala, a maioria dos nós possuem poucas conexões e uma parte menor de nós possuem centenas ou milhões de conexões. Significa que alguns privilegiados têm acesso facilitado à informação dentro da rede e são capazes de transmitir rapidamente uma informação para um grande número de outros nós na rede. Outro fenômeno interessante é o sincronismo, que apresenta na rede a existência de grupos que possuem uma espécie de auto-organização e que trabalham de forma uníssona em prol de um mesmo objetivo. Alguns conceitos são:

- **Clusterização**: grupos de nós com uma densidade de conexão maior na rede, isto é, possuem um forte vínculo interno e um fraco vínculo externo;
- **Coeficiente de Clusterização**: grandeza para mensurar a clusterização, introduzida por Watts e Strogatz. Divide-se o número de *links* de um ator pelo total de *links* possíveis dentro do grupo (*cluster*). Ele informa o grau de coesão do grupo e quanto mais próximo de 1 (um), mais alta será a conectividade e interação dentro do grupo.
- **Hubs**: identificados por Barabási e equipe, no final dos anos 80, representam os componentes/conectores da rede que possuem alta visibilidade (entrada) e alta transmissibilidade (saída) de informação. Praticamente, se um nó deseja acesso a alguma informação, precisa estar conectado a um determinado *hub*.

Em sua pesquisa, Barabási (2009) chegou à conclusão de que a topologia da Web não era igualitária, mas altamente desigual. Você pode até postar o que quiser, o assunto que desejar, seja um poema ou um protesto, mas quais as chances do seu trabalho autoral ser percebido pelos outros componentes da rede? Quantos amigos seus teriam acesso a sua postagem? Será que eles conseguiriam visualizá-la se não estiverem usando a mesma plataforma que você? Em sua obra, o autor esclarece que:

> Como em uma sociedade poucos conectores conhecem um número extraordinário grande de pessoas, descobrimos que a arquitetura da Web é dominada por poucos nós ou *hubs* altamente conectados. Esses hubs, como o Yahoo! ou Amazon.com, são extremamente visíveis - para onde quer que nos viremos, sempre existe um outro link apontando na direção deles. Na rede que se encontra por trás da Web, muitos nós não populares ou poucos percebidos, que possuem apenas um pequeno número de *links*, são sustentados por esses poucos sites da Web altamente conectados. (BARABÁSI, 2009, p. 52).

Na internet, algumas ferramentas ajudam a entender a importância dos *hubs* dentro de uma rede. Na Figura 1, visualiza-se um mapa dos sites da internet:

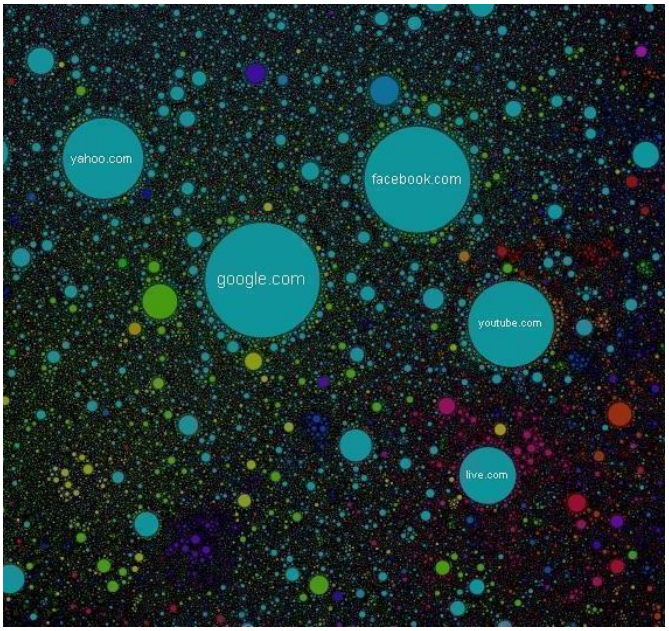


Figura 1 – Mapa da internet - apresentação 2D de *links* entre sites (2011)
Fonte: http://internet-map.net

Corroborando para o novo paradigma das redes sem escala, o mapa apresentado na Figura 1, destaca os *hubs* da internet em círculos maiores, significando um número exponencialmente grande de conexões. Entre eles, estão o google.com, yahoo.com, facebook.com e youtube.com. Essas plataformas concentram um grande número de apontamentos e também são grandes transmissoras de informação. Ao redor desses *hubs*, encontram-se outros sites com menor expressividade na rede e que se conectam a outros sites com menor visibilidade.

O potencial da análise de fenômenos complexos pela Ciência de Redes, pode ser observado em recentes trabalhos divulgados pela equipe de Barabási (MILANLOUEI *et al*., 2020), que buscaram mapear associações entre nutrientes da alimentação de enfermeiras a doenças cardiovasculares como Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) ou Doença Arterial Coronariana (DAC). Outras pesquisas na área demonstram resultados relevantes para o controle da obesidade. Os professores Christakis e Fowler (2007) usaram modelos estatísticos longitudinais para examinar se o ganho de peso em uma pessoa estava associado ao ganho de peso em seus amigos, irmãos, cônjuge e vizinhos. A pesquisa mostrou, por exemplo, que entre os laços de magros com obesos, pertencentes ao mesmo cluster, e dado as devidas proporções, pode-se aumentar em

57% o risco de obesidade dos membros magros. Ainda sobre pesquisas de redes sociais, foram demonstrados que existe uma influência na morte de homens (49%) e mulheres (30%) quando um dos cônjuges é hospitalizado (CHRISTAKIS; ALLISON, 2016). No Brasil, uma pesquisa levantou as conexões de políticos brasileiros envolvidos em escândalos de corrupção nos últimos 27 anos e por meio deste modelo de rede alcançado, pode-se prever futuros escândalos, detectando grupos em potencial e com isto, contribuir para mitigar a corrupção nacional (RIBEIRO *et al*., 2018).

Torna-se importante ressaltar que mídias sociais são diferentes de redes sociais, pois são constituídas de aplicativos e plataformas de troca de mensagens e armazenamento de fotos e arquivos. O termo “redes digitais” também não significa o mesmo que redes sociais, porque engloba toda a infraestrutura física e lógica que suportam redes corporativas e a própria internet. Redes sociais é formada por pessoas, como diz Ferguson (2018): “Quando funcionários de firmas diferentes se encontram para beber após o trabalho, eles passam da torre vertical da corporação para a praça horizontal da rede social” (p. 15-16). Assim, os princípios das redes sociais, suas técnicas e ferramentas ajudam a explorar, analisar e compreender as dinâmicas que governam as interações que formam o complexo tecido social.

2.1.3 Teoria Ator-Rede

O sociólogo Bruno Latour ao se enveredar pela área dos estudos do pensamento e da prática científica, desenvolveu a *Actor-Network Theory* (ANT) ou em português, Teoria Ator-Rede. Em suas pesquisas, Latour afirma a não distinção entre Natureza e Sociedade, colocando no mesmo patamar de importância o sujeito e o objeto, o natural e o artificial, o objetivo e o subjetivo, contradizendo o modelo vigente, até então, de ciência neutra, infalível e salvacionista. O trabalho da ciência é um conjunto de práticas de mediação, que age e interage em processos interpretativos e transformadores da natureza e da sociedade:

> Os modernos não estavam enganados ao quererem não-humanos objetivos e sociedades livres. Apenas estava errada sua certeza de que essa produção exigia a distinção absoluta e a repressão contínua do trabalho de mediação. (LATOUR, 2009, p. 138).

Diante disto, a construção do coletivo social pode ser representada por uma rede interligada pelos híbridos, uma espécie de mescla entre humanos-não humanos, que

dialogam e transformam múltiplas realidades. Então, toda esta conectividade é gerada na trama das ideias e ações coletivas, servindo para mostrar que a “realidade autônoma” e a “construção social” se entrelaçam na vida cotidiana (LATOUR, 2012b). Assim, o fazer ciência não se reduz a uma revelação que salta aos olhos do cientista trancado em um laboratório, mas surge de uma ação de deslocamento da informação, que circula, desde as extremidades até a centralidade da rede, e que vai agregando valores, validações, mudanças, divergências, sentidos, a cada relação entre os atores que compõem a rede (LATOUR, 2012a). Portanto, este social é composto por contínuas associações, que se tencionam, contraindo-se ou ampliando-se cada vez que um novo agregado, seja um elemento político, econômico, físico, científico, tecnológico, biológico, químico, linguístico, entre outros, é conectado à rede, pois:

> [...] a ANT sustenta ser possível rastrear relações mais sólidas e descobrir padrões mais reveladores quando se encontra um meio de registrar os vínculos entre quadros de referência instáveis e mutáveis, em vez de tentar estabilizar um deles (LATOUR, 2012b, p. 45).

Em resumo, as controvérsias alimentam o social, formando grupos com elementos heterogêneos, onde a ação é realizada pelos atores, os objetos e as coisas, que mantêm vínculos e as construções assumidas entre humanos e não humanos. Logo, o ator-rede, vinculado a um grupo, que possui sua localização, mesmo que transitória, é sujeito a associações e modificações, e, portanto, “é induzido a agir por uma vasta rede, em forma de estrela, de mediadores que entram e saem.” (LATOUR, 2012b, p. 312). Essa forma inovadora de ver as redes contemporâneas, permite uma disseminação colaborativa, mediada pela tecnologia, de uma infinidade de informações, que irão fazer parte das tomadas de decisão, como construções da sinergia das interações humanas, com o Big Data e os demais componentes de conexão que fazem parte desta realidade complexa, conforme as palavras de Lemos e Felice (2014), buscam reforçar:

> Neste sentido, quando falamos de uma rede, hoje, devemos pensar em redes não apenas humanas. [...] É a forma que chamo *atópica*, ou seja, um tipo de complexidade de interações comunicativas que incluam indivíduo, ambiente, território, objeto, tudo o que existe, [...]; no qual todos os atores se tornam não apenas coprodutores de conteúdo e, portanto, membros de um novo tipo de sociedade [...] (p. 55).

As mudanças provocadas hoje, por agentes não humanos em nossas formas de vida humanas, são claramente visíveis e percebidas por seus impactos sociais, por exemplo, a comunicação das pessoas depois da invenção do *smartphone*: o que era demorado e lento, como escrever cartas, foi substituído por áudios digitais, facilitando também a conexão a longas distâncias; outro ponto seria a criação de grupos de interesse

transitórios, que podem ser criados e desfeitos, conforme a necessidade. Contudo, originaram também estudos sobre a decadência cognitiva pela perda do hábito da escrita e de transformações nas relações afetivas, por causa da maneira rasa e descartável como são tratadas, criando uma espécie de apatia sentimental, fluida ou “líquida”, como apontada por alguns pesquisadores. A relação humana com não humanos historicamente sempre foi de trocas, de mediação, de criação, de destruição, de tensões, inclusão, de exclusão, de oportunidades, etc. Segundo Latour (2009):

> O humano, como podemos compreender agora, só pode ser captado e preservado se devolvermos a ele esta outra metade de si mesmo, a parte das coisas. Enquanto o humanismo for feito por contraste com o objeto abandonado à epistemologia, não compreenderemos nem o humano, nem o não humano. (p. 134).

Callon (1986) demonstra os princípios da ANT, quando cita o caso do veículo elétrico, projeto promovido por um consórcio de empresas francesas, em 1973. O autor relata desde as influências políticas até as especificidades de determinados materiais e elementos heterogêneos, envolvidos no projeto. A Renault, que havia ficado responsável apenas pela carroceria do veículo, muda seu escopo e vislumbra a oportunidade de construir células de alto desempenho. Na época, as células de combustível eram uma verdadeira “caixa preta”, um universo desconhecido, mas a Renault, seguiu em frente, fazendo parcerias e construindo um dispositivo elétrico que conseguia dar partida no motor. Essa mudança de papel dentro do grupo de construtores, corrobora com o que Callon (1986) diz sobre a dinâmica do ator-rede: “O ator-mundo não determina apenas o repertório de entidades com as quais alinha-se e as histórias das quais participa. Determina também as suas dimensões relativas.” (p. 22). O termo ator-mundo é usado nesta situação, pois caracteriza uma identificação do autor com redes muito grandes, formadas por outras redes menores, mas que possuem, cada uma, perfis definidos. Quando se tem uma rede assim, torna-se essencial a tradução de cada rede, de seus interesses, objetivos e culturas diferentes, para que se possa articular um trabalho conjunto, possibilitando assim, que todos atuem de forma colaborativa.

Em recente trabalho de Braga e Guttmann (2019), os pesquisadores apontam a importância do trabalho colaborativo em rede e que cada ator pertencente a pequenos grupos, podem exercer o papel de polinizadores das informações, contribuindo assim, para o crescimento do conhecimento de todos os grupos, e desta forma ampliando a rede “ator-mundo”. Igualmente oportunidade de facilitação do fluxo de informações, foi percebida pelos autores, mas na localização dos atores não humanos:

> A configuração do espaço maker foi um importante elemento de gestão do conhecimento. A estrutura com estações de trabalho ao redor das bancadas de trabalho, onde os materiais foram localizados e a escala, aumentou o fluxo de informações entre as equipes. Os professores puderam observar todas as equipes trabalhando a qualquer momento. (BRAGA; GUTTMANN, 2019, p. 28).

Entre espaços educativos, a escola se destaca por ser um dispositivo da "Constituição Moderna" (LATOUR, 2009), onde encontram-se oportunidades de processos de mediação, purificação e hibridização. Ela valida ou proíbe tudo o que se insere no processo de ensino e aprendizagem. E no cenário atual, ainda encontramos a separação do humano e das coisas, seja na ausência das tecnologias nas aulas, seja na fragmentação disciplinar, seja na hierarquia rígida ou seja na morosidade de mudanças curriculares. O objetivo e o subjetivo ainda caminham separados dentro dos corredores da escola, alimentando dicotomias como teoria e prática, razão e emoção (OLIVEIRA; PORTO, 2016).

Quando o híbrido acontece, as redes de integração, colaboração e inovação se formam (BRAGA; GUTTMMAN, 2019). As escolas precisam capturar a essência das redes sociais, modelando espaços que sejam mais livres, flexíveis, proativos, interativos, criativos, abertos às invenções e aos projetos colaborativos:

> Nessa tarefa, mediante a análise da articulação desta rede educativa, consideramos a importância tanto dos edifícios, do mobiliário, dos materiais didáticos, dos materiais dos alunos, dos elementos decorativos e simbólicos presentes nas escolas; como também das práticas de ensino, das ações dos alunos, das recordações do cotidiano escolar que as memórias de professores e alunos podem revelar dentro do contexto de uma cultura material existente, mas mal definida dentro da escola (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 41).

Diante desta tarefa árdua, da qual nos lembra Oliveira e Porto (2016), a escola não pode se esquecer de favorecer o hibridismo, reconhecendo a importância de ambientes inovadores de aprendizagem e de materiais diversificados, com os quais os estudantes poderão manter simbioses intensas e completas.

No cenário brasileiro, o número de publicações de 2004 a 2015 demonstrou pouco conhecimento ou aderência da abordagem da ANT nas organizações, mas os estudos empíricos aumentaram, nos últimos anos, sendo na sua maioria estudos de caso, de inspiração etnográfica (LACRUZ; AMÉRICO; CARNIEL, 2017). O conceito de simetria é um dos mais citados, justamente para análise dos temas específicos dentro das organizações: empreendedorismo, governança e aprendizagem. Ainda se considera que a Teoria Ator-Rede possui uma literatura limitada e uma tênue rede de pesquisadores entre as unidades de ensino superior.

Na *ágora* da contemporaneidade as discussões são tensionadas por três princípios: vigilância, controle e automatismo. Neste ínterim, encontra-se a Internet das Coisas, ou IoT, do inglês *Internet of Things*. Composta por sistemas inteligentes, sensores, redes e atuadores, que assumem um caráter de autonomia. Agora as decisões também serão tomadas pelas coisas, assim como são pelos humanos. Como serão então as futuras mediações? Quais serão os impactos nestas associações, sejam políticas, morais, éticas e comportamentais? Assim, percebe-se que na expressão “ator-rede, o ator não é o indivíduo e a rede não é a sociedade. O ator é rede e a rede é um ator, ambos são mediadores em uma associação.” (LEMOS, 2013, p. 23). A ANT é “uma teoria que busca nivelar topologicamente sujeitos e objetos, atores humanos e não humanos, que descreve e destaca as controvérsias buscando abrir ‘caixas pretas’ [...]” (idem), que tem uma aderência com a atual conjuntura e possui ferramentas capazes de compreender e modelar as redes contemporâneas.

2.2 Educação STEAM e a Formação do Engenheiro Contemporâneo

A formação do engenheiro contemporâneo deve deixar de seguir o “rastro brilhante” da rotina de uma educação fragmentada, sem abordagem por projetos, sem integração com a realidade e as demandas do século XXI. É preciso passar do “pensamento passivo”, de melhorias incrementais ou meramente da repetição, para um “pensamento produtivo”, que “transforma não apenas o que fazemos, mas também a maneira como enxergamos o mundo. É uma forma tanto de lidar com a mudança, quanto de criar a mudança.” (HURSON, 2008, p. 60). Neste sentido, surge o movimento STEM, com a missão de fortalecer uma aprendizagem integrada às transformações da sociedade e fornecer mudanças na forma de trabalhar conteúdos, habilidades e valores no espaço escolar. Modelos de educação STEM favorecem o “pensamento produtivo” ou como apontamos nesta tese, o “pensamento estratégico”.

O STEM tem sido adotado como programa educacional governamental em muitos países, como o Estados Unidos (EUA), Reino Unido, Austrália e China (BACICH; HOLANDA, 2020). Sua contribuição é percebida na forma como lida com os desafios contemporâneos e desenvolve a criatividade, a colaboração, a comunicação, o engajamento e o pensamento crítico. O acrônimo STEM, do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, surgiu nos EUA, mais ou menos, na década de 80, e

representa a integração entre as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Recentemente, a letra A, do inglês *Arts* (Artes e Design), foi acrescentada ao acrônimo, ficando STEAM e representando de maneira geral as áreas de humanidades (PUGLIESE, 2020). O movimento possui três marcas principais: a interdisciplinaridade, o protagonismo discente e a diversidade. Há hoje uma tendência global de se buscar uma participação equânime das mulheres nas áreas que compõem o STEAM, não só na parte de criação de projetos, mas também de tomada de decisões e de liderança (OLIVEIRA, 2019; BACICH; HOLANDA, 2020). No relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), de 2018, há apontamentos para a baixa representatividade feminina em áreas STEAM, mesmo em países desenvolvidos como EUA, Canadá, Reino Unido, Suíça, Áustria, Finlândia e Irlanda. Essa representatividade deve ser maior, no sentido de agregar valor ao fato de que diversidade, multiplicidade e interdisciplinaridade são fatores importantes desta abordagem, pois STEAM busca desenvolver em estudantes de vários níveis uma visão holística ou nas palavras de Peter Senge (2013), uma “visão sistêmica”, capaz de ver o problema como um todo e não somente partes isoladas, e mais ainda, de observá-lo de vários ângulos. Para a educação STEAM, é nas fronteiras do conhecimento, onde os saberes se cruzam, se entrelaçam e se misturam, que as soluções inovadoras surgem.

Outro fator importante ao se aderir a um ensino e aprendizagem no modelo STEAM, é que não se trata apenas de um treinamento para se utilizar equipamentos tecnológicos, para programar sistemas, montar robôs, imprimir peças tridimensionais em impressoras 3D ou prototipar automações com placas Arduino. O resultado é importante, mas o processo de construção tem uma riqueza maior dentro do modelo STEAM. No caminho da investigação, das correções dos erros, na exploração de hipóteses, na pesquisa constante, na experimentação do novo, na divergência e negociação de objetivos, no exercício da criatividade, na prática manual, nas mudanças de ideias e comportamento, enfim, de todas as etapas do processo de um projeto, se encontra o crescimento pessoal e as vantagens do modelo STEAM para as dimensões cognitiva, social e emocional dos indivíduos. Então, o modelo STEAM, que será adotado nesta tese, não é apenas a fabricação de artefatos, mas toda a riqueza envolvida na aprendizagem baseada em projetos, que utiliza a liberdade e a criatividade, que são a força motriz do “pensamento estratégico”. Pode-se dizer que se trata de uma forma de exercer a “Práxis Reflexiva”, pois no ínterim do pensar e do fazer, existe uma riqueza de trocas objetivas e subjetivas entre teoria e prática (FERREIRA; MOURA; DUARTE, 2017).

O projeto STEAM possui objetivos a serem alcançados, assim como competências e habilidades que se pretende trabalhar (FERREIRA, BRAGA, 2019). Enquanto a cultura Maker mantêm o seu foco voltado para o produto final, o desenvolvimento de um projeto STEAM está carregado de “intencionalidade pedagógica” (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 31), que se conecta a cada estágio do processo de aprendizagem. Os projetos podem ter cargas menores ou maiores de algumas áreas, dependendo do seu escopo, mas o importante é que sejam sempre inter ou transdisciplinares:

> Cabe ressaltar que muitos dos problemas enfrentados no século XXI não são triviais e não dependem apenas de uma simples aplicação de conhecimentos científicos isolados capazes de resolvê-los e melhorar a qualidade de vida. (BACICH; HOLANDA, 2020, p. 33).

Haja visto, por exemplo, um tema como “O ciclo da Água”, além de necessitar ser investigado e explorado pela Biologia e Química, hoje existe a necessidade extrema de se receber elucidações das áreas de Energia, Meio Ambiente e Política. Isto acontece, pelo fato de a água ser no mundo contemporâneo um recurso cada vez mais escasso, devido a poluição de rios e mares, a construção de hidrelétricas e barragens e a falta de acesso à água potável por uma boa parte da população global. Neste ponto, a engenharia passa a ter um papel fundamental como área integradora, estimulando a investigação científica e tecnológica para viabilizar, não uma, mas diversas soluções para atender de modo satisfatório ao problema, seja na forma de produtos e ou processos.

O projeto STEAM pode ser orientado por um professor ou por professores de diferentes áreas, desde que não seja de maneira isolada um dos outros. A temática deve ser escolhida pelos estudantes, dando maior significado ao projeto, e principalmente que o problema a ser abordado faça parte do contexto da realidade dos estudantes. Oficinas podem ser realizadas ao longo do processo, assim como a retomada de fases já concluídas ou até mesmo a criação de fases não previstas para o projeto. Saber lidar com os erros e com mudanças é inerente a um projeto STEAM e por isto se desenvolve habilidades como adaptabilidade e resiliência. A autoavaliação em diferentes estágios constitui um bom procedimento de questionamento sobre o andamento do projeto, o que mantém o protagonismo na mão dos alunos, mesmo que o professor esteja sempre fazendo mediações e intervenções pontuais.

Professores, estudantes e tecnologias trabalhando juntos, dialogando, discutindo, refletindo e prototipando soluções para resolver um problema real, desafiador e mensurável, constitui a base do modelo STEAM de aprendizagem. Obviamente, STEAM não é a salvação do processo educacional e não se resume a aulas de programação e

ou Robótica na Educação Básica, mas precisa ser visto como uma oportunidade para atualização de currículos e didáticas afastados da realidade contemporânea:

> [...] é evidente que STEAM é uma questão de postura pedagógica. É um pensamento pedagógico que faz uma proposta ser STEAM, e não somente a escolha por uma atividade prática. É todo um contexto de preparo de projetos e princípios didáticos que embasa a prática escolar, e não apenas uma única aula divertida de vez em quando. (PUGLIESE, 2020, p. 64).

Promover uma educação STEAM autêntica e integradora não é algo trivial ou que exista um consenso, contudo "[...] a verdadeira STEAM tem de ser mais bem sucedida do que a soma das suas partes." (PITT, 2009, p. 41). Na engenharia, por exemplo, a necessidade de modelar e criar modelos que preveem as dificuldades e os problemas nas futuras invenções, sistemas e processos, pode ser usada para articular as aplicações das áreas para garantir que as soluções apresentem as funções pretendidas. Uma educação STEAM autêntica busca ilustrar as fases, desde o início das investigações, por meio de esboços, gráficos, desenhos, diagramas, incluindo artes visuais e simulação via tecnologias digitais, para que os pontos fortes e fracos do projeto sejam expostos, contornados e alcançados. Assim, se ganha na percepção de ideias equivocadas, no aumento das discussões, na retomada de novas pesquisas mediante o erro, ao mesmo tempo que, evita-se a perda de tempo na fase de prototipagem, com modelos mais consistentes: "Esta diversidade de modos de representação deve ser levada em consideração ao desenvolver autênticas intervenções de educação STEM, embora cada um destes modos possua relativo 'poder de representação', bem como limitações." (HALLSTRÖM; SCHÖNBORN, 2019, p. 3).

Então, percebe-se que estudantes de ensino médio ou graduandos que tenham contato com aplicações STEAM durante sua vida acadêmica serão capazes de entender sólidos conceitos em ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Estudos sugerem que as empresas estão à procura de profissionais com este perfil, incluindo competências como liderança, colaboração, versatilidade, criatividade, capacidade comunicacional (devido ao ambiente internacional) e experiência na resolução de problemas (BACKA; WIHERSAARI, 2014). O mais importante nesse tipo de abordagem pedagógica para futuros técnicos, analistas e engenheiros é a capacidade de trabalhar com projetos, do início ao fim, lidando com diferentes problemas, que surgem ao longo da prototipação de soluções. Saber dividir tarefas, trabalhar em equipe e depender de outros, são habilidades vivenciadas por aqueles que já tiveram a experiência de participar de projetos STEAM.

2.3 Aprendizagem Baseada em Projetos: saindo da rotina escolar

A aprendizagem por meio de investigação, construção do conhecimento, pensamento crítico e trabalho colaborativo tem sido uma busca constante para adaptação do atual sistema educativo às necessidades de uma sociedade repleta de problemas complexos. A ciência e a tecnologia não dão conta sozinhas de todas as respostas, principalmente se isoladas em seus nichos comuns, precisam de orientação, novas perspectivas, e até mesmo de renovações. Como assegurar que os estudantes encontrem exemplos relevantes para deduzir estratégias de solução que contemplem inúmeros cenários? Como podemos preparar os estudantes para profissões que exigirão flexibilidade e adaptabilidade? Como mostrar a aplicação unificada de saberes para resolver um problema complexo? Para atingir tal mudança é preciso uma nova forma de pensar. O pensamento produtivo, conforme Hurson (2008), "é composto por duas habilidades de raciocínio distintas: o pensamento criativo e o pensamento crítico." (p. 62). Portanto, as escolas precisam aprender a gerar este tipo de pensar e agir dentro dos seus espaços formativos, e provavelmente, o formativo precisa se transformar em "espaços produtivos", com maior flexibilidade e autonomia para os estudantes.

O *Project Based Learning* (PBL), ou Aprendizagem Baseada em Projetos preenche esta lacuna no contexto escolar (CULCLASURE; LONGEST; TERRY; 2019):

> A aprendizagem baseada em projetos [PBL] é uma prática educacional que, se implementada com fidelidade, de forma autêntica e com formação aprofundada e desenvolvimento profissional contínuo, leva a um melhor desenvolvimento dos conhecimentos, aptidões e características necessárias aos estudantes para melhorar o desempenho acadêmico, assegurar o sucesso na faculdade e no local de trabalho, e fomentar a aprendizagem ao longo da vida (p. 64).

Contudo, ao contrário do que muitos docentes pensam, a estratégia PBL não é nova, possuindo um grau de maturidade avançado pelo fato de existir há mais ou menos nove décadas, desde Dewey, que nos anos de 1930, foi um dos precursores de uma abordagem pedagógica que priorizava o trabalho prático discente para a resolução de problemas. Outros apontam as bases da PBL para a Universidade McMaster, Canadá, na década de 1970, onde os futuros médicos começaram a realizar residência na área de saúde, o que levava a aprendizagens mais profundas, por meio do contato direto com problemas reais do ambiente hospitalar (THOMASSEN; STENTOFT, 2020; SCHOLKMANN, 2020). Logo, a PBL é justamente uma metodologia criada para uma "aprendizagem profunda", entendendo-se o termo como a capacidade de compreensão

de problemas e situações que exigem a abordagem de competências alinhadas com a gestão do conhecimento, interação humana, criatividade e significado. Este último, gerado principalmente pelas parcerias comunitárias, ou seja, a cultura escolar em contato com a cultura de outras instituições sociais, como empresas, indústrias, associações de moradores, organizações não governamentais, instituições públicas e até mesmo outras escolas que advém de outras realidades.

Neste sentido, evidencia-se que a interpretação do problema e sua autenticidade (significado), tornam-se de suma importância no processo de aplicação da metodologia PBL. Os estudantes se sentem responsáveis por contribuírem com a transformação de situações sociopolíticas mais amplas. Entre as fases da PBL tem-se as seguintes concepções (BENDER, 2014; LARMER; MERGENDOLLER, 2015; CULCLASURE, LONGEST; TERRY, 2019):

- ser centrada em torno de um problema ou questão desafiadora;
- requer investigação profunda que dura para além de alguns dias;
- ser autêntico com envolvimento no mundo real;
- permitir aos estudantes algum grau de autonomia;
- encorajar a voz e a escolha dos estudantes;
- incluir momentos de reflexão e debate;
- envolver a crítica e a revisão com o feedback de pares, outros atores do mundo real (especialistas, professores, família, etc.); e
- concluir com um produto público ou privado (passível de patente), quer seja um modelo tangível ou uma apresentação sobre possíveis soluções ou respostas para o problema ou pergunta, com a audiência da comunidade escolar e ou externa.

O conjunto de princípios da PBL apresentados, configuram uma ponte entre as potencialidades de uma estratégia educacional inovadora e as incertezas e complexidades do mundo contemporâneo. Segundo Bender (2014) a aprendizagem por projetos pode ser definida como:

> A aprendizagem baseada em projetos é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções. (p. 9).

Alguns estudos apontam que a primeira fase da PBL, apesar de ser a mais importante, não é bem explorada, trazendo dificuldades mais adiante na formulação do projeto. Os estudantes devem ter tempo suficiente para analisar o problema, de

preferência explorando muitas perspectivas diferentes, compreender quais são seus componentes, raízes e seus processos constituintes, os recursos disponíveis, além de entender o alcance de seus impactos e consequências. Quanto mais os alunos conhecem o problema, mais soluções viáveis poderão surgir na proposta do projeto (THOMASSEN; STENTOFT, 2020). Assim, a variedade de soluções para o mesmo problema é considerada comum, quando se aplica a estratégia PBL. Isto aumenta a riqueza desta estratégia, pois respeita visões diferentes, ritmos individuais de aprendizagem e a diversidade de conhecimentos gerados com a experiência prática.

Na verdade, muitos grupos podem apresentar soluções aceitáveis e complementares, abordando diferentes partes ou fases do problema (BENDER, 2014). Tanto na fase de buscar uma "questão motriz", quanto na fase de "elaboração de uma solução", que pode incluir trabalhos de design e prototipagem, pode-se gerar conhecimentos que serão utilizados em contextos semelhantes da vida real. Cada problema passa a ser entendido como um fenômeno mais amplo, e não mais sendo visto de forma isolada, mas que tem relação com um cenário complexo construído pela sociedade. Focar na autenticidade do problema, na abordagem interdisciplinar e no desenvolvimento de competências, fazem parte essencial da estratégia PBL:

> Os estudantes são obrigados a aplicar diferentes teorias, métodos e perspectivas a fim de identificar e analisar o problema. Desta forma, os estudantes adquirem uma compreensão holística de como diferentes áreas temáticas podem ser combinadas. Quando relacionados a organizações, eles compreendem como diferentes profissões podem utilizar positivamente suas diferenças para compreender as complexidades de um problema em relação a recursos, teorias, métodos e prioridades. (THOMASSEN; STENTOFT, 2020, p. 7).

No contexto brasileiro, as aplicações de aprendizagem por projetos ganham força no ensino de engenharia e computação, pois ambas as áreas possuem ciclos de trabalho bem próximos. No que tange ao desenvolvimento de *software*, as pesquisas demonstram o aprofundamento de conteúdos, acompanhamento por mais de um professor, trabalho colaborativo entre alunos, práticas de laboratório e ensino sob demanda. Percebe-se que a supervisão docente leva a uma sensação de pertencimento ao grupo do trabalho e a escolha de metodologias ágeis (metodologias onde a codificação e os testes são feitos em ciclos curtos durante o processo de criação do *software*), para conduzir a construção do *software*: Scrum, *eXtremme Programming* (XP), *Test-Driven Development* e *Rational Unified Process* (RUP). Surgiram também algumas estratégias de desenvolvimento distribuído em rede, justificadas pelas dificuldades em se manter os estudantes

trabalhando juntos (presencialmente) na maior parte do tempo do projeto, mesmo que na sua maioria, seja durante o semestre letivo (CANEDO; FERREIRA, 2019).

A PBL revela-se assim, como uma forma de aplicação do “pensamento produtivo”, onde “alunos e professores – sujeitos de sua própria ação – engajam-se em um processo de pesquisa, de redescoberta e de construção coletiva. Ao compartilhar ideias, ações e reflexões, cada participante é, ao mesmo tempo, ‘ator’ e ‘autor’ do processo (MORAIS, 2017, p. 8). A escolha de um problema autêntico e envolvente é só o início dentro da PBL para um longo e gratificante trabalho coletivo. Neste caso, a Aprendizagem por Projetos traz maiores oportunidades de amadurecimento de ideias criativas e inovadoras:

> [...] trata-se da crise e da superação da matriz epistemológica cartesiana. [...] O paradigma antigo era baseado na transmissão do professor, na memorização dos alunos e numa aprendizagem competitiva e individualista (BEHRENS, 2013, p. 68; 73).

No mundo atual e globalizado em que vivemos, torna-se essencial colocar os estudantes em situações de conflito cognitivo, onde possam trabalhar com diversos conteúdos, mas ao mesmo tempo, desenvolverem habilidades e competências que servirão de impulso para uma rápida adaptação às demandas de novas linhas produtivas, e, portanto, de trabalhos que exigem uma postura diferente do atual formato industrial. Segundo o relatório da *Foundation for Young Australians* (FYA) a Austrália vem mapeando suas estruturas de formação profissional e de trabalho, e identificou que mais da metade de seus jovens matriculados no ensino universitário estão sendo preparados para trabalhos que tendem a desaparecer, daqui a 10-15 anos (FYA, 2015). Assim, fica claro que o processo educacional das instituições de Ensino Profissional e Tecnológico precisa provocar uma verdadeira mudança em suas propostas pedagógicas.

2.4 O Modelo 3C de Colaboração

As formas como as pessoas trabalham coletivamente usando tecnologias para mediar as interações e trocas entre elas são fontes de estudo da área de Sistemas Colaborativos (CSCW - *Computer Supported Cooperative Work*). Alguns modelos científicos foram construídos para se compreender e explicar determinados fenômenos sociais por meio de recursos lógicos, matemáticos e gráficos.

Entre os modelos de colaboração mais significantes e usados por pesquisadores no mundo inteiro, se encontram o Modelo 3C de Colaboração, Padrões de Colaboração

e o Modelo de Tuckman sobre o Desenvolvimento de Grupo. O modelo Padrões de Colaboração foi desenvolvido por De Vreede, Briggs e Massey (2009), tendo como característica de ser representado por um fluxograma que liga diferentes tarefas em sequência. Em cada estado de tarefa destaca-se o "padrão de colaboração" para ser realizado em conjunto pelo grupo de trabalho. De Vreede e seus colaboradores definiram quais são esses "padrões de colaboração": geração, redução, esclarecimento, organização e avaliação. Já o Modelo de Tuckman (1965) se caracteriza por mapear o comportamento dos indivíduos quando formam grupos de trabalho colaborativo. A análise desse modelo é orientada a tarefas, isto é, dentro de um grupo são observadas as relações de interesse e influência, enquanto este percorre uma cadeia de estágios específica, conforme descrito abaixo:

- Formação: criação do grupo e identificação de metas compartilhadas;
- Confrontação: definição de papéis e lideranças;
- Normatização: definição do processo de trabalho;
- Atuação: revisão e melhoria dos processos. Alta produtividade da equipe;
- Dissolução: finalização dos processos e consequentemente do grupo.

Neste trabalho de pesquisa, optou-se por se utilizar o Modelo 3C de Colaboração, como arcabouço técnico e teórico para a observação e compreensão da forma de colaboração vivenciada pelos estudantes envolvidos nas unidades de caso que compõem esta tese. A classificação dada por Ellis e colaboradores, em 1991, deu origem ao Modelo 3C de Colaboração. O modelo usa um tripé dimensional para descrever as relações de um grupo: comunicação, coordenação e cooperação. A colaboração dentro deste sistema significa todo o trabalho em conjunto sendo realizado por todos os membros do grupo ao mesmo tempo.

Na primeira dimensão, chamada "**Comunicação**", procura-se analisar as trocas de mensagens entre os membros do grupo, sua constância e importância, por exemplo. Além de buscar compreender as argumentações usadas para o convencimento de ideias e os momentos de negociação que surgem pelas divergências de interesse. Os conflitos surgem pela diferenciação nas visões e prioridades dadas por cada membro ao projeto.

A dimensão "**Coordenação**" se caracteriza pela estrutura de organização dos recursos artificiais e humanos, assim como do planejamento e acompanhamento das atividades previstas para execução e finalização do projeto colaborativo. Durante a coordenação do grupo surgem momentos de tomada de decisão que exigem muita comunicação e principalmente o gerenciamento de mudanças, uma vez que, as

atividades são alteradas, atrasadas, adiantadas ou encaminhadas para outros responsáveis, dependendo das situações e desdobramentos do projeto.

A terceira dimensão "**Cooperação**" pode ser entendida como o esforço de articulação produtiva entre os membros do grupo para que o trabalho coletivo seja desenvolvido conforme o planejado. Quando operam em conjunto, em um mesmo espaço compartilhado, os membros do grupo precisam se comunicar frequentemente para manter o processo produtivo confiável, enquanto toda operação é registrada, ordenada e alimentada com os recursos necessários pela coordenação. Na verdade, pode-se dizer que o Modelo 3C necessita das três dimensões empenhadas ao mesmo tempo e o tempo todo, para que o trabalho de um grupo seja considerado colaborativo, conforme a Figura 2:



Figura 2 – Sistemas Colaborativos no Modelo 3C
Fonte: (Fuks *et al*., 2012, p. 26)

Particionando a dimensão total formada pelos três pilares do Modelo 3C, ou seja, agrupando as características funcionais do modelo, pode-se estipular quais tipos de sistemas computacionais podem dar suporte a determinada dimensão, sem excluir funcionalidades dos outros 2Cs. Na Figura 2, temos por exemplo, na parte superior a descrição de um sistema de mensagem, que obviamente serve para amparar o processo comunicativo do grupo, mas ao mesmo tempo, todo sistema de mensagem possui suporte para comunicação (enviar e receber mensagens), para cooperação (histórico de mensagens) e para coordenação (lista de participantes).

A colaboração vista por esse ângulo pode ser definida como um esforço conjunto em direção ao objetivo comum estabelecido pelo grupo de trabalho. Ela se tornou um recurso crítico para as organizações, porém a sua efetiva implementação é algo difícil de

alcançar, quanto mais hoje, onde as equipes são mais heterogêneas em sua composição e em muitos casos os membros não estão no mesmo espaço compartilhado. Assim, a “Engenharia de Colaboração” busca compreender e estudar práticas de trabalho colaborativo que podem ser apoiadas por diferentes plataformas tecnológicas (DE VREEDE *et al*., 2009). O importante não é o uso de uma tecnologia isolada para favorecer a colaboração, pois o processo colaborativo é o elemento que precisa ser desenhado de acordo com as teorias e modelos já consolidados, dando margem, claro, para novas abordagens humanas e técnicas.

Segundo Borges, Nichele e Menezes (2016), as plataformas digitais web têm como objetivo a Produção de Conteúdo, o Desenvolvimento de Projetos ou a Interação Social. Todas elas, independentemente do tipo, possuem suporte para a comunicação entre seus usuários, para a cooperação por meio de blogs e wikis, que facilitam a produção colaborativa de conteúdo, e para a coordenação quando disponibilizam agendas, calendários, repositórios de arquivos, enquetes e outras que ajudam a gerenciar as atividades e a tomada de decisões.

Então, a colaboração efetiva dentro dos conceitos do Modelo 3C exige determinadas funcionalidades para a classificação de sistemas colaborativos:

- compartilhamento de informações;
- espaço compartilhado para o trabalho colaborativo;
- atualização sobre o andamento do trabalho colaborativo;
- interação entre os membros do grupo;
- complementação de habilidades;
- troca de conhecimentos.

Neste sentido, o Modelo 3C permite a análise de sistemas síncronos (chat e videoconferência) e assíncronos (e-mail e fórum) de comunicação, de módulos de gerenciamento e acompanhamento de atividades, assim como, sistemas que geram objetos de produção colaborativa, desde planilhas, gráficos, documentos até mapas com desenhos, esquemas e algoritmos. De acordo com alguns autores, o processo de classificação carece de tempo, pois raramente os requisitos iniciais são claros o suficiente para permitir uma especificação precisa do comportamento do sistema (FUKS; GEROSA; LUCENA, 2002).

A criação, manipulação e alteração de informações podem em alguns momentos gerar conflitos entre os membros do grupo. Por isso, a dimensão de coordenação do Modelo 3C deve contemplar uma espécie de supervisão das atividades. Este recurso dentro de um sistema colaborativo disponibiliza ferramentas para que os membros líderes

possam intervir com maior destreza em ações conflitantes e repetitivas (CARVALHAL *et al*., 2009).

Sendo assim, percebe-se que o Modelo 3C possui um conjunto de orientações que facilitam a escolha de sistemas que possuem funcionalidades que proporcionam e ampliam o aspecto colaborativo de um trabalho em grupo. O modelo se adequa a vários tipos de organização e projetos colaborativos, desde o compartilhamento de práticas pedagógicas e ou educacionais, a sistemas colaborativos com suporte à inclusão e a acessibilidade, isto é, que permitem que pessoas deficientes possam trabalhar de forma coletiva (MELO; FERNANDES; JARDIM; BARRETO, 2017). Da mesma forma, o modelo pode ser usado para analisar e orientar sistemas colaborativos de produção de software (PIMENTEL; FUKS; LUCENA, 2008).

2.5 Práticas Colaborativas de Schon

A investigação precisou alinhar suas avaliações a outras pesquisas científicas cujo foco seja a classificação de métodos oriundos da prática colaborativa, a fim de consubstanciar toda a riqueza de interação registrada pelos alunos, durante os projetos. Portanto, para investigar como ocorreram as práticas colaborativas, que definiram os métodos utilizados pelos estudantes, utilizou-se as dimensões de Schon (1984):

- **Colaboração 'Conceitual'**: indica as formas de compartilhamento das informações entre os membros do grupo. Associa-se também a percepção do grau de responsabilidade e lideranças que surgem dentro do grupo;

- **Colaboração 'Prática'**: envolve todas as práticas de divisão, gerenciamento e avaliação de tarefas para a consolidação dos módulos do sistema, assim como, a valorização das experiências individuais em relação a prática desenvolvida;

- **Colaboração 'Educacional'**: relata as relações entre ajuda desenvolvidas pelo grupo de trabalho, além de enfatizar os elementos que contribuem para a formação de uma inteligência coletiva e como esse ecossistema, em rede, aprende sob demanda e guarda esse conhecimento para o desenvolvimento da prática.

As dimensões colaborativas de Schon também foram embasadas nas pesquisas de Engelbart *et al*. (1984) e Strohecker *et al*. (1999). Segundo Goldberg (2002), o sucesso para uma 'comunidade de projetos online' se configura na transição imediata do conceitual para a prática, e ainda, de forma simultânea, toda a gestão de conhecimento, que inclui também as discussões e os conflitos para as tomadas de decisão, culminam em oportunidades para a aprendizagem.

Portanto, o desenvolvimento de *software* necessita estar sempre investigando suas técnicas, ferramentas e métodos, a fim de melhorar e compartilhar, de forma efetiva, as suas práticas. Neste trabalho, será avaliado o desenvolvimento colaborativo de *software* a distância, por grupos de estudantes de informática, a luz do Modelo 3C de Colaboração (ELLIS *et al*., 1991), para a categoria de sistemas, e do Pensamento Reflexivo de Práticas Colaborativas (SCHON, 1984), para a categoria de métodos/práticas.

2.6 Matriz de Maturidade

A Matriz de Maturidade serve para avaliar as equipes de alunos participantes nos projetos da tese, a fim de classificar o desenvolvimento de cinco dimensões de competências, consideradas pelo referencial teórico, como essenciais ao profissional da área de computação contemporânea. Outro ponto importante é observar se o perfil alcançado pelas equipes dos projetos se aproximou da atuação de programadores, engenheiros e analistas que trabalham em uma rede produtiva, globalizada e voltada para a inovação.

Por meio de uma análise estrutural entre 16 modelos de maturidade, Kohlegger e companheiros (2009) mostraram pelo resultado de seus estudos uma definição deste tipo de recurso visual:

> Um modelo de maturidade, conceitualmente, representa as fases de aumento das mudanças de capacidades, quantitativas ou qualitativas, de um elemento de maturação para avaliar seus avanços em relação a áreas de foco definidas (p. 10).

Segundo os autores, os modelos de maturidade podem ser empregados com o objetivo de avaliar a gestão do conhecimento, isto é, eles refletem aspectos da realidade, chamados de capacidades. Essas capacidades possuem atributos, que podem ser valorados qualitativamente, de acordo com o desempenho em determinadas classes de

competências. Logo após, os elementos organizacionais podem ser avaliados para a criação de ações que elevem o seu estágio de maturidade (KOHLEGGER *et al*., 2009).

Pode-se entender o mapa de maturidade como caminhos que precisam ser resolvidos dentro de uma organização e por isso cada um deles deve ser bem explicado. Na verdade, os níveis de cada dimensão necessitam de uma descrição bem detalhada, onde cada passo deve ser bem limitado, pois somente depois de se completar o anterior é que se poderá avançar para o posterior. O passo-a-passo descrito para cada nível representa uma sequência lógica de como um processo, uma pessoa ou uma equipe deve proceder para sair de uma capacidade-inicial em direção a uma capacidade-desejável e escalável de maturidade (PÖPPELBUB; RÖGLINGER, 2011).

Outros autores dizem que podem existir sobreposições entre os níveis de cada dimensão, desde que todos os requisitos dos níveis anteriores sejam contemplados. Então, uma organização pode sair de um nível 1 e ir para o nível 3, mas ela terá que atender a todas as capacidades exigidas ao nível 1, 2 e 3 (KERZNER, 2002).

Pesquisadores austríacos fizeram um levantamento bibliográfico exaustivo e conseguiram encontrar 3.400 trabalhos que utilizaram modelos de maturidade. Destes, foram selecionados 72 artigos mais relevantes para se extrair padrões de design que favorecessem a construção de um mapa de maturidade para a Indústria 4.0. Geralmente os modelos possuem: diferentes níveis de maturidade, indo de 1 (ausência) até 5 (estado da arte); a maturidade é avaliada de 4 a 16 dimensões; o modo avaliação é feito com autoavaliação ou com avaliador externo e a representação numérica é por meio de um gráfico em radar (SCHUMACHER *et al*., 2016).

Trabalhos de pesquisa têm utilizado matrizes semelhantes para divulgar o estágio de crescimento de discentes ou docentes em determinados projetos. A exemplo, pode-se encontrar a investigação feita por Senra e Braga (2020), que avalia o estágio de desenvolvimento dos professores em Ambientes Educativos Inovadores (AEI). Esses espaços foram implementados em escolas portuguesas, com o propósito de serem espaços-laboratórios onde os docentes podem utilizar novas tecnologias e metodologias a fim de repensar o processo de ensino e aprendizagem. Esse tipo de ferramenta de diagnóstico, permite ao pesquisador mostrar um retrato do atual cenário investigado, e projetar quais são as dimensões onde esforços serão empreendidos, para superar as limitações encontradas e se alcançar melhorias para o futuro (ISHIHARA, 2012).

As áreas de Gestão de Projetos e Gestão do Conhecimento adotaram rapidamente este recurso de análise visual para entender quais mudanças seriam necessárias quando uma empresa precisa lidar com seu próprio crescimento. Assim,

Ficher (2004) elaborou um modelo para as empresas entenderem qual era o seu processo de maturidade, bastando mapear as oportunidades de otimização de gastos. Ele criou cinco níveis (dimensões) que poderiam mapear qualquer capacidade de mudança, não importando o tipo de organização em particular: Estratégias, Pessoas, Controles, Tecnologias e Processos.

Outras áreas, além da Educação e Administração, também passaram a assumir este tipo de ferramenta. Na literatura acadêmica encontram-se trabalhos para valorização de estados de Liderança Criativa, onde sete variáveis são pontuadas por meio de uma escala Likert e seus resultados (média) são depois transpostos para um gráfico, a fim de mostrar os fatores que ainda carecem de aperfeiçoamento pelas equipes de trabalho (GALLON; ENSSLIN, 2008). Em 2021, o trabalho de Rossi traz um teste para medir a competência linguística ou conhecimento de uma determinada estrutura gramatical. O pesquisador se baseou em conceitos da *Language Assessment Literacy* (LAL), ou Literacia de Avaliação Linguística, criada por Taylor em 2013 para valorar o estado de leitura e escrita de 25 escritores, utilizando uma matriz com oito dimensões (ROSSI, 2021). Esse tipo de estudo também foi feito na China, especificamente para avaliar o nível de proficiência em inglês de 344 professores de línguas de escolas secundárias (LAN; FAN, 2019). Ainda, um outro estudo, realizado na Áustria, usou as mesmas técnicas de matriz de maturidade, que examinou as condições físico-espaciais dos ambientes de aprendizagem, incluindo equipamentos técnicos para atividades de aprendizagem à distância e sua influência sobre os alunos adultos na educação continuada acadêmica, durante as restrições iniciais da COVID-19 (KESER ASCHENBERGER, *et al*., 2022).

Portanto, o referencial teórico levantado, demonstra a eficácia da ferramenta para se visualizar dentro de uma escala de níveis pré-definidos, em que estágio de conhecimento e de prática se encontra um determinado grupo (*cluster*) e quais capacidades ainda precisam ser trabalhadas, com o intuito de se alcançar níveis mais altos de profissionalismo, conforme os padrões e as exigências de um contexto histórico-social.

3. Metodologia de Pesquisa

A metodologia de pesquisa possui uma abordagem quali-quanti, uma vez que, visa valorizar todo o processo de construção de conhecimento, ancorado na interação e colaboração de estudantes, por meio das redes digitais. Trata-se, portanto, de um trabalho exploratório e descritivo, pois investiga um fenômeno dentro de um contexto complexo. Segundo Gil (2017, p. 33):

- Pesquisa Exploratória: “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses”;
- Pesquisa Descritiva: “têm como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis.

De acordo com estes tipos de pesquisa (abordagem), procura-se entender melhor o problema, buscando mapear todas as suas variáveis e suas relações, ao mesmo tempo que se faz um levantamento do grupo, suas características e atitudes. A coleta de dados também obedece a abordagem escolhida.

3.1 Amostra e Público-alvo

O recorte populacional da investigação se concentra em estudantes da Rede Federal de Ensino, especificamente de unidades do Rio de Janeiro, e que estejam cursando o ensino técnico ou de graduação em informática. O primeiro grupo de estudantes (G1) foi formado apenas por estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus São João de Meriti, do nível técnico. Já o segundo grupo (G2), foi formado por estudantes do IFRJ, campus São João de Meriti, mas também do campus Paulo de Frontin e alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ, campus Maracanã). Neste grupo havia alunos do curso técnico e da graduação em informática, sendo que em ambos, a faixa etária de grupos era de 16 até 22 anos e havia diversidade de gênero masculino (50%) e feminino (50%). A conclusão dos projetos se deu em 24 meses, priorizando plataformas de comunicação totalmente online, e testando tecnologias de trabalho remoto. Devido a Pandemia da COVID-19 não houve nenhum encontro

presencial entre os participantes. Após liberação dos protocolos de isolamento social, em 2022, pelas autoridades sanitárias, houve encontros presenciais para testar o projeto (P2) em laboratório específico. O pesquisador acompanhou a construção dos projetos, assim como também houve a participação de alguns professores das instituições relacionadas, na função de consultores.

3.2 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa se caracteriza pelo uso da metodologia de Estudo de Caso, onde as etapas possuem uma flexibilização maior para mudanças ao longo do processo de investigação, uma vez que os projetos foram realizados conforme a demanda dos estudantes. Alguns autores definem um estudo de caso como uma pesquisa qualitativa que foca no processo, no estudo de realidades complexas, mas que possui especificidades, singularidades, que podem ser observadas por diferentes perspectivas (BOGDAN; BIKLEN, 1994; GIL, 2017; FLICK, 2013; LÜDKE; ANDRÉ, 2017). Em outras palavras:

> O estudo de caso é o estudo de um caso, seja ele simples ou específico [...] sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo (LÜDKE; ANDRÉ, 2017, p. 20).

Quando os limites entre o fenômeno e o seu contexto real não estão bem definidos, o Estudo de Caso pode apontar entendimentos, compreensões e delimitações (YIN, 2009; MARTINS, 2008). Por isso, a necessidade de o pesquisador manter um diário de bordo, ou seja, “as notas de campo: o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha [...]” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 150). Mas, conforme Lüdke e André (2017), pode-se usar outros meios para se guardar evoluções e mudanças da investigação, pois reconhece-se que muitos pesquisadores “[...] combinarão as anotações com o material transcrito de gravações, outros ainda registrarão os eventos através de filmes, fotografias, slides ou outros equipamentos.” (p. 37).

A seguir relacionamos as fases que compõem a pesquisa (GIL, 2017):

- **Leitura bibliográfica e documental**: esclarece os pressupostos teóricos que regem a pesquisa, assim como os seus conceitos principais;

- **Formulação da Questão de Pesquisa**: identificação do problema e os objetivos a serem alcançados com a pesquisa. Formulação da questão de pesquisa;
- **Definição da Unidade-caso**: Trata-se de um caso revelador, onde as condições estudadas não surgem com regularidade, configurando-se então em uma oportunidade única para se estudar determinado fenômeno. Este caso teve duas unidades de análise: Projeto 1 e Projeto 2;
- **Seleção dos Casos**: Estudantes da Rede Federal programando em rede, para a resolução de problemas reais;
- **Técnicas de Coleta de Dados**: Foram realizadas a Observação Participante, Questionários, Gravações em Vídeo, Análise de Mensagens, Diário de Bordo, Questionários e Entrevistas Individuais;
- **Elaboração do Protocolo**: documento que apresenta os detalhes e os procedimentos de cada projeto. É apresentado posteriormente;
- **Coleta de Dados**: aplicação das técnicas de coleta de dados definidas. É apresentado posteriormente;
- **Análise e Interpretação dos Dados**: a interpretação de dados foi realizada ao longo da pesquisa, conforme a coleta de dados avançou. Foram analisados padrões e divergências, além de classificações e categorizações. A análise foi discutida em capítulo próprio;
- **Redação do Relatório**: trata-se de fase, onde se executou uma seleção e organização dos pontos importantes encontrados na investigação, e que responderam à questão do problema. O capítulo de conclusão inclui o relatório final da pesquisa.

A metodologia quantitativa (WAZLAWICK, 2014), também foi explorada neste trabalho, partiu do princípio de que os dados passíveis de mensuração foram obtidos pelos instrumentos de coleta de dados, onde gerou-se planilhas e gráficos estatísticos, que demonstram tendências e padrões de convergência ou divergência das hipóteses apresentadas. Os pesquisadores inferiram uma modificação no ambiente comum de aprendizagem de Programação de Computadores, e, utilizaram novas ferramentas de controle e gerenciamento de atividades. Trata-se, em parte, de uma pesquisa de campo, isto é, dentro da realidade escolar, utilizando as plataformas virtuais, onde os pesquisadores interviram na maneira como os conceitos de Programação são aplicados, mudando o ambiente de aprendizagem e as dificuldades próprias deste tipo de conhecimento computacional, propondo problemas reais para serem resolvidos pelos

estudantes. Foram feitos diversos tipos de mapeamento para fornecer comparações, entendimentos e esclarecimentos sobre os fenômenos estudados:

- **Mapa de Maturidade das Equipes de Projeto**: classificação em dimensões de maturidade do desenvolvimento de competências dos grupos durante a execução dos projetos. Os dados foram oriundos das anotações feitas no diário de bordo dos pesquisadores e conforme as declarações dadas nas entrevistas;

- **Sociogramas das Redes Colaborativas**: geração de grafos da rede formada pelas interações do projeto, com identificação dos agentes polinizadores de informações (*hubs*) e a quantidade de solicitações de ajuda ao professor e aos consultores. Os sociogramas foram feitos de acordo com extratos dos dados, cuja percepção dos pesquisadores julgou ser mais relevante para a pesquisa. Neste mapeamento também foram identificados a importância da participação de alguns atores não humanos no fluxo de informações de cada projeto.

Foram observadas variáveis que dependem diretamente do uso das plataformas, mas também, buscou-se medir a variância entre os conjuntos de valores gerados por cada equipe de participantes, e a correlação destes, para se conhecer as influências que determinadas variáveis exercem sobre outras. Desta forma, ao se mensurar a quantidade de informações que um ator transmite pela rede, pode-se determinar o seu grau de influência e participação dentro do grupo, ou quando se observa, por meio de ações práticas, a mudança comportamental e atitudinal de um ator, pode-se identificar quantitativamente em qual estágio de maturidade ele se encontra, e o quanto ele avançou, desde a sua última intervenção em um processo decisório.

3.3 Coleta de Dados

Os instrumentos para a coleta de dados foram:

- **Observação participante**: o pesquisador assume um papel no grupo, como orientador do projeto. Participa das reuniões e disponibiliza os recursos para a equipe. As anotações foram registradas no diário de bordo.

O espaço virtual, também se configurou em um ambiente de comunicação, encontros, trocas, confrontos e negociações. Neste sentido, a etnografia educacional é uma estratégia híbrida de compreensão dos comportamentos e das experiências vivenciadas, tão sensível ao contexto presencial, quanto ao digital (BORGNAKKE, 2013). Este movimento dialético conduziu a um encontro com o Outro, onde o pesquisador afeta e é afetado à medida que se aproxima da realidade que pretende estudar e entender, assim, "o método etnográfico consiste num mergulho profundo e prolongado na vida cotidiana desses Outros que queremos aprender e compreender." (URIARTE, 2012, p. 5).

- **Gravações em Vídeo**: As reuniões de alinhamento e entrega foram gravadas por aplicativos como o Google Meet. As discussões e interações durante as reuniões foram analisadas e seus pontos relevantes, descritos pelos pesquisadores nesta pesquisa;
- **Mensagens de Texto**: As conversas e trocas de mensagens do grupo foram guardadas e mapeadas pelos pesquisadores, gerando assim mais informações sobre a forma colaborativa que o grupo trabalhava. Houve determinados aplicativos usados em momentos distintos: WhatsApp, Slack e Discord;
- **Documentos**: Os códigos-fontes formam um corpo textual para análise, assim como as Atas das reuniões, escritas e guardadas em plataformas online, como o Slack, Google Drive, etc.;
- **Questionários**: Montou-se questionários online para preenchimento dos estudantes sobre questões que envolvem a pesquisa. Foram disponibilizados em três momentos, no início, durante e no término do projeto;
- **Entrevistas**: Optou-se por perguntas abertas e por entrevistas individuais ao final da entrega dos projetos.

A diversidade de fontes de coleta de dados serviu para corroborar com a credibilidade dos resultados encontrados durante a pesquisa. Este método, chamado de triangulação, onde “a defesa de uma pesquisa firmada na triangulação prevê os diversos ângulos de análise, as diversas necessidades de recortes e ângulos para que a visão não seja limitada e o resultado não seja restrito.” (TUZZO; BRAGA, 2016, p. 141). Ao usar diferentes fontes de dados e métodos diversificados de coleta, em momentos diferentes e que envolvam todos os participantes, pode-se oferecer uma consolidação mais ampliada da interpretação dos dados (FLICK, 2013).

3.4 Protocolo de Casos

O protocolo é um documento de orientação que contém o escopo do projeto e os procedimentos necessários para sua execução. Ele dá suporte para cada etapa do estudo de caso, e pode ser subdividido em categorias para facilitar a busca pelas informações. Entre as principais se encontram:

- **Dados de Identificação**: Neste campo são declarados os responsáveis pelo projeto, seu título e período de realização;

- **Introdução**: Descreve em um pequeno resumo o problema abordado pelo projeto, seus objetivos, metodologia usada e resultados alcançados ou esperados;

- **Trabalho de Campo**: A identificação das plataformas tecnológicas usadas, suas aplicações no decorrer da execução do projeto, a quantidade da equipe e os dias semanais que foram agendados para reuniões da equipe, são apresentados neste campo;

- **Questões Específicas**: São fornecidas, neste campo, informações sobre aspectos específicos de cada projeto. Pode conter desde tempo de reuniões, abordagens de construção de software e ou oficinas executadas durante o projeto.

Os Quadros 1 e 2 apresentam o protocolo do Projeto 1 e Projeto 2, respectivamente. Observa-se que, no primeiro campo já é possível identificar quais instituições estão envolvidas no projeto, o prazo de duração e seus responsáveis. No campo seguinte encontra-se uma pequena explicação do que é o projeto, sua problemática e seus objetivos. No campo “Trabalho de Campo” são mostradas as plataformas tecnológicas utilizadas e abordagens de comunicação remota, adotadas de acordo com cada equipe de trabalho dos projetos. A equipe também é relacionada neste campo. Por fim, são detalhadas no campo seguinte, as oficinas realizadas para compartilhamento de conhecimento entre os membros de cada projeto.

Quadro 1 – Protocolo de Projeto 1 - PREVCOVID

Dados de Identificação

Título do Projeto:	**PREVCOVID - aplicativo de vigilância epidemiológica e prevenção de contágio da COVID-19**				Número **1**
Responsáveis:					Instituições:
Roni Costa Ferreira					IFRJ campus São J. de Meriti
Marco Antonio Barbosa Braga					CEFET/RJ campus Maracanã
Dt Início:	mar./2020	Dt Fim:	jul./2021	Local:	espaço virtual

Introdução

O projeto de desenvolvimento de uma aplicação móvel, intitulado PREVCOVID-19, surgiu da convergência de ideias de professores e alunos do Curso Técnico de Informática para a Internet do IFRJ, campus São João de Meriti. Devido ao alto índice de contaminação do vírus SARS-CoV-2 e a escassez de recursos de prevenção, diagnóstico e tratamento da COVID-19, que possui uma alta taxa de letalidade, faz-se necessário a criação de ferramentas, de fácil acesso a informação segura, pela maior parcela possível da população. Então, o projeto tem como objetivos orientar a população de forma segura sobre o contágio, além de fornecer aos órgãos públicos de saúde, um mapeamento georreferenciado das regiões com alto índice de transmissão. Os resultados esperados do projeto devem contemplar a facilitação do diagnóstico médico, apoiado em um histórico do processo de incubação do paciente, além de atender a necessidade de priorização de ações e aplicações de recursos, como testes e vacinação, para os órgãos públicos de saúde.

Trabalho de Campo

Equipe de Estudantes	Instituição	Plataforma	Utilidade	Dt Início	Dt Fim
9	IFRJ/CSJM	Slack	Renião/Msg	set./2020	jul./2021
		Google Meet	Renião	mar./2020	jul./2021
		Whatsapp	Mensagens	mar./2020	jul./2021
		Google Drive	Repositório	mar./2020	jul./2021
		Wiki	Documentação	mai./2020	jul./2021
		Eclipse	Codificação	mar./2020	jul./2021
		Workbench	SGBD	mar./2020	jul./2021
		Tomcat	Server	jun./2021	jul./2021

Questões Específicas

Tempo do Sprint:	Dt Semana Reunião:	Horário Reunião:
2h	sexta-feira	11:00h
2h	terça-feira	14:00h

Dt Oficina	Assunto/Tema	Professor da Oficina
set./2020	CSS	Leonardo Nardi
dez./2020	Bootstrap	Leonardo Nardi
abr./2021	Conexão MySQL	Roni Costa

Observações

Houve alguns brainstorming para escolha da linguagem de programação: Java com HTML, CSS e Javascript.

Fonte: Autor (2021)

Esses projetos passaram por todas as instâncias do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Oswaldo Cruz (CEP FIOCRUZ/IOC) em sua 290ª Reunião Ordinária, realizada em 28/06/2021.

Quadro 2 – Protocolo de Projeto 2 - LABIOS3D

Dados de Identificação

Título do Projeto:	**LABIOS3D - ambiente de realidade virtual para capacitação de alunos e profissionais do IOC em práticas laboratoriais seguras**				Número **2**
Responsáveis:					Instituições:
Roni Costa Ferreira					IFRJ campus São J. de Meriti
Marco Antonio Barbosa Braga					CEFET/RJ campus Maracanã
Dt Início:	mar./2021	Dt Fim:	dez./2022	Local:	espaço virtual

Introdução

O constante crescimento de epidemias e o ressurgimento de doenças erradicadas, na maioria dos países, tem provocado um movimento de reformulação de políticas e estratégias que visam o fortalecimento das políticas de biossegurança nacionais e globais. No mesmo caminho de cuidado e prevenção, a tecnologia de Realidade Virtual (RV) tem ganhado força no meio produtivo e acadêmico. Setores industriais, como a aviação, tem recorrido a ambientes imersivos de aprendizagem para qualificar pilotos e engenheiros, no sentido de minimizar acidentes com aeronaves de transporte. Assim, o projeto LABIOS3D consiste em planejar, codificar, testar e implementar um software de RV, que crie e simule um laboratório virtual de pesquisa biomédica, onde os alunos e profissionais do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) possam treinar técnicas e procedimentos de instrumentação de equipamentos, para manipulação de agentes biológicos, radioativos e químicos, de forma não contraditória as regras estabelecidas pela biossegurança. O objetivo do LABIOS3D é de colaborar com a capacitação técnica, fornecendo uma experiência imersiva aos seus usuários, de modo que o processo de aquisição de conteúdo e habilidades seja perpassado pela percepção dos riscos e cuidados que este tipo de ambiente ocupacional exige.

Trabalho de Campo

Equipe de Estudantes	Instituição	Plataforma	Utilidade	Dt Início	Dt Fim
3	IFRJ/CSJM	Google Meet	Renião	mar./2021	
2	IFRJ/CPF	Notion	Planejamento	jul./2021	
2	CEFET/RJ	Discord	Mensagens	mar./2021	
		Whatsapp	Mensagens	mar./2021	
		Miro	Planejamento	jun./2021	
		Google Drive	Repositório	mar./2021	
		GitHub	Versionamento	abr./2021	
		Unity	Codificação	abr./2021	
		Blender	Modelagem	abr./2021	

Questões Específicas

Tempo do Sprint:	Dt Semana Reunião:	Horário Reunião:
4h	sábado	15:00h
2h	terça-feira	17:00h

Dt Oficina	Assunto/Tema	Professor da Oficina
mar./2021	RV no Unity	Gabriel Souza
mar.2021	Biossegurança em Laboratórios do IOC	Luiz d'Scoffier
abr./2021	Projeto RV usando Óculos Rift	Caio Lamas

Observações

Parcerias: Comissão de Biossegurança do Instituto Osvaldo Cruz (CIBio/IOC) - Luiz d'Escoffier e com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Engenheiro Paulo de Frontin - Prof. Ricardo Kneipp.

Fonte: Autor (2021)

3.5 Matriz de Maturidade para Projetos de Software

Com base na fundamentação teórica, foi necessário definir quais dimensões formariam os eixos mais importantes para se conseguir uma análise do desenvolvimento de programadores aprendizes, e que ao mesmo tempo, fossem eixos que refletissem as competências mais desejáveis aos profissionais das áreas de Computação e Engenharia, atualmente. Isto, permitiria não só um mapeamento da situação dos estudantes envolvidos nos projetos, mas mostraria quais pontos deveriam receber maior atenção para se melhorar na forma de planejar e conduzir projetos de desenvolvimento de software à distância. Assim, a matriz de maturidade daria condições para a percepção se o estudante estava caminhando para um perfil profissional esperado pelas organizações ou se afastando dele.

Neste intuito, foram levantados vários artigos na área de desenvolvimento de software e de desenvolvimento de projetos para se entender:

1) O que é esperado pelas organizações do engenheiro, analista ou técnico da área de software e sistemas?
2) Quais habilidades e competências podem ser desenvolvidas, quando o sujeito tem a oportunidade de trabalhar com projetos, resolvendo problemas concretos?

Mediante estas duas categorias, separou-se os artigos mais relevantes e que apontavam por meio de experiências práticas, as habilidades e competências desejadas para que o estudante entrasse no mercado de trabalho bem-preparado para os desafios que o aguardam. No final do processo, montou-se um quadro (Quadro 3) com as competências a serem usadas na matriz de maturidade e que refletissem as experiências apontadas pelas pesquisas da área.

Assim, baseou-se nas indicações de pesquisas levantadas na área, para identificar as cinco categorias de competências que um profissional contemporâneo precisa dominar para atender as necessidades das organizações. Cada categoria possui habilidades interligadas, que indicam os níveis de evolução profissional e prática a serem alcançados pelos aprendizes. O pesquisador, ao longo do processo observacional, foi registrando os marcos de construção do sistema (*software*), geralmente destacados por reuniões, em que o grupo precisava tomar decisões importantes para prosseguir com o projeto ou ultrapassar problemas oriundos da codificação.

Quadro 3 - Seleção Componentes da Matriz de Maturidade para Projetos de Software

Coletividade ou Colaboração	**Formulação de Soluções ou Criatividade**	**Proatividade ou Liderança**	**Avaliação ou Gerência de Mudanças**	**Processo de Planejamento ou Visão Sistêmica**
As discussões em grupo aumentam a sistematização das informações	O processo de transformação da teoria em prática, do abstrato para o concreto, eleva o nível de aprendizagem	A motivação intrínseca proporciona proatividade na execução das tarefas	O processo construtivo exige retomadas as tarefas que aumentam a investigação	A essência da PBL é orientada a processos e exige articulação e alinhamento entre as partes
Hung e Lin (2015)	Hung e Lin (2015)	Almulla (2019)	Almulla (2019)	Dos Santos (2017)
A colaboração é uma bênção mista, com o valor que ela cria, a colaboração também traz seus desafios	Facilita a fusão de conhecimentos anteriores com conhecimentos novos	A responsabilidade alimenta o processo construtivo	A reflexão constante sobre o trabalho contribui para a sua real compreensão	Elaboração de planos periódicos para resolver problemas e adequar a solução (todo)
De Vreede (2009)	Huang e Wang (2020)	Tortorella et al. (2017)	Tortorella et al. (2017)	Wosinski et al. (2018)
Capacita na compreensão do problema e na busca de soluções adequadas	As simulações forçam o recebimento de feedbacks para ajustes e novas ideias	Ganham conhecimento e experiências como os profissionais o fazem	Avaliação frequente para checar os objetivos e propor melhorias	O processo auto planejado direciona recursos e executa estratégias para aprendizagem
Huang e Wang (2020)	Hallinger and Bridges (2017)	Alrahlah (2016)	Dos Santos (2017)	Kang et al. (2019)
Desenvolvimento profissional por meio de um ambiente de resolução de problemas	Interdisciplinarida-de dá mais significado aos conhecimentos empregados no trabalho	O sucesso do projeto depende de uma boa liderança, que parte da interação	Programadores precisam de informação dos registros de erros para fazer reparações	Não depende do resultado, mas da aprendizagem ao longo do processo
González e Batanero (2016)	Kim et al., (2017)	Gebczynska, (2019)	Liu et al. (2005)	Shin e Kim (2019)
Um ambiente colaborativo gera maior motivação e confiança	A diversidade da equipe gera maior criatividade	A líder motiva a equipe a avançar, promove um ambiente de cooperação e inspira confiança	Uma habilidade suave: como ser aberto e adaptável a mudanças	Aprender a aprender é a “necessidade de melhoria” – rever, refatorar
Jaleniauskiene (2016)	Lohmann et al., (2006)	Anantatmula (2010)	Ahmed et al., (2015)	Saliceti (2015)

Fonte: Autor (2021)

A varredura pela literatura nas áreas de desenvolvimento de software e projetos, mostrou que apesar das organizações buscarem a contratação de indivíduos com destreza técnica, a atual conjuntura de problemas complexos e de trabalho distribuído em equipes, têm mudado o perfil do candidato ideal (JOSEPH *et al*., 2010). Desta forma, habilidades gerenciais, sociais e emocionais passam a ser altamente desejadas, fazendo parte da "inteligência prática do profissional de TI". Então, com a ampliação desse novo portfólio, o alinhamento com as vias educacionais de formação profissional se torna cada vez mais necessária: "atingir tal variedade de habilidades nos permitiria trazer uma riqueza de talentos e pontos de vista para suportar a complexidade inerente de sistemas de *software*" (AHMED *et al*., 2015, p. 189).

Neste sentido, o Quadro 3 apresenta cinco dimensões que consolidam muitas das habilidades citadas e destacadas nos artigos. Entendendo aqui, que cada dimensão representa competências que são um conjunto de habilidades, que possuem alguma afinidade em comum:

- **Colaboração**: são as habilidades que visam o trabalho em equipe, divisão coletiva de tarefas, cooperação, interdependência, capacidade de ouvir e respeitar o outro, comunicação, etc. Segundo alguns autores a competência da colaboração é formada por competências que cada indivíduo leva para o grupo, desde que exista uma responsabilidade mútua entre eles (TARRICONE; LUCA, 2002; SANYAL; HISSAM, 2018).
- **Criatividade**: é a competência que agrega a diversidade de ideias, as capacidades de análise e resolução de problemas, de síntese e simplificação, de liberdade de pensamento, capacidade de abstração e padronização, além de busca pelo refinamento da técnica. Alguns trabalhos apontam que a inovação passa por pessoas criativas e que tenham espírito empreendedor (OVBIAGBONHIA *et al*., 2020; IQBAL *et al*., 2017).
- **Liderança**: formada pelas habilidades de autoconfiança, autonomia, de assumir riscos, de busca pelo bem comum, de organização de tarefas, de saber estimular e cobrar, de respeito pelas limitações, de acreditar no potencial do outro. Autores da área de projetos de sistemas e engenharia afirmam que a liderança é um dos princípios fundamentais para o sucesso de um projeto (GEBCZYNSKA, 2019; GADIRAJURRETT et al, 2018).
- **Gerência de Mudanças**: é uma competência constituída principalmente de capacidade para adaptação, de aceitação do novo, de avaliação, de crítica e reflexão de erros para sua correção, de retomada, de revisão, etc. Na área de

software, na maioria dos casos o setor de desenvolvimento não é integrado com o setor de mudanças, isto é, esses processos possuem uma conexão baixa dentro do ciclo de vida de criação do sistema, permitindo que existam oportunidades de haver muitas falhas (BAXTER; SOMMERVILLE, 2011). Haja visto, o tamanho da importância da gerência de mudanças, que recentemente estudos apontaram que "uma das principais razões por trás dos atrasos dos projetos e da sobrecarga de custos de projetos de *software* é que os requisitos mudam" (AHMED *et al*., 2012, p. 188).

- **Visão Sistêmica**: é uma competência que une as habilidades de estratégia e planejamento, de design e acompanhamento de processos, de rever e refatorar em busca de uma melhoria contínua, é entender as partes e entender o todo, é abraçar as oportunidades de solução e testá-las. A visão sistêmica ou visão holística agrega as habilidades de reflexão, do pensamento divergente, isto é, que busca alternativas e possibilidades criativas de se resolver um problema (SALICETI, 2015; DE BONO, 2009; SENGE, 2013).

Corroborando com a metodologia adotada para se definir as cinco dimensões do mapa de maturidade que será utilizado neste trabalho, a indústria de software também aponta quais seriam as habilidades por ela esperadas e desejáveis para os novos candidatos às vagas da área de programação: a habilidade de comunicação (90%), habilidades interpessoais (65%), trabalho em equipe (62%), análise e resolução de problemas (52%), habilidades organizacionais (37%), autonomia e liderança (34%), criatividade (12%), autodidata (3%) e adaptabilidade às mudanças (2%). Os dados apresentados, se referem a um estudo retirado de 140 anúncios para vagas de programadores de computador, englobando as regiões da América do Norte (31%), da Europa (26%), da Ásia (23%) e da Austrália (20%) (AHMED *et al*., 2012).

Percebe-se que todas as habilidades requisitadas pelo setor produtivo já estão contempladas nas cinco dimensões criadas para compor o mapa de maturidade deste trabalho. Assim, o modelo proposto para análise das duas unidades de caso possui não só competências tecnológicas, mas socioemocionais e empreendedoras. Então, o modelo apresentado configura-se em um conjunto multidisciplinar de habilidades para entrar no mercado de trabalho contemporâneo, e mostra se após o aprendizado, os alunos estarão aptos para a resolução de problemas, e a tomar decisões, mesmo em ambientes de incerteza (LEMAITRE *et al*., 2006). E de acordo com a classificação de propósito de uso (BECKER *et al*., 2009; PÖPPELBUB; RÖGLINGER, 2011), o modelo

apresentado será descritivo, pois avalia a condição atual, e prescritivo, pois indica diretrizes para melhorias das capacidades. Veja na Figura 3 como ficaram dispostas as dimensões do modelo de maturidade e nos Quadros abaixo, os níveis de maturidade:

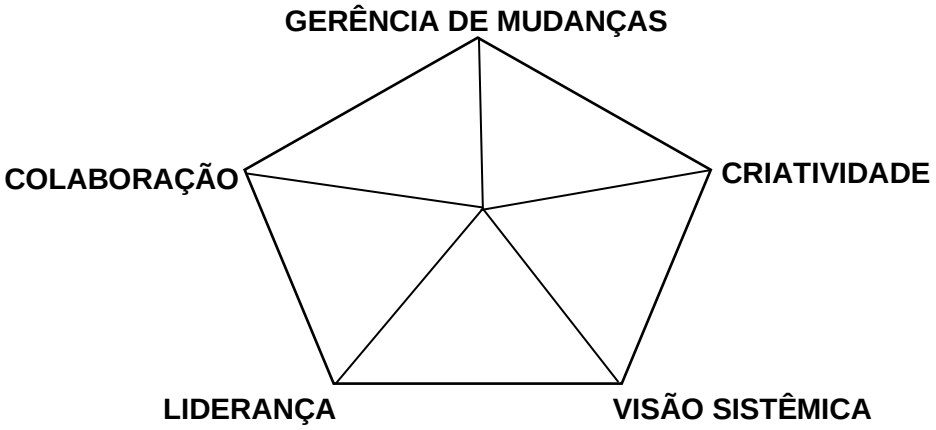


Figura 3 – Mapa de Maturidade para a Pesquisa
Fonte: Autor (2021)

Quadro 4: Dimensão 1 - Gerência de Mudanças

DIMENSÃO 1: GERÊNCIA DE MUDANÇAS	
NÍVEL 1	Não apresenta nenhuma solução de mudança de abordagem para lidar com os problemas complexos que se apresentam nas fases do projeto. Não gerencia as mudanças, mantendo o planejamento linear e sem alterações, mesmo que fiquem inconsistências.
NÍVEL 2	Não apresenta soluções, mas muda a abordagem para contornar o problema complexo. Gerencia as mudanças oriundas da troca de estratégia aplicada sobre o problema que surgiu.
NÍVEL 3	Apresenta soluções já conhecidas, pois investiga problemas parecidos e tenta adaptá-las ao projeto. Gerencia as mudanças decorrentes das adaptações feitas no momento.
NÍVEL 4	Apresenta soluções já conhecidas e inovadoras para lidar com os problemas complexos. Gerencia as mudanças decorrentes das soluções aplicadas, garantindo a conclusão de fases, sem inconsistências.
NÍVEL 5	Apresenta soluções inovadoras para lidar com os problemas complexos que surgem, tanto na estratégia, quanto nos procedimentos e tecnologias aplicadas. Gerencia as mudanças de forma a permitir que o projeto seja adaptado para garantir sua conclusão e ou melhoria contínua.

Fonte: Autor (2021)

Quadro 5: Dimensão 2 - Colaboração

DIMENSÃO 2: COLABORAÇÃO	
NÍVEL 1	Não compartilha suas experiências com a equipe, possuindo problemas de comunicação, faltas de reuniões e falhas nas entregas. Possui dificuldade em trabalhar em rede e não compreende a dinâmica de um ambiente profissional contemporâneo.
NÍVEL 2	Não compartilha suas experiências com a equipe, possuindo problemas de comunicação, faltas esporádicas de reuniões e entregas fora do prazo. Possui dificuldade em trabalhar em rede e não compreende a dinâmica de um ambiente profissional contemporâneo.
NÍVEL 3	Não compartilha suas experiências com a equipe, mas se comunica muito bem com os demais, assíduo nas reuniões, realiza todas as entregas. Não negocia pontos chaves da solução e só mantém diálogo com os outros alunos durante as reuniões de equipe. Busca se esforçar para trabalhar em rede e tenta compreender a dinâmica de um ambiente profissional contemporâneo.
NÍVEL 4	Compartilha suas experiências com a equipe sem realizar oficinas, se comunica com desenvoltura, assíduo nas reuniões, realiza todas as entregas. Não negocia pontos chaves da solução e só mantém diálogo com os outros alunos durante as reuniões de equipe. Trabalha bem em rede e compreende a dinâmica de um ambiente prof. contemporâneo.
NÍVEL 5	Compartilha suas experiências com a equipe, realizando oficinas, se comunica com desenvoltura, assíduo nas reuniões, realiza todas as entregas. Negocia pontos chaves da solução e mantém diálogo com os outros alunos durante as reuniões e em outros momentos combinados. Possui facilidade em trabalhar em rede e se adapta bem à dinâmica de um ambiente profissional contemporâneo.

Fonte: Autor (2021)

Quadro 6: Dimensão 3 - Criatividade

DIMENSÃO 3: CRIATIVIDADE	
NÍVEL 1	Não cria instruções de código, mas consegue replicar trechos de programas com dificuldade. Trabalha com um único framework e não pensa em otimização de sistema.
NÍVEL 2	Não cria instruções de código, mas consegue replicar trechos de programas com facilidade. Trabalha com poucos frameworks e não pensa em otimização de sistema.
NÍVEL 3	Não cria instruções de código, mas consegue replicar trechos de programas com facilidade. Trabalha com poucos frameworks, mas pensa e pede auxílio para a otimização de sistema, como acesso a dados e acesso a memória.
NÍVEL 4	Cria procedures, funções e blocos completos do sistema que está sendo construído. Possui dificuldades em alterar sequências de código de terceiros e em aumentar o desempenho de acesso a dados e diminuir o consumo de memória. Consegue trabalhar com muitos frameworks diferentes, a fim de facilitar a criação de soluções para os problemas que surgem.

NÍVEL 5	Cria procedures, funções e blocos completos do sistema que está sendo construído. Altera com facilidade sequências de código de terceiros aumentar o desempenho de acesso a dados e diminuir o consumo de memória. Consegue trabalhar com muitos frameworks diferentes, a fim de facilitar a criação de soluções para os problemas que surgem.

Fonte: Autor (2021)

Quadro 7: Dimensão 4 - Liderança

DIMENSÃO 4: LIDERANÇA	
NÍVEL 1	Não possui voz ativa no grupo, apesar de participar das discussões. Não se coloca à disposição para realizar alguma tarefa, aguardando a determinação do líder.
NÍVEL 2	Não possui voz ativa no grupo, apesar de participar das discussões. Não se coloca à disposição para realizar alguma tarefa, aguardando a determinação do líder. Mas, às vezes surpreende trazendo a solução de algum problema não resolvido.
NÍVEL 3	Não possui voz ativa no grupo, apesar de participar das discussões. Se coloca à disposição para realizar algumas tarefas, sem aguardar a determinação do líder. E possui alguma autonomia em propor soluções.
NÍVEL 4	Possui voz ativa no grupo, liderando determinadas decisões para a conclusão do sistema. Mostra-se sempre disponível para ajudar os outros membros da equipe, mas guarda alguma reserva em apresentar soluções com autonomia e sugerir a divisão de tarefas entre os participantes.
NÍVEL 5	Possui voz ativa no grupo, liderando determinadas decisões para a conclusão do sistema. Mostra-se sempre disponível para ajudar os outros membros da equipe e apresenta soluções com autonomia e desenvoltura. Sugere a divisão de tarefas entre os participantes.

Fonte: Autor (2021)

Quadro 8: Dimensão 5 - Visão Sistêmica

DIMENSÃO 5: VISÃO SISTÊMICA	
NÍVEL 1	Visualiza somente pedaços isolados do sistema, sem compreender como irão se encaixar. Ainda possui dificuldades de entender como determinadas teorias se aplicam na prática, não observando padrões nem a testagem daquilo que entrega.
NÍVEL 2	Visualiza somente pedaços isolados do sistema, sem compreender como irão se encaixar. Ainda possui dificuldades de entender como determinadas teorias se aplicam na prática. Solicita ajuda para testar e validar trechos de código, pois reconhece suas limitações.
NÍVEL 3	Visualiza pedaços isolados do sistema, compreendendo como alguns módulos irão se comunicar com outros, mas apresenta dificuldades. Compreende como determinadas teorias se aplicam na prática e costuma testar os códigos que entrega, sem e com a ajuda de outro participante do projeto.

NÍVEL 4	Possui uma visão sistêmica do projeto, conseguindo assim planejar os próximos passos e resolver os problemas de encaixe dos módulos do sistema. Consegue alinhar a teoria à prática, se habituando com bons padrões de programação, testando o que entrega. Mas, tem dificuldades em conjugar a diversidade de ideias do grupo para a tomada de decisões.
NÍVEL 5	Possui uma visão sistêmica do projeto, conseguindo assim planejar os próximos passos e resolver os problemas de encaixe dos módulos do sistema. Consegue alinhar a teoria à prática, se habituando com bons padrões de programação, sempre testando o que entrega. Possui facilidade em conjugar a diversidade de ideias do grupo para a tomada de decisões.

Fonte: Autor (2021)

4. Análise e Resultados

A análise dos dados coletados, ao longo do percurso da fase de execução dos projetos, é feita à luz do referencial teórico para elucidar comportamentos, pensamentos, atitudes, dificuldades e mudanças que ocorreram durante o processo de formação da Rede de Conhecimento. A interação entre os atores humanos e os não-humanos interferem no fluxo das informações, de forma que a aplicação de algumas técnicas pode demonstrar se o compartilhamento do conhecimento, necessário para a criação de soluções, foi implementado de forma eficiente, além de mostrar quais foram os *hubs* (polinizadores), que influenciaram o dinamismo da rede.

4.1 Estudo de Caso: Unidade 1

O projeto intitulado “PREVCOVID” tem como foco a vigilância epidemiológica e prevenção de contágio da COVID-19. A solução encontrada pelos estudantes foi desenvolver uma aplicação web, de forma a permitir o maior número de usuários possíveis. Portanto, priorizou-se a compatibilidade com uma diversidade de dispositivos móveis disponíveis no mercado, e que contivessem o recurso de georreferenciamento, para que o mapa de risco de contaminação fosse visualizado.

Esse aplicativo poderia colaborar na detecção de casos principalmente em regiões rurais ou isoladas geograficamente, como no caso da Amazônia, onde não existem médicos ou postos de saúde próximos para detectar e dar os primeiros atendimentos. Embora tenha sido pensado para responder aos avanços da Pandemia do COVID-19, a partir de 2020, o aplicativo poderia dar conta de outras doenças no futuro, como Malária, Febre Amarela, Sarampo e outras doenças reemergentes. Descreve-se a seguir os detalhes do Estudo de Caso - Unidade 1.

4.1.1 Unidade 1: Contexto e Objetivos

Devido a atual conjuntura, provocada pelo vírus SARS-CoV-2 e a escassez de

recursos de prevenção, diagnóstico e tratamento da COVID-19, que possui uma alta taxa de letalidade, faz-se necessário a criação de ferramentas, de fácil acesso à informação segura, pela maior parcela possível da população brasileira. Então, segundo pesquisas da Fundação Getúlio Vargas, os *smartphones* contabilizam 230 milhões de dispositivos em uso (com conexão à Internet) no Brasil (FGV-SP, 2019).

Sendo assim, a melhor estratégia para se obter informações sobre a evolução do contágio no país é fornecer aos usuários de *smartphones*, entre outros dispositivos móveis, uma aplicação fácil de usar, e que disponibilize orientações confiáveis para direcionar, individualmente, atitudes seguras frente a possibilidade de contaminação pelo SARS-CoV-2. Outro ponto a favor de um projeto com esta temática, é a proposta de se construir uma simbiose entre escola e sociedade, entre programação de computadores e problemas concretos, sendo capaz de impulsionar o pensamento crítico, a capacidade de resolução de problemas e o espírito empreendedor dos discentes. Segundo pesquisas recentes em cursos de computação e informática de instituições de ensino, seja de nível técnico ou universitário, as disciplinas diretamente ligadas a programação de computadores são aquelas onde se encontram os maiores índices de reprovação, abandono e evasão escolar (FERNANDES; FREITAS JUNIOR, 2016; GIRAFFA; MORA, 2013). Entre os pontos cruciais expostos pelas pesquisas, se sobressaem a dificuldade em transpor modelos reais para modelos lógicos (abstração), o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e a ausência de metodologias mais atraentes e flexíveis de ensino. O projeto PREVCOVID nasce desta inquietação da sala de aula. Do lado do professor, a frustração de ver os alunos aprenderem a programar de forma limitada, sem criarem uma visão holística de todas as partes que compõem um *software*, e como estas partes se relacionam (código, banco de dados, interface, etc.) e dão “vida” a uma aplicação lógica. Do lado dos alunos, a falta de interesse em se aprofundar em questões relevantes para o funcionamento de um *software*, a dificuldade de visualizar e entender as integrações com os conhecimentos adquiridos em outras disciplinas do curso. A ideia era envolver os estudantes num projeto/problema que guiasse a aprendizagem (PBL), ao mesmo tempo que estimula a criatividade em termos de novas soluções para problemas concretos. Logo, o problema oriundo da área da saúde tem como estimulação o surgimento de iniciativas conjuntas (escola e sociedade) para minimizar os impactos na população, principalmente a parte mais carente, de baixa renda, e gerar condições para atender demandas crescentes para o mercado de tecnologia do país.

Então, o projeto de desenvolvimento de uma aplicação web, intitulado PREVCOVID, surgiu em setembro de 2020, com a convergência de ideias de professores

e alunos do Curso Técnico de Informática para a Internet do IFRJ, campus São João de Meriti. O intuito principal foi o de orientar, de forma segura, a população, que se encontra perdida em meio a tantas informações, misturadas com *fake news*, principalmente na internet. Ainda, sobre os sintomas característicos da COVID-19, podem existir casos negativos, mas também, casos positivos, em processo de incubação e que não são contabilizados pelos órgãos oficiais de controle da pandemia. A base do projeto foi a utilização do paradigma de Programação Orientada a Objetos (POO), para embasar o desenvolvimento de *software*. Este paradigma é o mais utilizado atualmente, mas apesar disto, também apresenta muitos desafios para o seu domínio. A equipe trabalhou com desenvoltura para superar suas limitações e apresentar soluções viáveis para os problemas que surgiam. Houve muita troca de conhecimento entre eles, assim como a construção de um registro digital, no formato de uma wiki, para que cada passo não fosse esquecido e no caso de necessidade pudesse ser revisto e refeito. A primeira versão passou por testes controlados offline e depois foi colocada em produção, ganhando um espaço de hospedagem e um domínio na internet (www.prevcovid.com.br). Atualmente o grupo se ocupa de acompanhar os dados que são cadastrados para alimentação da função de georreferenciamento de áreas de risco (Figura 4), juntamente com o monitoramento da interface para o público de baixa visão, e também da divulgação do projeto.



Figura 4 - Mapa de riscos marcado com os pontos de maior contágio
Fonte: Autor (2021)

Os objetivos do projeto se constituem em duas vertentes principais:

- Facilitar o acesso à informação sobre o contágio pelo COVID-19, baseado nas diretrizes das organizações oficiais de saúde, utilizando plataformas web e dispositivos móveis;

- Fornecer aos órgãos públicos de saúde, em ambas as esferas da república, um mapeamento georreferenciado, das regiões onde existem possíveis focos de transmissão da COVID-19, a fim de contribuir no direcionamento eficaz de recursos ao combate à pandemia.

4.1.2 Unidade 1: Tecnologias e Gerenciamento

Decidiu-se por trabalhar com uma metodologia mais ativa com os alunos, onde eles fossem os protagonistas no desenvolvimento do *software*, desde o início da fase de levantamento de requisitos e reconhecimento de todas as nuances do problema abordado, até a fase de adaptação às necessidades do usuário. Dentro do paradigma POO, escolheu-se a linguagem Java, que além da sua vasta aplicabilidade, também conta com um farto material na Internet, o que dava mais autonomia para os alunos quando houvesse necessidade de pesquisa. A linguagem Java está no currículo do curso e possui muitas vantagens, conforme nos lembra Vilarim (2015, p. 11):

- Java é uma linguagem mais moderna e já incorpora conceitos da POO desde o seu nascimento;

- Java foi bem aceita tanto pelo mercado quanto pela área acadêmico-educacional, disseminando-se bastante nos últimos anos;

- Java possui uma sintaxe originada na linguagem C++ (ainda bastante popular).

No caso da modelagem de domínio iremos realizar com os alunos um processo que contribui para um fácil entendimento do funcionamento do sistema e que seja o mais próximo de uma representação fiel do que acontece na área de saúde, para

enfrentamento ao COVID-19. Diante disso, iremos realizar esta transposição de modelos seguindo as orientações e a escala de níveis de visão recomendadas por Elmasri e Navathe (2016): visão conceitual, visão lógica e visão física. Partindo deste princípio, foram criados um modelo e um diagrama Entidade-Relacionamento, depois um modelo lógico e por último, aplicando as técnicas de implementação de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), que permitiu a manipulação dos dados fisicamente em um servidor web (Figura 5).

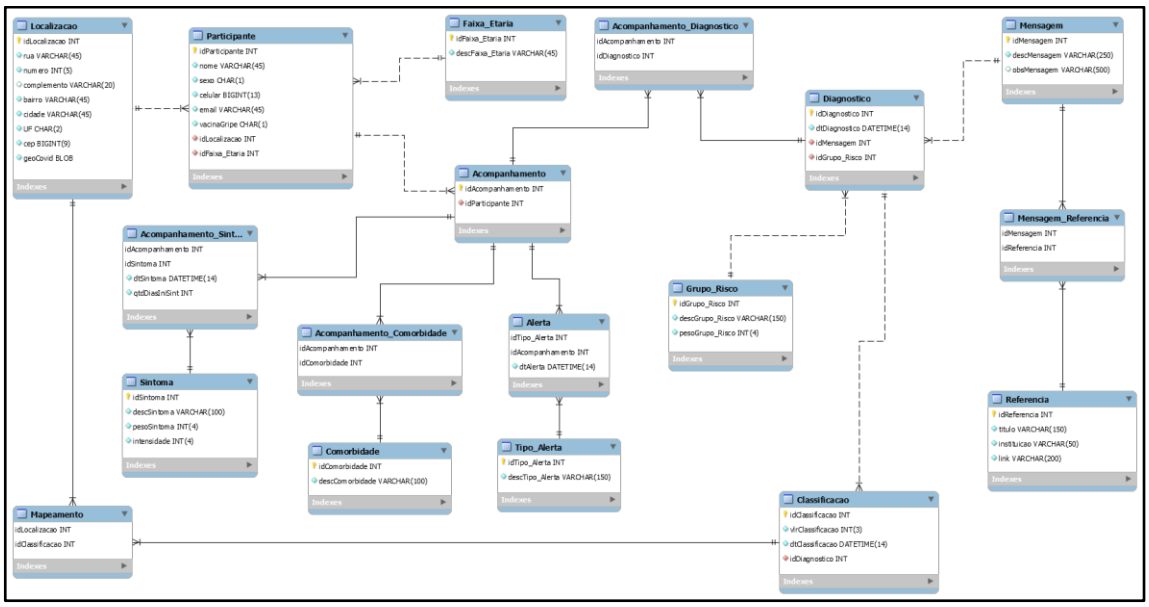


Figura 5 - Diagrama Entidade-Relacionamento do Projeto PREVCOVID
Fonte: Autor (2021)

Este processo necessitou de muita atenção, pois conforme nos elucida Helser (2008), o processo de transcrição de dados não pode permitir redundância, ao mesmo tempo que precisa permitir o compartilhamento confiável dos dados. Utilizou-se, portanto, algumas das técnicas para se modelar dados e minimizar erros, como a criação de um Diagrama Entidade-Relacionamento (DER). No currículo do curso, os alunos possuem um contato com estes conceitos em dois períodos, por meio das disciplinas Banco de Dados I e Banco de Dados II. A intenção foi de disponibilizar um ambiente interdisciplinar, onde os alunos podiam perceber e praticar a integração da linguagem Java com o SGBD MySQL, escolhido como ferramenta de administração e controle de dados do projeto, por ser um sistema robusto, com muitos recursos avançados e por ser um banco de dados altamente utilizado e respeitado no mercado de tecnologias da informação (TI). A interface foi trabalhada de forma a adaptar as fontes, as cores, tamanho, sons e luminosidade para que também o *software* atendesse às necessidades de pessoas mais

idosas e pessoas com deficiência, como cegas ou surdas. Pretendeu-se deixar a usabilidade e navegabilidade do aplicativo o mais fácil e acessível possível, para pessoas que tenham alguma dificuldade física, também possam usufruir das informações fornecidas pelo *software*. Seguindo as normas do World Wide Web Consortium (W3C), pode-se criar uma interface com Hypertext Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS), JavaScript e Ajax, muito agradável, inclusiva, dinâmica e responsiva a diversos tipos de aparelhos móveis (FREEMAN; FREEMAN, 2005, FLANAGAN, 2013, KALIN, 2013).

Portanto, a criação de um *software* nestes tempos de pandemia exigiu um esforço comunicacional com a equipe de programadores, neste caso, os alunos, pois os encontros presenciais não foram possíveis. Toda a instrução de construção do aplicativo se deu via encontros virtuais, por meio de ferramentas como o Google Meet e a troca de arquivos pelo Google Drive.

A metodologia utilizada foi constituída de cinco fases distintas, a saber:

- FASE 1: Os alunos foram contatados pelo professor para saber da disponibilidade e interesse de cada um. Explicou-se os objetivos do projeto e foram levantadas as condições de cada aluno participante. Nesta fase também foram definidas as formas de comunicação, troca de mensagens e arquivos;

- FASE 2: Em um primeiro momento o professor ministrou algumas aulas virtuais para resgatar alguns conhecimentos fundamentais, que os alunos já haviam estudado. Foi formado também uma biblioteca básica para consultas, além da escolha de dois alunos monitores, responsáveis, juntamente com o professor de acompanhar a evolução das entregas;

- FASE 3: Implementação das primeiras versões. Contratação de um espaço em nuvem, com SGBD MySQL e Tomcat, para futuro redirecionamento do código;

- FASE 4: Realizou-se o alinhamento e correção do código por meio de testes caixa preta. Definição do primeiro protótipo. Foram escolhidos alguns usuários para identificar erros offline;

- FASE 5: A versão beta foi colocada no ar, disponibilizada para receber dados, juntamente com o acompanhamento da equipe em cada parte do *software*.

A Tabela 2 demonstra as fases do projeto com o período de duração:

Tabela 2 – Fases do projeto de acordo com o período de execução

Fase do Projeto	Etapa / Meta	Período do Projeto
FASE 1	Convite e montagem de equipe. Elucidação dos Requisitos relevantes ao Projeto	mar. e jun./2020
FASE 1 ATÉ FASE 5	Registro das Documentações em *Unified Modeling Language* (UML versão 2.5)	jul. e ago./2020
	Organização das Documentações na Plataforma on-line MediaWiki (Plataforma de colaboração e documentação)	set./2020 até jul. 2021
FASE 3	Criação do modelo físico (tabelas e relacionamentos) no DBMS MYSQL versão 8.0	out./2020
	Desenvolvimento do *Frontend* com o uso do Framework JavaServer Faces (JSF) versão 2.2	out. 2020 até dez./2020
	Desenvolvimento das Interfaces *Data Access Object* (DAO) e suas Classes de implementação DAOImpl em que operam nas tabelas do DBMS MYSQL	jan. 2021 até abr.2021
FASE 4	Testes das primeiras versões da Aplicação	maio e jun./2021
FASE 5	Divulgação da aplicação web e manutenção	jul.2021

Fonte: Autor (2020)

De acordo com as periodicidades das fases, nota-se que a codificação e a geração de documentação foram as fases que consumiram o maior tempo do projeto. A divulgação da aplicação, construída pelos alunos, foi realizada via WhatsApp dos grupos de professores e alunos do IFRJ, além de ter contado com uma chamada no Facebook. O projeto pretendeu ganhar maior espaço para conhecimento público na XV FECTI – Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro, caracterizada por ser a maior feira da Educação Básica do Estado, em 2021. Em 2022, participou da XVI Jornada Interna de Iniciação Científica e Tecnológica (JIT), do IFRJ, que procura integrar e divulgar as experiências científicas da instituição.

4.1.3 Unidade 1: Resultados

Em um primeiro momento a investigação buscou mapear o perfil destes estudantes voluntários para participar do projeto. Principalmente para averiguar quais eram as condições que cada um tinha de trabalhar remotamente. Então, por meio de um questionário online, foram recolhidos os primeiros dados que deram as primeiras impressões da equipe e os desafios que seriam enfrentados. Quanto à infraestrutura, somente 60% possuía computador em casa, sendo que 100% declararam ter acesso a internet. Daqueles que dispunham de computadores em casa, a maioria era de uso exclusivo do estudante (60%), mas o restante compartilhava com os demais membros da família (40%). Segundo os estudantes, alguns fatores sociais também poderiam afetar o andamento e até mesmo sua continuidade no projeto. Em ordem de importância, elencada por eles, 50% estavam desanimados em relação a boas perspectivas quanto ao futuro. Provavelmente, esta postura foi agravada pelo atual contexto pandêmico, que gerou mais desdobramentos, na perspectiva dos estudantes. Por exemplo, 40% afirmavam que eram afetados por uma espécie de cansaço/fadiga corporal ou mental, e na mesma proporção, afirmavam precisar ajudar mais a família, pois as tarefas de casa haviam dobrado. Apontaram dificuldades financeiras, 30% dos estudantes, e 20% passaram a trabalhar no comércio da família. A Pandemia, naquele período inicial de abril de 2020, também afetava os estudantes por casos confirmados na família de COVID-19 (20%) ou por mortes de familiares (20%). Outros 40% começaram a fazer cursos e estudos com intuito de superarem a crise econômica e 30% declararam não perceber a relevância da situação social quanto a participação no projeto. Diante disto, havia uma preocupação do projeto não ser finalizado, tanto pela falta de recursos dos estudantes, quanto pelo ânimo que se encontravam, devido a Pandemia.

Então, tentou-se recrutar os participantes voluntários que estavam dispostos e em condições de se dedicar ao projeto. Do total de estudantes (12), a maioria se dedicava menos de 4 horas por semana (60%), enquanto 30% estava se dedicando mais de 4 horas por semana ao projeto. Apenas 10% declararam participar somente das reuniões. O fator mais positivo da situação dos estudantes foi saber que 70% das famílias apoiavam suas participações no projeto. Outros 20% afirmaram que os pais não sabiam do projeto, mas que apoiavam qualquer investida relacionada à educação, e 10% marcaram que apesar dos pais saberem do projeto, lembravam que havia outras prioridades, portanto, a qualquer momento poderiam deixar o projeto em segundo plano.

A terceira parte do questionário eletrônico continha perguntas mais técnicas sobre programação. Era necessário que os alunos participantes pudessem ter o mesmo ambiente de programação, para que não houvesse problemas de versão, por exemplo. O ambiente combinado pela equipe do projeto era composto pela IDE (*Integrated Development Environment*) ou ambiente de programação integrado para linguagem JAVA, chamado Eclipse. Somando-se ao primeiro, também faziam parte a instalação MySQL Server, o MySQL Workbench, para modelagem do banco de dados, assim como algumas APIs (Interface de Programação de Aplicações). Dos participantes, 50% montaram o ambiente de programação definido pela equipe em casa, mas o restante ou não tinha condições de fazê-lo (30%) ou não o fez, mesmo tendo condições (20%). Isto poderia causar alguns atrasos nas entregas de atividades do projeto. Na pergunta sobre lógica de programação, alguns alunos manifestaram sua preocupação:

- **Aluno A/P1**: “Na hora de programar, acabo esquecendo de onde colocar/montar o código”;
- **Aluno B/P1**: “Tenho dificuldade nas coisas mais simples, como estrutura de um código, tipos de variáveis…";
- **Aluno C/P1**: “Organizar e entender o programa, pois eu não sei como passar isso pro código”.

No âmago destas declarações, percebe-se a importância de se trabalhar com projetos, tanto na Educação Básica, quanto no Ensino Superior e na Educação Profissional e Tecnológica. O atual modelo tem fragmentado o pensamento de crianças e jovens e por isso os discursos destacados apontam uma dificuldade de visualizar o todo, ou seja, de estruturar uma solução para um problema do início ao fim, incluindo as nuances e o cruzamento de saberes necessários para construí-la. Precisa-se superar a herança da matriz cartesiana do conhecimento e desenvolver um processo formativo mais integrado e integrador, onde autonomia e criatividade sejam suas condições intrínsecas. Torna-se necessário implementar uma “Pedagogia Orientada pela Experiência”, que proporciona participação na construção do conhecimento, fortalece o vínculo entre os participantes para a tomada de decisões e cria uma “mentalidade empreendedora” (BLENKER; DREISLER; KJELDSEN, 2006).

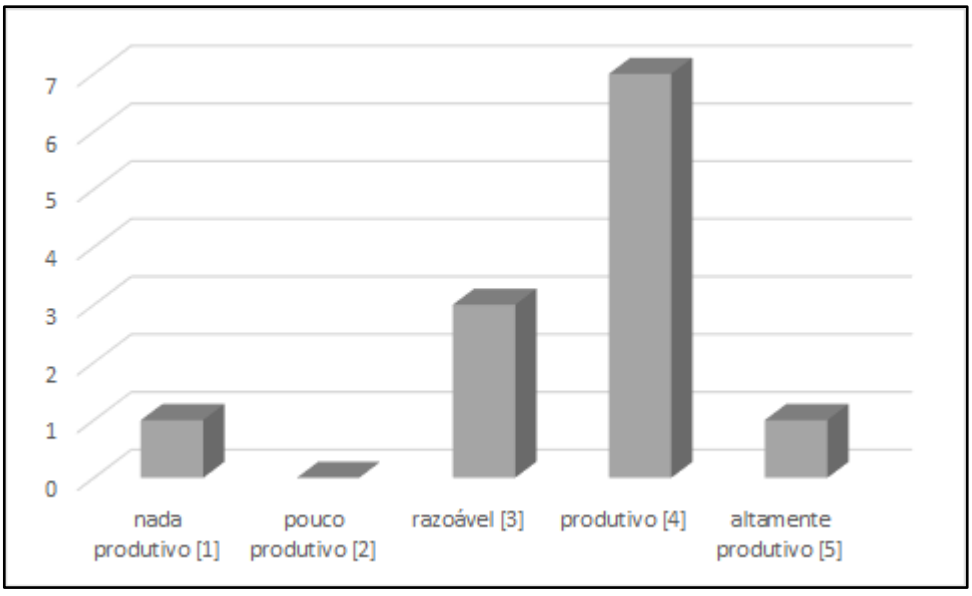
Apesar das tecnologias definidas para serem utilizadas no projeto, já serem apresentadas durante o curso de informática, a maioria dos alunos participantes relatou possuir grandes dificuldades de entendimento e aplicação: Java Server Faces - JSF (80%), Java Persistence API - JPA (70%), Plain Old Java Object - POJO (50%), Data Access Object - DAO (50%), Tabelas e Atributos no SGBD (30%), Query sem Conexão

(50%), Query com Conexão (70%) e Não Possuem Dificuldades em SQL (20%). As entrevistas mostram as justificativas para as dificuldades relatadas:

- **Aluno E/P1**: “Tenho pouca experiência teórica e prática”;
- **Aluno F/P1**: “Falta de experiência prática”.

A fala dos alunos apresenta um pequeno retrato do que o aluno egresso, recém-formado, encontra quando inicia sua carreira profissional. Apesar de toda bagagem conteudista que carrega, na maioria das vezes, falta uma compreensão de como estes saberes se encaixam e como se aplicam na prática, na resolução de problemas reais e principalmente na elaboração de soluções. Essa falta de articulação entre o que se aprende na escola e o que se faz no âmbito produtivo da sociedade, se configura ainda como um gargalo para a inclusão, para a empregabilidade, para o empreendedorismo, para a inovação e para a cidadania (WAGNER, 2012). A escola precisa acompanhar as mudanças que ocorrem no seu contexto histórico-social. Nos tempos atuais "[...] a prioridade no ensino terá mudado da transmissão e organização de informações para o gerenciamento do conhecimento." (BATES, 2016, p. 129).

Gráfico 1 – Percepção dos alunos sobre o trabalho colaborativo no início do P1



Fonte: Autor (2020)

A construção de uma sinergia entre teoria e prática torna-se essencial para uma formação profissional mais ampla e mais adequada à contemporaneidade. No Gráfico 1, o questionário termina tentando capturar as impressões dos participantes, logo no início do projeto, sobre como foi trabalhar em equipe e colaborar com os colegas.

Então, perguntado sobre como estava sendo a experiência de trabalho em equipe, os alunos poderiam marcar em uma escala de 1 a 5, onde 1 seria “nada produtivo” e 5 “altamente produtivo”, o resultado foi favorável ao processo colaborativo.

Nota-se que os alunos entenderam a proposta de trabalho coletivo, compartilhando informações e realizando a troca de conhecimentos, quando um passa a ensinar para o outro aquilo que domina. Como vantagens, 80% declarou aprender com os colegas constantemente, 60% era estimulado pelos colegas a continuar, 40% dizia que a divisão de tarefas facilitava o trabalho, 40% afirmou que existia liderança para orientação, 40% sentia que estava vivenciando uma experiência profissional, 30% percebia um crescimento pessoal, 30% se sentia seguro em realizar as tarefas, 20% declararam que as decisões eram tomadas em grupo, 10% afirmou que os erros eram corrigidos pelos colegas, e 10% não havia visto vantagem no trabalho colaborativo. Perguntou-se também sobre as desvantagens: 50% afirmaram existir muitos conflitos para a realização das tarefas, 50% reclamaram da não entrega de tarefas por alguns colegas, 20% não conseguia aprender com os colegas, 20% achavam as reuniões não produtivas, 10% pediam ajuda, mas não era atendido e 30% não via nenhum tipo de desvantagem.

Destaca-se duas situações importantes na experiência relatada pelos estudantes com o trabalho colaborativo:

a) uma constante rede de apoio com a orientação de líderes;

b) o desenvolvimento da habilidade de negociar conflitos e interesses.

A rede de colaboração, formada pelos alunos participantes, criou um ecossistema de inteligência coletiva, que os apoiava, preenchendo suas lacunas de conhecimento e ao mesmo tempo os mantinha motivados para continuarem a buscar uma solução para o problema proposto. Neste caso, o gerenciamento de informações ajuda o grupo a tomar as decisões de como será o funcionamento do *software* e qual será a próxima função a ser codificada. Assim, o papel dos líderes é de extrema importância para manter o grupo focado e atento às mudanças que vão surgindo. Tanto professores, quanto alguns alunos, fazem esta função na rede. Segundo Barabási (2009), os líderes, chamados de *hubs*, possuem posições privilegiadas na rede, pois são eles que polinizam a informação dentro da rede e são capazes de trazer as novidades para as mudanças necessárias, como novos *frameworks*.

O segundo ponto em destaque traz à tona a importância de se saber negociar dentro de um grupo ou equipe de trabalho. Algumas falas na Entrevista, que foi feita ao final do projeto, identificam bem a dificuldade de negociação dos alunos participantes:

- **Aluno G/P1**: “Depois que alguns membros saíram, o projeto andou melhor”;
- **Aluno H/P1**: “Alguns membros não estavam se entendendo, o que causou uma certa confusão [...] nós tínhamos que provar que estávamos certas”.

A negociação não é uma atividade rotineira para os alunos. São poucos trabalhos em grupo em sala de aula. Outro ponto que aumenta a complexidade para o desenvolvimento desta habilidade é a diversidade de pessoas. Geralmente durante o período escolar convive-se com as mesmas pessoas, que já possuem empatia conosco, ao contrário de um projeto ou do mundo do trabalho, cujo a diversidade de pessoas é a regra. E no momento que se depara com uma grande diversidade de modelos mentais, interesses e visões diferentes, pode-se gerar conflitos pelo fato de não se saber conduzir um processo de negociação, onde tolerância, sensibilidade, argumentação, paciência e respeito são elementos fundamentais.

4.1.4 Unidade 1: Percepção Discente da Experiência

O projeto PREVCOVID percorreu o período de mais ou menos um ano, sendo finalizado no mês de julho de 2021, quando se colocou o serviço disponível na internet por meio do endereço eletrônico www.prevcovid.com.br. Ao término da empreitada, foi realizada a coleta da percepção dos estudantes participantes do projeto por meio de um questionário com perguntas fechadas e por meio de uma entrevista com perguntas abertas. Sobre o projeto, os alunos podiam marcar no questionário 3 palavras que o definisse. Interessante é que a palavra votada por todos os alunos (100%) foi cidadania”. Neste sentido, Hallström e Schönborn (2019) afirmam que projetos que envolvem ciência e tecnologia, quanto mais conectados com a realidade, maior será o engajamento dos estudantes. São os chamados problemas autênticos ou concretos, isto é, que afetam diretamente os indivíduos que os investigam, pois estes movimentam e mudam seus contextos de vida. As opções “tradicional” e “comum” não receberam nenhum voto dos estudantes. Outras palavras, que na percepção dos estudantes, representava o projeto foram “Relevante” (88,9%) e “Inovador” (77,8%). O fato de os alunos reconhecerem o projeto como algo ligado ao ecossistema de inovação, demonstra uma clareza de pensamento, pois ao se esforçar para solucionar diversos problemas, que encontraram durante o caminho, perceberam que precisavam ir além dos muros da escola.

Foram exigidos “competências e conhecimentos de diversas áreas, e algumas não fazem parte dos currículos escolares” (BRAGA, 2021, p. 9). Desta forma, conforme Wagner (2012) e Agassi (1985), abandona-se o conceito de genialidade. Dentro de um projeto todos são iguais, capazes de contribuir com aquilo que carregam em sua “bagagem cognitiva”, para que o grupo avance na busca de novos conhecimentos, necessários para o projeto. São elos de uma mesma corrente, que quando conectados, estão se apoiando um nos outros, mesmo que o processo de desenvolvimento do projeto seja um rizoma, caótico de ideias e erros, mas a saída do labirinto dependerá justamente da conexão entre todos os elos:

> Grande parte da literatura sobre feitos humanos costuma destacar a “genialidade” de algum personagem através da exibição de sua criação, mas deixam de mostrar o esforço e a organização de trabalho envolvidos no desenvolvimento do processo criativo. (BRAGA, 2021, p. 8).

Certamente, o pensamento criativo surge deste modelo de aprendizagem, onde o aluno possui liberdade e flexibilidade para testar suas hipóteses, tendo o direito de errar garantido pelo processo de crescimento, de maturação. No PBL o processo é mais importante do que o resultado. O foco é o processo, que para ser criativo, é necessário permitir o exercício da criatividade. E quando se trabalha com a criatividade, não se pode esperar uma única solução, o número de possibilidades de soluções viáveis ao problema é ampliado (BELL, 2010; BENDER, 2014). Por exemplo, pesquisas têm demonstrado que universidades novas, que aderiram aos princípios PBL, apresentam um nível de sustentabilidade no desenvolvimento de soluções, muito mais alto do que aquelas que trabalham de forma tradicional (EDSTRÖM; KOLMOS, 2014). Organizar a aprendizagem em torno da interdisciplinaridade faz toda a diferença.

Quando os alunos foram interpelados sobre escrever uma única palavra pela qual eles podiam definir o projeto, as palavras que foram repetidas por mais de um aluno foram “Superação” e “Aprendizado”. As demais palavras que surgiram foram: “Atual”, “Conhecimento”, “Prevenção”, "Uma Nova História" e “Trabalhoso”. Observe que, na narrativa dos alunos, o quanto eles entenderam que trabalhar em um projeto também é aprendizado, mas é um aprendizado para toda vida e ao longo da vida (BLENKER; DREISLER; KJELDSEN, 2006). Superar medos e desafios também fazem parte desta experiência estudantil dentro do projeto. Alguns estudos demonstram que a mediação feita pelo professor, restaura a confiança e a motivação no cumprimento das atividades (QUINTILHANO; TONDATO; SCHIAVI, 2021). Contudo, pode-se recorrer a fala dos próprios estudantes do projeto que apontam para a superação e o apoio coletivo dos colegas como fatores essenciais dentro deste processo de construção:

- **Aluno A/P1**: “Criou-se um grupo no qual tínhamos uma sensação de família. Não estávamos preocupados com nota, nós queríamos um aprendizado ainda maior”;
- **Aluno B/P1**: “Eu não sou de desistir, se o projeto acabasse eu ficaria chateada comigo mesmo. [...] O que eu mais gostei foi que todo mundo se ajudou”;

Nota-se que os alunos se empenharam, dedicaram seu tempo, para algo maior que nota e certificado. Eles estavam buscando um conhecimento que ainda não dominavam, por isso precisavam contar uns com os outros para superarem seus medos, receios, erros e obstáculos. A escola aqui, ganha de volta sua identidade, a de ser a casa do saber e fonte de conhecimento para aqueles que desejarem. Pode-se dizer que a escola apaga ou esconde esta identidade, quando passa a ser somente uma certificadora de diplomas. Um exemplo deste tipo de situação são os analfabetos funcionais, ou seja, pessoas que passaram pela escola, mas não conseguem entender ou expressar ideias e linhas de pensamento, possuindo dificuldades para ler e escrever. Imagine como este problema é ampliado em um mundo conectado pelas redes digitais, onde a fluência digital ganha *status* de alfabetização fundamental (VEE, 2013).

Perguntou-se também sobre o nível de comprometimento dos estudantes com o tema escolhido. Em uma escala de 1 a 5, onde 1 era “gostaria que fosse outro” e 5 "tem significado pra mim, pois está inserido na minha realidade", a maioria dos alunos marcou a opção 4 “gostei do tema”, com 45%, sendo que 33% escolheram a opção 5. Os demais escolheram 3 “tanto faz o tema” (11%) e a opção 1 (11%). Pediu-se também em outra pergunta, para que os estudantes colocassem em ordem de entendimento as afirmações que mais faziam sentido com os princípios do projeto: 1o.) Experiência Profissional; 2o.) Criar Produto; 3o.) Aprendizagem Individual; 4o.) Formar Programadores; 5o.) Aprendizagem Colaborativa; 6o.) Rede de Trabalho Remoto.

Então, diante das escolhas dos alunos, o projeto favoreceu uma aproximação do ambiente de trabalho real, dando assim, condições destes alunos vivenciarem o dia a dia de uma organização, com prazos, entregas, cobranças e as trocas próprias deste tipo de ambiente. Assim, ao invés do jovem ficar especulando o futuro, ele ganha a chance de se transportar para um ambiente, onde ele pode vivenciar situações comuns que ocorrem dentro das organizações, principalmente no que diz respeito ao trabalho colaborativo e ao protagonismo que se esperará dele. A transição da vida acadêmica para o mundo do trabalho, torna-se desta maneira, mais suave, pois o profissional iniciante saberá reconhecer as técnicas e as relações que envolvem aquele ambiente. Em contrapartida as organizações dependem cada vez mais de pessoas criativas, proativas, colaborativas e adaptativas as oscilações provocadas pela atual conjuntura de mudanças,

complexidade e de incertezas. Esse tipo de pessoa é fundamental para a continuidade das organizações, pois são capazes de provocar mudanças e inovações (SENGE, 2013; BATES, 2016; LOUREIRO; KLAUS; CAMPESATO, 2019; WORLD ECONOMIC FORUM, 2020; FYA, 2015).

As principais fontes de pesquisa que foram usadas para a construção da aplicação, apontadas pelos estudantes, foram “sites oficiais e especializados” (100%), “blogs” (78%) e “Vídeos explicativos” (89%). A consulta a livros, revistas especializadas, artigos, interação com outros grupos e colegas não tiveram relevância. Essa geração se acostumou a buscar informação na internet em detrimento de outras fontes confiáveis como livros e artigos científicos. A pesquisa também questionou sobre a divisão de tarefas e como as tarefas eram conduzidas. Segundo as afirmações dos estudantes participantes, na maior parte do tempo, as tarefas foram divididas de forma que todos trabalharam conjuntamente na mesma tarefa (78%). Mas, havia momentos em que as etapas de codificação eram individuais e depois se consolidava todo o código produzido (12%). Ainda houve a opção livre, em que 10% fizeram questão de declarar que tudo foi bem dividido, dando espaço para que todos pudessem trabalhar (10%). Isto é um ponto positivo, pois na Entrevista, alguns membros ao comentarem das dificuldades encontradas para participar do projeto, colocaram de forma bem enfática a falta de equipamentos compatíveis com a configuração exigida pelo projeto, o que precisou ser contornado pela coordenação do projeto. Além da falta de hardware adequado para execução das tarefas, os entrevistados também falaram da dificuldade de aprender novos *frameworks* e da rotina de casa, que havia dobrado, por causa da pandemia:

- **Aluno C/P1**: “Antes de entrar no projeto, eu estava no ensino médio, e também precisei correr atrás do ENEM. [...] Meus pais trabalham o dia inteiro e eu que tomo conta da minha irmã”
- **Aluno D/P1**: “Dificuldade, acho que seria a questão de hardware e compatibilidade do sistema. Todo mundo estava ‘remoto’ e com problemas financeiros, mas conseguimos driblar esse problema…”

Alguns estudantes apontaram que a interferência mínima dos professores e a pouca quantidade de oficinas, também foram obstáculos para que o projeto andasse de forma mais tranquila. A fala destes alunos reflete um receio quanto a autonomia que foi dada a eles para conduzir o projeto. Apesar de não contarem com o auxílio constante do professor e do consultor, os alunos reconhecem que isto favoreceu a liberdade de escolhas e a tomada de decisão do grupo. Eram os alunos que determinavam os caminhos de investigação do projeto e precisavam desenvolver esta habilidade, mesmo

que esta compreensão não estivesse bem clara para eles. A autonomia é uma grande oportunidade que o PBL ofereceu aos estudantes participantes de desenvolverem uma "maior capacidade para resolver questões práticas e de aplicação, tendo em vista a execução de um projeto em ambiente real" (QUINTILHANO et al., 2021, p. 88).

Diante dos erros, qual era a reação da equipe? Essa foi uma das perguntas feitas aos estudantes participantes para se entender o comportamento do grupo perante situações complexas que o problema exigia. Dentre 3 opções a serem marcadas por cada estudante, a maioria (78%) buscavam ajuda com o professor e ou consultor. Outros 67% tentavam levar o erro para ser discutido nas reuniões do grupo, e outros 45% pesquisavam códigos na internet que pudessem resolver os erros. Ainda nesta questão, 34% buscavam produtos semelhantes para usar como exemplo e corrigir o erro, e 23% desistiram temporariamente e voltavam mais tarde para corrigir o erro. Apenas 12% disseram que largaram o erro nas mãos dos professores para que ele resolvesse e apresentasse uma solução posteriormente. Na entrevista realizada ao final do projeto, os estudantes puderam falar sobre os erros cometidos e as reações demonstraram posturas diferentes:

- **Aluno E/P1**: "Errei, é errando que se aprende! A gente não pode esconder nossos erros. Nossos erros é que nos fazem mais fortes…";
- **Aluno F/P1**: "Tentei dar o meu melhor no projeto, não cometi tantos erros. 'Via' uma forma de contornar o erro e pedir desculpas para a equipe".

A narrativa dos estudantes demonstra dois tipos de postura: uma que acolhe o erro como parte do aprendizado e outra que encara o erro como uma vergonha que precisa ser escondida e retratada. A herança escolar da qual todos se lembram é a de que "errar é feio", sinal de incompetência, de incapacidade, de burrice. O erro não pode aparecer, contar a sua trajetória é proibido, o importante é ter a resposta certa, mesmo que não se saiba ainda todos os passos para se chegar nela. Na programação, o erro é algo constante que merece atenção do programador, pois pode inviabilizar todo o sistema ou colocar vidas em perigo, caso o sistema seja de risco crítico. Dentro do ciclo da programação, a etapa de aceitar o erro e buscar corrigi-lo ganha até um nome: refatoração. A refatoração busca melhorar o código, limpar seus erros ou torná-lo mais legível. Na verdade, quanto mais erros se descobre em um código, mais seguro ele fica. Dentro de um projeto, o erro não pertence a um indivíduo: "É um jogo de todos contra o erro. É um jogo colaborativo em que todos tentam se superar como equipe. Ninguém joga contra outros, mas juntos contra o erro" (BRAGA, 2021, p. 60).

Sobre a intervenção dos professores em momentos de resolução de problemas e de negociação de conflitos também foi questionado aos alunos. Os alunos (34%) declararam que o professor e o consultor ajudaram muito durante estes momentos críticos do projeto. Já 45% afirmaram que os professores ajudaram e outros 21% dos alunos afirmaram que esta intervenção foi indiferente, isto é, não ajudou, mas também não atrapalhou os trabalhos da equipe. Observa-se que a sensação de falta de acompanhamento dos professores não se justifica, pois 79% afirmaram que houve ajuda em momentos importantes da construção do *software*. Então, existe uma contradição entre o que foi marcado no questionário e o que foi falado nas entrevistas. A triangulação de dados ajuda a apurar este tipo de ruído e melhorar a percepção do pesquisador. Obviamente, os alunos possuem dentro da escola uma cultura de passividade, que é difícil de esquecer. Trabalhar com PBL exige largar mão da segurança do conhecimento limitado e exposto apenas por uma única fonte: o professor. Quando perguntado: As oficinas durante o projeto foram úteis no sentido de explicar determinadas tecnologias e aplicações ainda não dominadas pelos alunos? Os alunos responderam que sim, foram momentos de grande aprendizado (78%) e outros 22% também disseram que sim, mas em uma quantidade insuficiente, o que foi uma reivindicação de alguns alunos no momento das entrevistas.

Na área das tecnologias, os alunos escolheram em conjunto quais *frameworks* que eles gostariam de ajudar no processo de construção da aplicação. A maioria, 89% disseram que as tecnologias escolhidas foram bem escolhidas e atendeu as técnicas do projeto. Apenas 11% disseram que os *frameworks* não foram bem escolhidos. Dando continuidade ao questionário ao final do projeto, foi feita a seguinte pergunta: Na sua perspectiva o projeto atingiu o seu objetivo principal? Objetivo: ser uma fonte segura e confiável de informação para a população sobre o contágio da COVID-19. Todos os alunos (100%) disseram que o objetivo do programa desenvolvido foi alcançado.

Houve dentro da coleta de dados, oportunidades dos alunos participantes do projeto de realizarem uma autoavaliação referente ao desenvolvimento de competências. Solicitou-se que os alunos marcassem as competências/habilidades que eles perceberam que foram desenvolvidas e trabalhadas por eles durante o projeto. Dentre as habilidades mais marcadas, se destacaram as seguintes: “Comunicação” (78%), “Perseverança/Resiliência” (78%), “Colaboração” (68%), “Criatividade” (23%), “Negociação” (23%) e Autonomia (12%). Nas entrevistas, algumas habilidades também se sobressaíram, como:

- **Aluno G/P1**: “O jovem tem sua criatividade ‘secreta’ e a maioria das pessoas não consegue desenvolver esse lado criativo. [...] eu gosto muito de trabalhar em equipe e estava reparando que eu tenho aspecto de líder …”;
- **Aluno H/P1**: “Saber como gerenciar, tem essa capacidade de saber como fazer e como faríamos [...] com autonomia, trabalhando em equipe e gerenciando o conhecimento para saber aonde o projeto estava indo”.

Observou-se que as habilidades destacadas pelos alunos condizem com as competências STEAM encontradas nas pesquisas sobre Ensino de Programação (FERREIRA; BRAGA, 2019; CHRISTIAN; GRIFFITHS, 2017; TRENTIN; PAZINATO; TEIXEIRA, 2017) e nas abordagens pedagógicas que usam PBL (BELL, 2010; BENDER, 2014; MOALLEM; HUNG; DABBAGH, 2019). Quando jovens começam a trabalhar de forma colaborativa, tendo a liberdade de usar o “pensamento produtivo” (HURSON, 2008), ou podemos chamá-lo de pensamento estratégico ou pensamento criativo, começa a surgir soluções inovadoras, mesmo que utilizem elementos conhecidos como a linguagem Java ou um SGBD web, mas é a combinação destes e outros elementos existentes que ganham novo significado nas mãos destes grupos. Tais grupos são definidos por Meroni (2007) como “comunidades criativas”, que segundo o autor são constituídas por pessoas capazes de formar células de inteligência coletiva, a fim de gerenciar os conhecimentos necessários para criar, transformar ou aprimorar soluções inovadoras. Habilidades como comunicação, criatividade, colaboração, autonomia, liderança, resiliência são fomentados quando o ambiente é propício para proporcionar experiências em que a postura do indivíduo precisa ser ativa perante os desafios, perante as provocações. O ambiente escolar não se configura como um ambiente provocador ou estimulador, pelo contrário, toda sua infraestrutura artificial e natural se comporta de forma a castrar qualquer tipo de ideia que não esteja dentro dos seus moldes:

> A criatividade e as atitudes colaborativas não podem, por definição, ser impostas. As comunidades criativas são organizações sociais muito delicadas e cada intervenção externa coloca seu equilíbrio em risco. (MANZINI, 2008, p. 83).

Este tipo de pensamento criativo não pode ser imposto, assim como não se pode esperar inovação em ambientes que não compartilham uma cultura inovadora. As novas gerações precisam conhecer e trabalhar por meio de uma abordagem pedagógica inovadora como a Aprendizagem por Projetos. O jogo ainda não acabou e a escola está no campo da inovação, basta escalar os recursos mais adequados ao seu momento histórico e social.

Perguntou-se também sobre a influência do projeto no crescimento profissional dos estudantes. Cada participante podia marcar até três opções. Mais da metade dos alunos 66% declarou que a participação no projeto estimulou a procura por mais cursos na área de TI. Os alunos também pontuaram que o projeto proporcionou uma visão mais ampla do mercado de trabalho (44%), o projeto para alguns foi importante para mantê-los ocupados, preenchendo o espaço do cansaço e da preguiça ocasionados pela rotina (44%), o projeto também trouxe uma oportunidade de produzir ao invés de se ficar pensando no cenário da Pandemia (44%). Outras declarações muito interessantes se referem a preparação para o futuro, proporcionada pelo projeto: 33% disseram que seu ânimo aumentou perante as oportunidades futuras, 22% lembraram-se da experiência prática proporcionada pelo projeto e que faz parte de um ambiente profissional de programação. O reconhecimento da experiência proporcionada pelo projeto ficou manifestado também nas falas dos estudantes, durante as entrevistas:

- **Aluno A/P1**: “É um projeto de verdade que simula uma forma de trabalhar profissionalmente…e que eu pude colocar no meu portfólio";
- **Aluno B/P1**: “Um projeto real, que agregou bastante no desenvolvimento das minhas habilidades. Aprendemos bastante na parte técnica e no trabalho em equipe”.

Colocar os alunos em um ambiente que se aproxima da realidade do mundo das organizações facilita a compreensão da linguagem de comunicação deste universo, assim como de suas singularidades de comportamentos, atitudes, ética e políticas. O compartilhamento de informações e o formato de trabalho colaborativo em rede de forma remota, realizam verdadeiramente um papel de simulação da realidade de uma *softhouse*. Assim, o “Benefício do Relacionamento” (FERNANDES et al, 2010) ganha valor neste diálogo entre escola e organizações, onde existe uma adequação maior à demanda de mão de obra qualificada na construção de *software* e ao mesmo tempo, a formação cidadã é complementada com as trocas e a vivência que ocorrem dentro de uma “comunidade de prática”. Portanto, [...] deve-se buscar abordagens pedagógicas capazes de desenvolver, nos estudantes da área, competências que os empoderem para trabalhar colaborativamente em rede, analisando um grande número de informações, e criando soluções adequadas para enfrentar os desafios do futuro (THOMASSEN; STENTOFT, 2020, p. 8). Basta uma escola preparada, aberta ao novo e a presença de professores dispostos a provocar a mudança, de transformar o processo educacional em algo extraordinário e marcante na vida dos alunos.

Quanto às questões técnicas do projeto, os alunos também tiveram a oportunidade de expressar qual foi o grau de adaptação e melhoria pessoal para um entendimento maior de suas práticas profissionais. Por exemplo, o tempo de dedicação ao projeto, teve dois tipos de respostas importantes: 89% dos alunos disseram ter aproveitado ao máximo o seu tempo livre se dedicando ao projeto e os outros 11% declararam que sua maior preocupação era enviar as entregas no prazo combinado. Isto demonstra o nível de responsabilidade dos alunos com o projeto. Eles entenderam que o projeto era deles e se eles não produzissem ninguém mais o faria.

Sobre as suas dificuldades anteriores de programar, foi perguntado aos alunos se eles poderiam apontar em que requisitos o projeto os ajudou a melhorar. A opção “visualizar melhor as conexões entre a teoria e a prática” foi uma das mais votadas (56%), seguida pela opção “Conseguir resolver uma parte do problema, pensando no sistema como um todo”, com 45%. O conceito de visão sistêmica, de acordo com as declarações, foi bem explorado pelas atividades do projeto, ou melhor, pela construção de um ambiente desafiador, onde os alunos precisavam exercitar um olhar diferenciado sobre o problema. Olhar para o sistema como um todo, permite entender e imaginar os encaixes de cada módulo, de cada parte, suas interdependências, suas interações. Outro ponto interessante deste tipo de habilidade é não olhar o problema apenas por um mesmo ângulo, mas diversificar a forma como o entendemos, isto é, buscar perspectivas diferentes para esclarecer detalhes ainda obscuros (DE BONO, 2009; SENGE, 2013). Em meio a uma equipe focada no mesmo problema, este tipo de capacitação pode-se desenvolver com facilidade, uma vez que se esteja aberta para a forma como o outro entende e enxerga determinados detalhes daquele problema. Então a aprendizagem colaborativa pode aumentar em muito a visão sistêmica dos alunos e explorar melhor as alternativas de solução para o problema abordado.

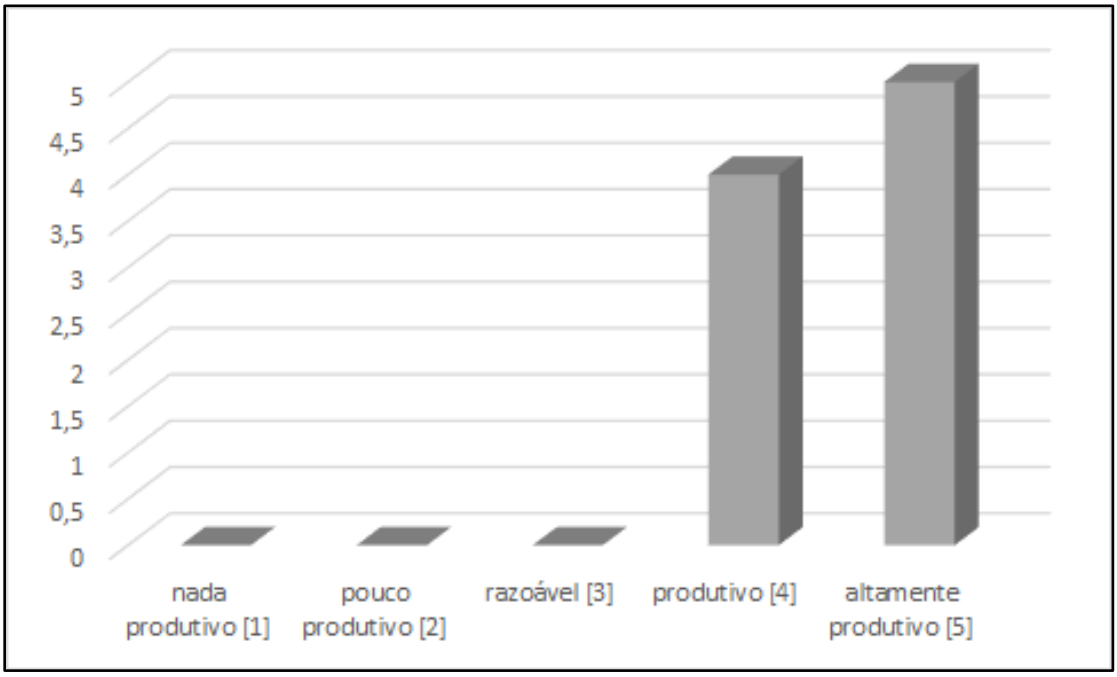
Dando continuidade à pergunta, outras dificuldades foram elencadas como sendo obstáculos que estavam sendo vencidos pelos estudantes gradativamente. Obtiveram a concordância de melhoria de 34% dos estudantes: Estruturar melhor um algoritmo para resolver determinado problema, articular melhor o que foi imaginado/planejado com a codificação, organizar melhor a aplicação de conceitos como funções e variáveis, lidar melhor com as mudanças e adversidades que surgem durante um projeto. Aprender tecnologias que não dominam para atender as necessidades do projeto (22%) e usar modelos matemáticos para resolver os problemas (11%) ficaram com uma percepção menor de melhoria.

Perguntado aos estudantes sobre a utilização dos *frameworks*, se houve uma melhoria, isto é, um entendimento maior sobre sua utilização, obteve-se as seguintes respostas: as opções “Plain Old Java Object - POJO”, “Criação de tabela/atributos/registro” e “Criação de Query sem JOIN” foram escolhidas por 56%. Outras opções como “Java Server Faces - JSF”, “Java Persistence API - JPA”, “Data Access Object - DAO” e “Criação de Query com JOIN” foram marcados por 44% dos estudantes. Nenhum estudante que participou do projeto marcou a opção “Continuei com as mesmas dificuldades”.

Este levantamento se torna necessário para que ao se analisar como foi a formação das redes de conhecimento dos alunos seja possível perceber os motivos que os mantiveram engajados, e como as conexões entre eles foram construídas ao longo de cada fase do projeto. Reforçando o que foi dito anteriormente: “a autoavaliação em diferentes estágios constitui um bom procedimento de questionamento sobre o andamento do projeto, o que mantém o protagonismo na mão dos alunos, mesmo que o professor esteja sempre fazendo mediações e intervenções pontuais”. Na última pergunta, é possível reconhecer uma mudança de pensamento dos alunos, devido a intervenção do projeto, como “pedagogia da experiência”: finalizando as perguntas do último questionário, fez-se a mesma pergunta que no primeiro questionário, sobre a experiência de se trabalhar em equipe no projeto, colocando uma escala de 1 a 5, sendo 5 a opção que significa “altamente produtivo” (Gráfico 2).

No Gráfico 2 percebe-se o reconhecimento do trabalho colaborativo pelos estudantes participantes. A primeira declaração dos estudantes, registrada no Gráfico 1, continha marcações de 10% em “nada produtivo” e em “razoável” 20%. Os alunos ao terem vivido a experiência de projetar um *software* para um problema autêntico, que faz parte da realidade deles, buscando colaborar uns com os outros, perceberam que houve um ganho de competências, desempenho técnico e formação profissional, pois a opção “altamente produtivo” aparece no Gráfico 2, com um aumento de praticamente 45%, enfatizando uma mudança de percepção discente. Procurou-se entender melhor o processo de mudança nos alunos para se desenhar de forma mais realista o modelo de rede de conhecimento montada por eles para o desafio proposto. O que se percebeu foi que os alunos, ao longo do projeto, desenvolveram, além das competências técnicas, outras habilidades requisitadas pelas organizações contemporâneas, como colaboração, autonomia, responsabilidade e criatividade. Somadas, essas competências conseguem aproximar os alunos das expectativas formativas profissionais do século XXI.

Gráfico 2 – Percepção dos alunos sobre o trabalho colaborativo no final do P1



Fonte: Autor (2020)

Nota-se que a convergência de pensamento dos alunos foi o de pontuar que o ambiente construído por eles foi altamente produtivo. Toda a “inteligência coletiva” (LÉVY, 2007) que foi construída, alimentada e compartilhada entre eles, fez com eles não só trabalhassem em uma comunidade de apoio mútuo, mas formassem uma espécie de “comunidade criativa” (MANZINI, 2008), onde a confiança se tornou o principal canal de estímulo para a troca de conhecimentos e desenvolvimento de capacidades, em busca de um mesmo objetivo, o de criar uma solução para superar o problema concreto da COVID-19. E por ser oriundo da realidade, todo o sacrifício, dedicação e entrega passaram a fazer mais sentido para eles, pois era (e continua sendo) um problema que atingia a todos eles, seus familiares e amigos.

Os dados coletados das percepções dos alunos serão confrontados mais adiante com as mensurações feitas pelo pesquisador, tanto no requisito de maturidade na aquisição de competências, quanto na interação da rede formada por eles. Em relação ao crescimento profissional, registrado em níveis na matriz de maturidade, a cada mudança substancial no comportamento dos alunos e conforme as tomadas de decisão que faziam o projeto avançar, foi possível quantificar os avanços de acordo com os valores definidos para a área de desenvolvimento de *software*. Em relação a colaboração, os sistemas de comunicação, possibilitaram mapear em grafos as conexões e a intensidade das interações e das trocas de conhecimento entre eles.

4.1.5 Unidade 1: Pentagrama de Maturidade P1

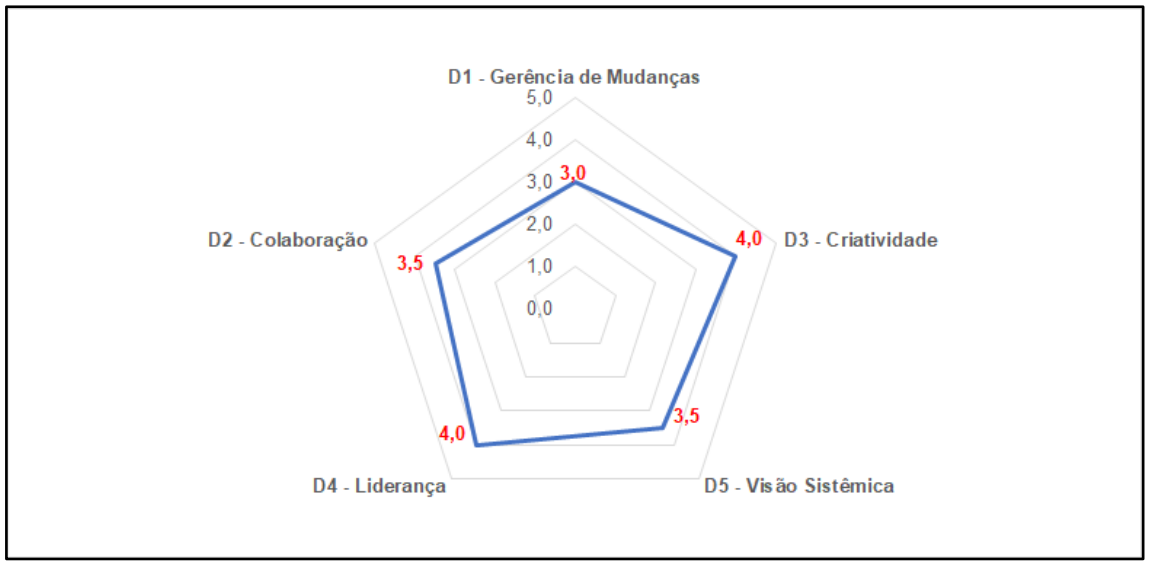
Foi elaborada uma Matriz de Maturidade, com cinco dimensões de competências essenciais para o engenheiro, analista ou técnico contemporâneo, que trabalhe com Programação de Computadores. A ferramenta permite ao pesquisador analisar e classificar quais foram os fatores de desempenho que obtiveram maior ou menor intensidade durante a execução do projeto. Este reconhecimento é importante para gerar melhorias e acertos necessários nos procedimentos de implantação de projetos que envolvam uma rede colaborativa de inovação escola-organização.

Cada dimensão possui cinco níveis de diferenciação, sendo que o Nível 1, é o mais baixo, isto é, a intensidade de desenvolvimento da equipe no projeto foi praticamente nula. A cada Nível de Maturidade maior que 1, significa que novas habilidades daquele grupo de competência foram sendo adquiridas ao longo da experiência pedagógica, vivenciada pelos participantes. O nível mais alto é o Nível 5, onde o desempenho da equipe obteve o aproveitamento máximo, ou seja, a experiência foi considerada altamente favorável para uma formação adequada às exigências contemporâneas do setor de *software*. Pode haver classificações intermediárias. Por exemplo, quando o pesquisador, baseado nas suas observações e na coleta de dados, reconhece que a equipe obteve e exercitou todas as habilidades do Nível 3 e mais alguma do Nível 4, ele pode dar uma avaliação 3,5. Isto significa que a equipe obteve todas as exigências do Nível 3 e ainda conseguiu um desempenho maior, mas não o suficiente para ser classificada no Nível de Maturidade 4. O modelo do pentagrama com a explicação de cada Nível de Maturidade está no Capítulo 3.

No Gráfico 3, pode-se visualizar o resultado da avaliação da equipe de projeto PREVCOVID (P1). Em um primeiro momento nota-se que o grupo teve maior dificuldade no gerenciamento de mudanças (**D1 - Gerência de Mudanças**). A equipe soube investigar produtos parecidos para adaptar o código quando necessário, e posteriormente lidar com pequenos acertos das adaptações feitas. Essas pequenas mudanças eram pontuais e não frequentes. Mas, as que ocorreram, foram feitas com tranquilidade, como adicionar o Primefaces, como uma biblioteca de CSS (*Cascading Style Sheets*), e também algumas modificações no escopo do projeto, como decidir não mostrar um diagnóstico para o usuário. Outro fato interessante nesta área de mudanças, foi o que exigiu dos alunos uma concentração maior para incrementar no código geral uma nova tecnologia de georreferenciamento. Esta última mudança já se configura em um problema

mais complexo, ocupando bastante o tempo dos estudantes. Posteriormente, houve um "*bug*" que fazia com que a responsividade do site não funcionasse, isto é, a interface do *software* não se adapta automaticamente ao tamanho da tela do dispositivo móvel do usuário. Foi dada uma solução em aproveitar uma estrutura conhecida do *framework* Primefaces para resolver o problema de forma mais efetiva, evitando muitos ajustes no CSS. Este desafio não contou com a adesão de todos, e a falta de soluções inéditas, criadas pelo grupo, limitou o aumento da avaliação em 3,0 (três).

Gráfico 3 – Classificação do Pentagrama de Maturidade do Projeto P1



Fonte: Autor (2021)

Observa-se no Gráfico 3, que a linha de formação do pentagrama de maturidade da equipe (linha azul) sofre uma tendência, como se fosse um esticamento para duas dimensões:

- **D3 - Criatividade**: a equipe precisou discutir muitas ideias e utilizou o pensamento estratégico para montar a estrutura lógica do sistema;
- **D4 - Liderança**: a equipe, no geral, assumiu o compromisso de finalizar o projeto, havendo cobranças múltiplas e o surgimento de líderes nos momentos críticos.

Essas duas dimensões se caracterizam por representar o desempenho desta equipe, em particular, para este projeto. Tanto a dimensão criatividade (D3 - Criatividade), quanto a dimensão sobre liderança na equipe (D4 - Liderança) foram classificadas como as mais bem pontuadas, com nota 4,0 (quatro).

Na dimensão criatividade, a equipe soube criar a estrutura lógica (algoritmo) do sistema, assim como adaptar código de terceiros e conseguiu modificar determinados pontos do código para melhor o desempenho do sistema, em relação ao consumo de *hardware*. A preocupação com a qualidade do *software* sempre foi algo evidente nas conversas, gravadas em vídeo, da equipe do projeto P1, gerando bastante pesquisa e estudo para uso de *frameworks* mais modernos para utilizar na codificação, foi o caso da inclusão do PrimeFaces e o BootStrap. Na questão de padrões o grupo ainda precisava de mais amadurecimento e às vezes no código, alguns aninhamentos de IF's (sentença condicional) poderiam ser trocados por padrões de projeto de *software*, já conhecidos e testados. Os padrões são formas mais inteligentes de se construir determinadas funções do algoritmo, dando maior clareza no código e melhorando o desempenho em tempo de execução (GAMMA; HELM; JOHNSON; VLISSIDES, 2000).

A dimensão liderança, que também foi destaque para o trabalho desta equipe, neste projeto, se caracterizou pela eleição de uma líder, que conseguiu gerir bem o grupo de trabalho, dividindo bem as tarefas, auxiliando os membros da equipe, apresentando soluções encontradas e com certa desenvoltura. Ademais, sempre procurou motivar os membros da equipe a assumirem também o protagonismo do projeto. Segundo relatos registrados pelas entrevistas, a liderança sempre foi transparente e acolhedora:

- **Aluno I/P1**: “Conjuntamente fizemos escolhas e adequações necessárias para a progressão da aplicação, separando as tarefas entre si, porém sempre tendo o conhecimento do projeto como um todo e logo uma vez por semana apresentando essas progressões para o professor”.

Neste caso, a liderança agiu como uma espécie de monitoria para os professores, pois as tomadas de decisão eram discutidas em conjunto, mas a sua confirmação para execução dependia dos professores. Os alunos ainda guardavam receio de tomarem decisões sozinhos sem o aval dos professores, o que às vezes atrasou um pouco as mudanças no código.

Percebe-se também, no Gráfico 3, uma certa “encolhida” nas dimensões de colaboração (D2 - Colaboração) e na dimensão sobre visão sistêmica do grupo (D5 - Visão Sistêmica). Mergulhando nos dados coletados nas falas e afirmações registradas nos questionários e vídeos, a dimensão sobre trabalho colaborativo (**D2 - Colaboração**) foi bem assumida pela equipe do projeto P1. Isto fica claro em dois momentos:

- A mudança de qualidade na programação durante o período do projeto. Alunos com muita dificuldade passaram a entender e contribuir mais com o projeto;

- Mesmo os alunos, que no início, não tinham computadores, participaram com assídua presença nas reuniões, mandando ideias pelas plataformas de comunicação e principalmente dando apoio aos colegas (motivando).

As dúvidas eram sanadas em grupo, durante as reuniões síncronas, e também combinavam outros horários para discutirem questões referentes à modelagem do projeto, assim como, soluções criativas para serem testadas e aprovadas por toda a equipe. A avaliação ficou com 3,5 (três e meio) nesta dimensão, devido a falta de oficinas que não foram elaboradas pelos alunos para aprimoramento da equipe, e principalmente, pelo fato de não terem conseguido manter uma negociação de conflitos com todos os participantes, ocasionando uma saída de elementos do grupo.

Quanto a dimensão da visão sistêmica (**D5 - Visão Sistêmica**), onde dois pontos principais foram observados: o entendimento do sistema como um todo para facilitar o encaixe de alguns módulos e a escuta de ideias que permitisse um olhar diversificado sobre o problema, a fim de encontrar soluções inusitadas para o projeto. Neste sentido, a equipe conseguiu efetivamente alinhar a teoria à prática, assim como integrar alguns membros da equipe de trabalho. Desta forma, realizaram testes unitários nos módulos e, portanto, efetivaram entregas alinhadas à documentação e a bons padrões de programação. A entrevista realizada individualmente com cada aluno, corroborou com estes pontos, para uma avaliação 3,5 (três e meio) nesta dimensão:

- **Aluno H/P1**: “Todos foram e tiveram sua participação no projeto, cada um com ideias diferentes, mas o fundamental foi a concordância entre o grupo e a união na visão de um projeto funcionar, nos desafios de matérias na qual nem estudamos como diagrama de estado. Mas a concordância e união foi fundamental”.

Apesar do excelente desempenho, justamente pela falta de desenvolvimento da habilidade de “negociação de conflitos”, o grupo não conseguiu trabalhar a tolerância e compreensão com os alunos que tinham ideias divergentes. Ocasionando desta forma uma falta de comunhão das diversidades de ideias que estavam disponíveis. A saída de alguns membros foi um fato desta dificuldade, assim como a falta de alguns testes, permitiu que a versão final carregasse alguns *bugs*, o que atrasou um pouco o *upload* da versão beta para o servidor Tomcat. Esses *bugs* só foram acertados por alguns alunos e pelos professores. Sendo assim, muitas atividades de programação com as quais os alunos apresentavam dificuldades de compreensão na sala de aula foram superadas com a participação no projeto, que priorizou a prática destes conceitos. Foi uma experiência gratificante, pois conseguiu-se realizar uma simulação de como funcionam as entregas

no ambiente profissional, a priorização dos prazos estabelecidos, as negociações dentro da equipe e a divulgação do produto para o público-alvo. Ressalta-se que toda a itinerância da experiência foi documentada pela equipe ao longo do desenvolvimento da aplicação web (Figura 6), sendo possível acessá-la pelo endereço eletrônico.

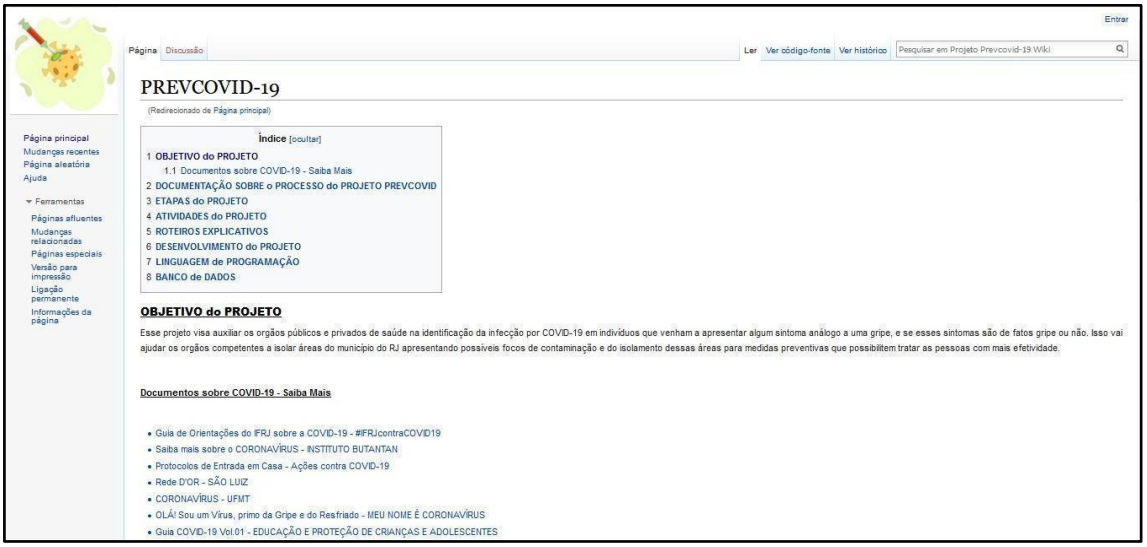


Figura 6 - Wiki do projeto PREVCOVID - http://www.atelievirtual.com.br/wiki

Fonte: Autor (2021)

A wiki, onde foram criadas estas páginas, contém informações técnicas de programação de gerenciamento do projeto. Este site serviu para a equipe sempre retomar os trabalhos, quando houve algum imprevisto e ao mesmo tempo se tornou uma fonte de informação para outras equipes de jovens programadores, estudantes e professores que queiram replicar a experiência em suas instituições de ensino. Além disso, o projeto desenvolvido e finalizado ajudou os participantes a ganharem uma bagagem substancial para o exercício profissional: experiência de trabalho em equipe, de modelagem, de programação e de documentação de sistemas computacionais.

4.1.6 Unidade 1: Rede de Conhecimento P1

No mundo globalizado de hoje, o fluxo da informação e o trabalho em rede se tornaram elementos essenciais para as organizações que pretendem desenvolver projetos de inovação (MORAES; FADEL, 2007; CAVALCANTE; VALENTIM, 2008).

Assim, dentro de ambientes que fazem parte do ecossistema de inovação não existe mais espaço para a competição e a velha hierarquia do poder (BARABÁSI, 2009), ao invés disso, quanto maior o compartilhamento das informações e a colaboração entre os atores da rede, maior será a sua capacidade de criar soluções inovadoras para problemas complexos. No escopo deste trabalho científico se encontra o objetivo de observar, analisar e mapear essa nova topologia de produção e gerenciamento de conhecimento, que se formalizou em chamar de “Redes de Conhecimento”.

Entendo que um dos grandes problemas que afastaram a escola do ciclo gerador de inovação foi a supervalorização do individualismo (genialidade) e do conteudismo, em detrimento da colaboração e da liberdade criativa e crítica. Haja vista, que uma das grandes causas das evasões dos cursos de Engenharia é de ordem pedagógica, principalmente no Ciclo Básico, onde as disciplinas como matemática e ciências são ministradas (GODOY; ALMEIDA, 2020). Outras pesquisas, demonstram que atividades práticas que se aproximem do ambiente profissional, tendem a causar impactos mais positivos na preparação dos engenheiros do futuro (LIMA *et al*., 2020). Partiu-se então para um processo de intervenção e investigação, onde estudantes da Rede Federal de Ensino seriam colocados diante de desafios concretos para juntos desenvolverem uma solução viável para o problema. Logo, a construção de todo o projeto, do planejamento à prototipagem, revelaria respostas para a questão de pesquisa: “Como estudantes envolvidos na solução de problemas concretos, constroem suas redes de conhecimento durante o desenvolvimento de projetos de programação remota?”

Apesar do projeto contar com a presença do pesquisador, como professor coordenador, uma vez que os estudantes não estavam acostumados a trabalhar de forma projetizada e por isso necessitavam de orientações básicas, e também com a presença de um professor consultor, para auxiliar em questões técnicas mais avançadas, os alunos tiveram total liberdade para escolherem e tomarem as decisões necessárias para o melhor direcionamento do projeto. Uma dessas escolhas foi, no início, dividir o grupo em pequenas equipes focadas em atividades específicas da programação da aplicação web. Os alunos criaram quatro grupos de trabalho e discussão no WhatsApp: Front-end (Partição A), Back-end (Partição B), SGBD (Partição C) e Java Persistence API (JPA), como (Partição D).

Essas conversas, durante o período de dois meses (abril e maio de 2020), geraram material para se capturar as interações, conexões e como o fluxo das informações estava sendo criado pelos atores (alunos) desta rede de prática de programação. Inicialmente, ao se analisar os arquivos que continham os dados das

conversas, percebeu-se que alguns alunos estavam trabalhando em mais de um grupo, então, precisou-se criar partições que agrupassem os alunos em mais de um grupo de trabalho. Desta forma, a Tabela 3 demonstra como ficou a divisão de partições (grupos de trabalho) e quais alunos pertencem a cada uma. As partições representam os *clusters* da rede que estavam se formando, sendo que o motivo principal para tal divisão, foi a expertise de cada aluno, isto é, primeiramente o aluno se unia a um cluster, cujo conhecimento que seria exigido fosse de sua compreensão básica. Cada vértice “A” representa um ator “Aluno” em cada cluster.

Tabela 3 – Distribuição dos *clusters* da rede P1

Vértices	**Cluster**	**Freq**	**Freq%**	**Cor**
A2	1	1	6,25%	Roxo
A10, A11, A12	2	3	18,75%	Amarelo
A6	3	1	6,25%	Cinza
A1	4	1	6,25%	Rosa
A3, A9	5	2	12,50%	Laranja
A5, A8	6	2	12,50%	Verde
A4, A7	7	2	12,50%	Vermelho
W1, W2, W3, W4	8	4	25,00%	Azul
Total		**16**	**100%**	

Fonte: Autor (2021)

Observa-se que os vértices (atores) desta rede foram classificados da seguinte forma:

- Os alunos são os componentes naturais da rede e começam com a letra “A”;

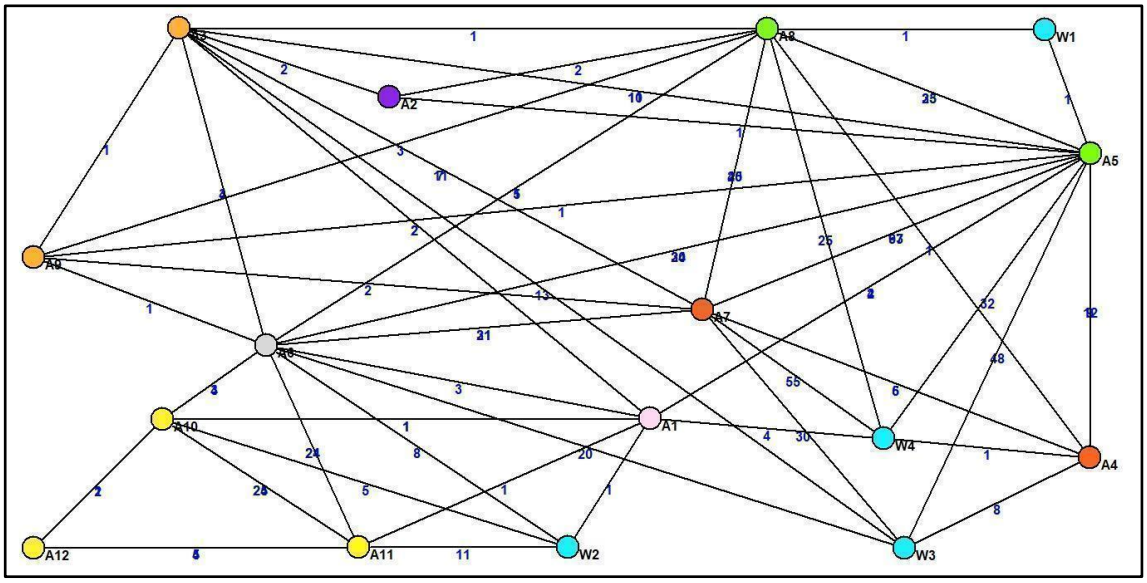
- Os grupos de WhatsApp são os componentes artificiais da rede e são identificados pela letra “W”. O W1 concentra as conversas do grupo de Front-end, o W2 o grupo de Back-end, o W3 o grupo de SGBD e o W4 guardou as conversas do grupo de JPA.

A inserção dos grupos de WhatsApp foi fundamental para o mapeamento da rede construída pelos alunos, pois sem eles os atores humanos não teriam a possibilidade de se comunicar e colaborar, compartilhando arquivos e partes de código. Outro elemento favorável a inserção do cluster oito (8) se ampara no comportamento dos estudantes quando inseridos no espaço virtual dos grupos de WhatsApp. Como não havia a participação dos professores dentro destes grupos, os alunos agiam naturalmente, sem o uso de artifícios para entrar em conformidade com as expectativas dos professores. Por tanto, essas conversas dentro destes grupos constituem uma parte importante de “como” os alunos usaram os recursos tecnológicos para construírem uma inteligência coletiva, sem a interferência do professor.

As conversas analisadas revelaram debates sobre a linguagem de programação, mas também embates entre os membros da equipe, assim como a troca de informações, seja por meio de arquivos compartilhados, desde texto a vídeos, trechos de código, e até mesmo reuniões que eram combinadas para se usar uma videochamada, onde todos poderiam corrigir as atualizações no código do software.

Foi utilizado os recursos do programa PAJEK (NOOY; MRVAR; BATAGELJ, 2005) para a realização de análises mais profundas da rede formada pelos estudantes. Essa rede está projetada no Gráfico 4, que representa o sociograma formado pelas interações remotas dos alunos, durante dois meses. Neste caso, foram mapeadas as conversas entre os membros dos grupos neste período, até mesmo as trocas de arquivos ou envio de links e outros materiais, pois cada um desses movimentos tonar-se uma interação na rede, isto é, a troca de conhecimento não somente em falas e mensagens de texto, mas também pelo compartilhamento de material (vídeos, artigos e tutoriais em PDF, links para vídeo aulas, cursos ou sites especializados).

Gráfico 4 – Sociograma Interação WhatsApp do Projeto P1



Fonte: Autor (2021)

As arestas no Gráfico 4, representam as interações entre dois alunos, que por sua vez configuram-se em conversas, troca de arquivos ou no compartilhamento de um vídeo ou áudio. Os pesos em cada aresta informam a quantidade de interações que ocorreu entre os atores envolvidos durante o recorte temporal dos dados. Quando um ator resolve interagir com todos ao mesmo tempo, temos uma mensagem de *broadcast*. Este tipo de mensagem ocorre entre um ator humano e um ator não humano, que neste caso são os grupos de WhatsApp (vértices azuis). O ator artificial está amplificando a capacidade do ator natural de se comunicar, pois naturalmente uma mensagem é estabelecida apenas entre um emissor e um receptor. Utilizando o recurso desta tecnologia para criar ambientes comunicacionais, o emissor consegue enviar a mesma mensagem para vários receptores (atores humanos) ao mesmo tempo, que poderão ou não responder de volta. Assim, o aparato tecnológico consegue modificar o comportamento do ator natural, que não se preocupa em repetir a mensagem para cada membro que está conectado no ambiente comunicacional (grupo), ele apenas envia a mensagem e o sistema se encarrega de entregar a mensagem para todos os integrantes daquele *cluster*, mesmo que algum receptor esteja *offline*.

Observa-se então, que a associação entre o ator humano e o ator não humano, dentro desta rede de comunicação e compartilhamento de informações, amplia a capacidade linguística e de colaboração desta construção social. Latour (2012b) nos lembra que cada relação entre atores da rede agrega valores, condições e mudanças na forma como a informação é perpassada por toda a rede, desde a sua extremidade até

sua centralidade. A Teoria Ator-Rede permite olhar essa potencialidade dos atores envolvidos nesta determinada teia social, para construção de um *software*. Cada ator, atuando, mesmo que de forma heterogênea, garante que o fluxo de informações seja contínuo e dinâmico. Sem o ator artificial as condições para replicar as informações, para que todos soubessem da situação e do estado em que se encontrava o desenvolvimento do *software*, seria um trabalho mais moroso e iria dificultar a integração do grupo de alunos.

A densidade (*no loops*) da rede social do projeto P1 ficou em 0.55, com um número de vértices igual a 16 e o número de arestas, que representam relações de troca na rede, igual a 66, e o grau médio ficou em 8,25, que significa a quantidade de vértices diferentes com os quais um vértice possui ligação. Trata-se, portanto, de uma rede fortemente conectada, pois se consegue criar um caminho de um vértice qualquer a outro vértice qualquer da rede. Pois, segundo os pesquisadores da área, quanto maior a densidade, menor será a centralidade da rede e caso chegue ao valor 1, mais próxima do paradigma antigo, onde todos estariam conectados a todos. Mas, isso não seria o retrato da realidade, pois sabe-se que a distribuição de conectividade depende de *clusters* (grupos), tornando as redes modulares e não formadas por um único componente.

Percebe-se nesta rede que os vértices A3 e A5 são os elementos da rede que mais se conectaram com grupos diferentes (total de seis cada um). Seguidos pelo A6 (cinco grupos) e pelo A7 e A1 com participação em quatro grupos. Dentro dos canais de *broadcast*, W3 e W4 foram aqueles onde os alunos utilizaram mais para conversas e trocas coletivas. Diferentemente, o canal W1 que pertence ao Grupo de Front-end teve a participação de dois elementos somente: A5 e A8 do *cluster* 6 (verde). Estes dois alunos, além de estarem no Grupo Front-end, também estavam juntos em outros dois grupos (SGBD e JPA), sendo que cada um fez um compartilhamento de material para orientar os outros colegas do Grupo Front-end. Há elementos que ficaram mais isolados como o caso de A12, que só conseguiu interagir com elementos do seu Grupo Back-End (amarelo), mantendo a informação restrita dentro do grupo e ficando dependente de A10 e A11 para saber de informações novas, externas, oriundas de outros *clusters*.

Quanto à centralidade da rede, alguns atores demonstraram ter acesso privilegiado, assim como facilidade na disseminação de informações. São alguns casos como do ator A3, A5, A7 e A8 que conectam mais de um grupo (*cluster*) na rede. Eles fazem o papel de verdadeiras “pontes” que repassam informações para outras extremidades da rede, tornando-a acessível para todos os atores da rede. Dificilmente, a informação que não passa por esses nós chegará a se propagar.

4.2 Estudo de Caso: Unidade 2

O constante crescimento de epidemias e o ressurgimento de doenças erradicadas, na maioria dos países, tem provocado um movimento de reformulação de políticas e estratégias que visam o fortalecimento das políticas de biossegurança nacionais e globais. Desta forma, o Brasil e a Organização Mundial de Saúde (OMS) regulamentaram vários acordos de inovação nas áreas de saúde, controle sanitário e de práticas clínico laboratoriais. No mesmo caminho de cuidado e prevenção, a tecnologia de Realidade Virtual (RV) tem ganhado força no meio produtivo e acadêmico. Setores industriais, como a aviação, têm recorrido a ambientes imersivos de aprendizagem para qualificar pilotos e engenheiros, no sentido de minimizar acidentes com aeronaves de transporte. Assim, o projeto LABIOS3D consiste em planejar, codificar, testar e implementar um *software* de RV, que crie e simule um laboratório virtual de pesquisa biomédica, onde os alunos e profissionais do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) possam treinar técnicas e procedimentos de instrumentação de equipamentos, para manipulação de agentes biológicos, radioativos e químicos, de forma não contraditória as regras estabelecidas pela biossegurança. Formou-se uma equipe de alunos da Rede Federal de Ensino, de *campi* e instituições diferentes, para que trabalhassem de forma remota e colaborativa, sem se conhecerem previamente. O projeto conta com várias missões, como a construção de uma sala virtual de entrada, onde o indivíduo terá que realizar a assepsia das mãos e escolher corretamente os Equipamentos de Proteção Individuais (EPI). Assim, ao fornecer uma experiência imersiva aos seus usuários, pretende-se reforçar o processo de aquisição de conteúdo e habilidades, que ajudem na percepção dos riscos e cuidados que este tipo de ambiente ocupacional exige.

4.2.1 Unidade 2: Contexto e Objetivos

O uso das técnicas de engenharia genética e a liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados são algumas das preocupações da área de biossegurança. Este termo nasce na década de 70, justamente de um debate ético sobre os impactos da engenharia genética na sociedade. Nos anos 90, as preocupações ampliam-se para o ambiente ocupacional, o meio ambiente e a segurança no manejo de

produtos e técnicas biológicas. A biossegurança ocupou não somente os espaços onde a biotecnologia está presente, mas também indústrias, saúde pública, hospitais, laboratórios de análises clínicas, hemocentros, universidades, entre outros ambientes onde existem riscos potenciais à vida humana ou ao meio ambiente. Neste sentido, a biossegurança é composta por procedimentos que possuem ações preventivas e de mitigação de riscos que atentem contra o ser humano, os animais, o meio ambiente e a qualidade de resultados (TEIXEIRA; VALLE, 2010). Ainda, conforme Costa (1996, p. 20), a biossegurança é um "conjunto de medidas técnicas, administrativas, educacionais, médicas e psicológicas, empregadas para prevenir acidentes em ambientes biotecnológicos". Portanto, percebe-se que a biossegurança se configura como uma abordagem pedagógica que articula risco e segurança, trabalho e saúde, homem e meio ambiente. Esta definição, ressalta a biossegurança como uma ação educativa, onde metodologias pedagógicas e meios tecnológicos podem ser usados para aprimorar conceitos e práticas inerentes a ela.

No cenário brasileiro a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS) tem promovido diversas ações de biossegurança na rede laboratorial do Sistema Único de Saúde (SUS), principalmente com o retorno inesperado de doenças como Febre Amarela, Malária e Sarampo. Os investimentos são centrados em pesquisas e estudos, análises de casos e monitoramento de epidemias. Logo, foi instituída a Comissão de Biossegurança em Saúde (CBS), pela Portaria GM/MS nº 1.683, de 28 de agosto de 2003. Entre os membros que coordenam a comissão, encontra-se a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), demonstrando assim sua importância para a área de biossegurança nacional.

O Instituto Oswaldo Cruz (IOC), a qual pertence a fundação, possui 119 anos de experiência na geração de conhecimento, produtos e serviços na área biomédica. No escopo de sua missão, encontram-se a pesquisa e a formação profissional, a nível técnico e de pós-graduação, para o exercício de diagnósticos de doenças infecciosas e genéticas, além do controle de vetores. O IOC possui atualmente 72 laboratórios altamente capacitados, com investimentos de ordem nacional e internacional para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Propiciar inovação no setor de saúde e atender as necessidades da população brasileira é uma busca constante da instituição, que possui uma Comissão Interna de Biossegurança (CIBio), conforme determina a Lei de Biossegurança 11.105/05 (AMÂNCIO; SAMPAIO, 2019). A partir desta legislação as referidas comissões tiveram suas competências ampliadas. Além do credenciamento de atividades e avaliação de

situações de risco, do monitoramento dos níveis de biossegurança exigidos, da divulgação de normas, da definição e fiscalização dos procedimentos de resposta a acidentes e incidentes, a comissão deve garantir a manutenção de um programa de capacitação e qualificação do pessoal envolvido (PEREIRA; BORA, 2009).

No quesito de qualificação profissional percebe-se o viés educacional da biossegurança, e porque não dizer que, o âmago da biossegurança reside mais na prevenção de acidentes do que no tratamento de suas consequências. Neste caso, assim como outras áreas de conhecimento, que também possuem altos índices de risco à vida, a busca por fortalecer os meios preventivos recebe maiores investimentos, pois operações de contenção, além de terem custos elevados, podem não reverter ou demorem para interromper os efeitos indesejáveis. O processo preventivo, então, costuma ser apoiado por muitas tecnologias para orientar ou proporcionar experiências que reforcem atitudes seguras diante de procedimentos de alto risco. Uma destas tecnologias, que vem sendo testada e usada ao longo de décadas para auxiliar neste quesito é a Realidade Virtual (RV).

O termo Realidade Virtual (RV) foi cunhado no final da década de 80 por Jaron Lanier. Contudo, a tecnologia já possuía marcos históricos anteriores, como o primeiro dispositivo funcional de rastreamento de cabeça HDM (*Head-Mounted Display*), construído pela Philco Corporation em 1961. Ainda nos anos 60, Ivan Sutherland, usando um HDM e imagens de computador, demonstrou como esta tecnologia provocava experiências de imersão e telepresença. Desde então, instituições como IBM, Atari Research, NASA, Virtuality, Division, Fakespace Labs e MxR Lab desenvolveram mais pesquisas, dispositivos e linguagens que são utilizados até os dias atuais. Pode-se definir Realidade Virtual como um ambiente tridimensional que permite navegação do usuário por meio de dispositivos multissensoriais para interação em tempo real (TORI; KIRNER; SISCOUTO, 2006).

A tecnologia de RV tem muitas finalidades, sendo que as áreas de entretenimento, indústria, saúde e educação são as que mais investem para o seu desenvolvimento. Na indústria e na saúde, a RV auxilia principalmente no treinamento de profissionais. Esta necessidade se evidencia pela periculosidade de algumas atividades ou ambientes de trabalho, como medicina, biotecnologia, microbiologia, mineração, petróleo e gás, e aviação. Esta última, por exemplo, os processos da atualidade para seleção de pilotos de aeronaves, são feitos testes em câmaras que simulam condições de voo. São controladas por sistemas computadorizados que criam interfaces 3D, onde os candidatos precisam realizar procedimentos seguros para saírem de situações de estresse e risco.

Estatísticas demonstram que muitos acidentes foram evitados pelo fato de o piloto ter seguido o protocolo de segurança e acionado os dispositivos corretos no momento apropriado.

A RV aplicada à medicina serve para auxílio em procedimentos ou para o treinamento de aplicação de técnicas cirúrgicas. Segundo Machado e Moraes (2006): "Dessa forma, um grande número de pessoas pode ser beneficiado com a utilização destes sistemas, pois haverá maior qualidade no serviço oferecido aos pacientes uma vez que os profissionais que os atenderão estarão mais bem preparados" (p. 358). Nestes *softwares* os dispositivos oferecem retorno tátil ou de força, visualização de imagens estereoscópicas, interação com manipulação de objetos apenas no plano ou no espaço, identificação de locais de intervenção, reconstrução volumétrica da anatomia de órgãos para intervenção, sonorização de eventos e avaliação do usuário. A alta precisão neste tipo de sistema é um ponto fundamental, ou seja, o menor tempo entre a resposta do sistema e a ação do usuário. Em Boston, no Brigham and Women's Hospital (BRIGHAM HEALTH, 2019) se encontra um dos sistemas de RV mais conhecidos do mundo para planejamento e assistência a procedimentos cirúrgicos de extração de tumores cerebrais. No Brasil, o modelo tridimensional gerado por um sistema de RV ajuda no treinamento da coleta de medula óssea para transplante em crianças, tornando-se pioneiro na área (MACHADO, 2003).

Assim sendo, observa-se que a RV tem grande potencial para capacitação profissional e que possui uma diversidade de aplicações em áreas onde o risco ocupacional é considerado alto, devido às atividades de determinadas funções ou por causa de ambientes específicos que geram insalubridade para os trabalhadores. Desta forma, utilizar uma tecnologia que já possui procedimentos de programação, linguagens, bibliotecas e toolkits consolidados no mercado, de forma a auxiliar práticas operacionais seguras de profissionais em laboratórios biomédicos e microbiológicos, se mostra factível, e ao mesmo tempo inovadora. A proposta do projeto consiste em criar uma rede de conhecimento entre alunos, professores e profissionais de biossegurança, cujo objetivo principal é o de criar um *software* de Realidade Virtual para simular um laboratório biomédico e microbiológico, onde profissionais e estudantes do IOC, imersos neste ambiente, poderão exercitar práticas e procedimentos seguros de manipulação de agentes infecciosos e equipamentos com risco de lesão. Logo, o ambiente tridimensional será construído para simular situações de periculosidade, seja manipulando agentes infecciosos ou equipamentos que exigem procedimentos de assepsia, treinando e condicionando as práticas dos futuros técnicos de laboratório da Fiocruz.

4.2.2 Unidade 2: Tecnologias e Gerenciamento

A atual conjuntura, imposta pelo COVID-19, despertou a importância das ferramentas remotas para várias áreas, que ainda receavam em incorporá-las definitivamente em seus processos produtivos. Então, de forma inovadora o projeto LABIOS3D foi elaborado para ser totalmente desenvolvido de forma remota. Desta forma, procurou-se aproximar a escola de problemas reais, oriundos das organizações que formam a sociedade, e demonstrar a viabilidade de um novo modelo de inovação na criação de *software* de baixo custo e capaz de prover mão de obra altamente capacitada para o setor, pois cria uma sinergia entre teoria e prática (GALLINDO, 2019). Portanto, as ferramentas utilizadas no projeto são:

- **Google Meet**: Plataforma de webconferência, utilizada como sala de reuniões remotas da equipe;
- **ClickUp**: Aplicativo web de gerenciamento do conhecimento. Neste caso, ele serve para gerenciar o projeto, guardando o cronograma de atividades e o histórico de entregas;
- **GitHub**: Plataforma de hospedagem de códigos. Serve para compartilhar o código que está sendo desenvolvido colaborativamente pelos alunos;
- **Unity**: Aplicativo para criar ambientes de Realidade Virtual. Nesta ferramenta, são desenvolvidos os cenários, as regras e as dinâmicas do laboratório virtual;
- **Blender**: Aplicativo de modelagem e animação de objetos tridimensionais. Serve para criar os modelos 3D usados para interagir com o usuário, durante a imersão no laboratório virtual.
- **Discord**: Ambiente de mensagem instantânea gamificado, que serve também como ambiente síncrono de reuniões. Depois de um tempo substituiu o Meet.

As ferramentas usadas são *open source*, isto é, não exigem o pagamento de licenças. No caso do Unity, a licença é proprietária, mas é permitido o uso desde que não seja para fins comerciais.

A metodologia utilizada passa por três fases principais - planejamento, execução e finalização (VINCE, 2004):

- FASE 1: Na Fase de Planejamento (F1) realizou-se pesquisas prévias em bases de dados acadêmicas e não se encontrou aplicações de RV que ofereçam respostas para o problema citado, e que atendam as expectativas de uma instituição do porte do IOC. No que tange aos aspectos científicos e tecnológicos,

o projeto irá desenvolver um protótipo cuja tecnologia é conhecida, economicamente viável e que reduz gastos com tecnologias de treinamento mais caras, que conforme Custis, Diazgranados e Feldman (2012, p. 255), isto diminui os “riscos associados ao treinamento *on-the-job* (aprende enquanto trabalha)”. A Fase de Planejamento contemplou a chamada para cadastro de alunos de informática voluntários para participação no projeto, culminando com a escolha, em comum acordo com os alunos, da metodologia ágil de “fabricação” do *software*, chamada Scrum (*framework* para desenvolvimento de produtos complexos). Como estratégia pedagógica para delinear todas as fases do projeto, decidiu-se pela abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), pois propõe um desafio real, oriundo de uma organização social, para estimular os alunos, que possuem autonomia para investigarem possíveis soluções, assim como, a interdisciplinaridade dos saberes, característica deste tipo de ambiente de construção, exigirá criatividade e colaboração de seus protagonistas. Nesta fase foram elaboradas três metas principais: a preparação do ambiente de trabalho (F1-M1), o levantamento de requisitos de *software* (F1-M2) e a definição do *product backlog* (F1-M3).

- FASE 2: A segunda fase (F2) irá se pautar nas melhores práticas de programação 3D (BOWMAN; KRUIJFF; LAVIOLA JUNIOR; POUPYREV, 2011). Implantação da metodologia Scrum (F2-M1), compra de dispositivos e instalação de drivers (F2-M2), criação do modelo tridimensional (F2-M3), criação dos objetos reativos e regras de colisão (F2-M4), codificação (F2-M5), testes e validação de entregas parciais (F2-M6).

- FASE 3: A última Fase (F3) consiste na finalização do projeto que terá testes com usuário final (F3-M1), refatoração final (F3-M2), acompanhamentos (F3-M3) e divulgação (F3-M4).

Observa-se que a Fase 1 já tratou de atividades que organizavam e definiam o arcabouço tecnológico que foi usado no projeto. A Fase 2 encontra-se as atividades que tiveram maior duração no projeto: configuração da codificação, do ambiente e a modelagem dos objetos 3D. Já a última fase consistiu em agrupar as atividades de avaliação do produto e de divulgação do projeto.

4.2.3 Unidade 2: Resultados

Em março de 2021, houve a formação da equipe, com alunos voluntários da Rede Federal de Ensino (composta por sete alunos), iniciando as reuniões remotamente e a definição das tecnologias que são utilizadas para a execução do projeto. No final do projeto a equipe era composta por:

- 2 alunos do Bacharelado em Ciência da Computação do CEFET-RJ;
- 3 alunos do Técnico em Informática para a Internet do IFRJ, Campus São João de Meriti. (outros 3 alunos saíram no início do projeto por motivos de trabalho);
- 3 alunos do Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais do IFRJ, Campus Engenheiro Paulo de Frontin;
- 1 aluno do Curso de Ciências Biológicas da UNESP, São Paulo.

A equipe realizou oficinas internas em modelagem e programação específica em RV, criando assim, um ambiente de troca de conhecimento e desenvolvimento de habilidades coletivas. Considerando que “a colaboração é um fenômeno crítico na vida organizacional” (DE VREEDE; BRIGGS; MASSEY, 2009, p. 135), o fato de a equipe de estudantes buscarem, logo no início, um alinhamento dos saberes que seriam utilizados no projeto, demonstrou uma conexão forte entre eles, dando condições de enfrentar os desafios tecnológicos e prolongar a “vida” do projeto até sua conclusão. Sem essa colaboração espontânea entre eles, o projeto não teria caminhado para encontrar uma solução para o problema proposto. Um dos fatores que podem ter contribuído para o surgimento deste fenômeno seja o seu caráter relevante e inovador, pois ao escolherem uma palavra que definisse o projeto, os estudantes na sua maioria apontaram para a relevância (100%) e inovação (87,5%). O interesse por fazer algo útil para a sociedade e que viesse conjuntamente com uma tecnologia desafiadora, gerou uma espécie de “cola” que foi unindo o grupo em prol de um objetivo comum. Não por acaso 62,5% dos estudantes participantes responderam que o tipo de problema abordado no projeto “tinha muito significado por estar inserido na realidade deles”.

Segundo Matturro (2013), quando se encontram em um mesmo ambiente, múltiplas personalidades, com múltiplas responsabilidades, é neste momento que a maioria dos sistemas profissionais são criados. O multiculturalismo e a diversidade são forças motrizes que impulsionam os processos que envolvem o desenvolvimento de um *software*. Afinal, “o desenvolvimento colaborativo produz um software melhor do que qualquer desenvolvedor poderia produzir sozinho” (CONSTANTINO et al., 2020).

Na literatura acadêmica encontra-se muitos trabalhos com propostas de avaliação de modelos, teorias e ferramentas que apoiem a colaboração nos processos de desenvolvimento de *software* (LANUBILE *et al*., 2010). Devido à esta importância significativa que a colaboração tem para a construção de um *software*, pesquisas atuais buscaram informações em programadores experientes, que já haviam participado de muitos projetos distribuídos globalmente e revelaram que esses profissionais não apenas querem codificar, mas participar ativamente da organização e coordenação da produção do *software* (CONSTANTINO et al., 2020). Desta forma, um dos princípios que impulsiona a colaboração entre os membros de um grupo é a responsabilidade que cada um tem no gerenciamento do processo criativo de construção do *software*. No grupo de estudantes, não apenas a parte técnica de codificação era de responsabilidade dos estudantes, mas toda a parte de planejamento e organização do projeto, usando ferramentas de comunicação como Meet e Discord para a tomada de decisões, o GitHub para o controle de versão e o Clickup para organização das atividades (Figura 7).

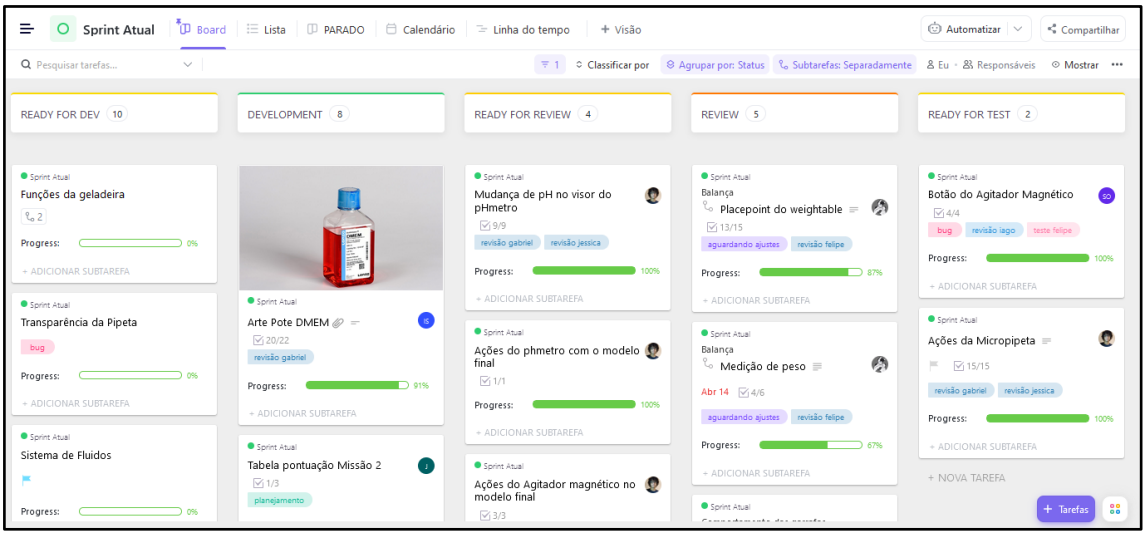


Figura 7 - Gerenciamento de Projeto com Ciclos de Desenvolvimento e Testes (P2)

Fonte: Autor (2022)

Sendo assim, a gestão do conhecimento e a sua descentralização, isto é, torná-lo acessível para todos os envolvidos no projeto se torna um desafio essencial a ser vencido para que a colaboração flua naturalmente dentro do grupo. Por isso, ao ser perguntado nas entrevistas - Quem definia a sequência das atividades? - os estudantes apontaram na sua maioria que o grupo tomava essas decisões de forma coletiva. Contudo é interessante perceber que os papéis que foram assumidos por cada membro (programador, designer, arquiteto, testador) eram escolhidos de forma individual, sem a

interferência dos outros membros. Quando perguntado - Quando um membro não cumpre com essas atribuições como o grupo reage? A primeira atitude do grupo é conversar para ver se surgem melhorias e caso mudanças não aconteçam, o grupo diminui as atividades daquele membro que não está correspondendo.

Outro ponto interessante que ocorreu no ambiente experimental vivenciado pelos estudantes foi a importância dada às ferramentas durante o processo de desenvolvimento do *software*, como o GitHub (Figura 8). Foram feitas duas perguntas chaves para a obtenção desta percepção. Sendo a primeira:

- **Não se relacionar presencialmente com os outros membros da equipe prejudicou a forma como o software foi construído?**
- **Aluno A/P2**: “eu acho que funciona bem esse formato […] acho que aquilo que mais faria diferença seria a relação entre os integrantes, a troca de ideias seria mais fácil”;
- **Aluno B/P2**: “Nem um pouco. Talvez se tivéssemos que nos relacionar presencialmente prejudicaria. Por exemplo, conciliar horário ou limitar a comunicação, pois algumas pessoas são tímidas. No Discord, as pessoas se soltam mais e se expressam melhor”.

E a segunda:

- **O que você acha que fortaleceu a interação do grupo para trabalhar como uma equipe?**
- **Aluno E/P2**: “O Click-up ajudou muito na organização das tarefas, nas funções das pessoas, e isso tudo ajudou as pessoas a ficarem interessadas, por que se tudo fica muito solto, as pessoas não têm noção das tarefas, e isso, às vezes acaba desmotivando”;
- **Aluno C/P2**: “O Git para versionar o código e também o controle de fluxo. Todo esse processo de revisão e testagem foi uma coisa que utilizamos. […] A gente criava um *branch* para a nossa tarefa. Depois tínhamos dois movimentos: subirmos o código para a Develop e depois de testado para o Main principal”;
- **Aluno B/P2**: “Canal de comunicação, mais familiar para todo mundo e que se afasta da coisa ‘corporativa’, séria. A pessoa repete o comportamento que ela tem quando joga por ali, repetindo o mesmo comportamento. Eu tenho certeza de que o canal, a ferramenta, influenciou totalmente” - aluno falando da ferramenta de comunicação instantânea Discord.

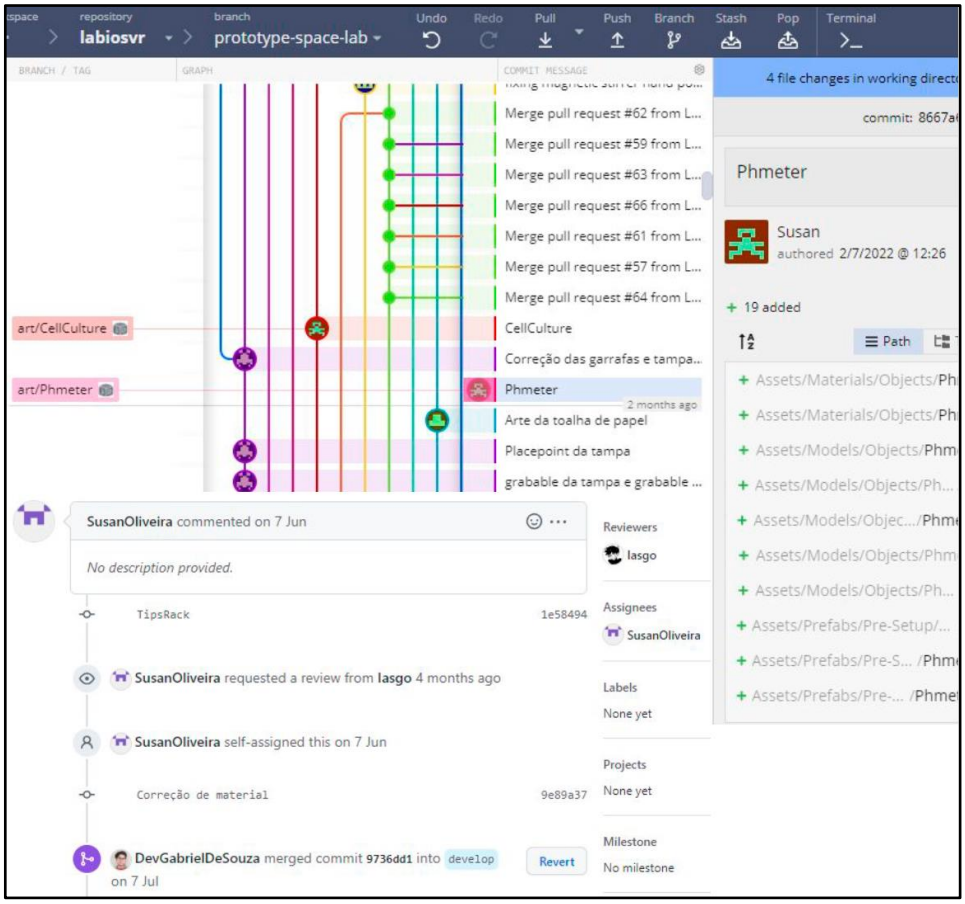


Figura 8 - Versionamento de Código e Aprovação de Alterações no GitHub (P2)

Fonte: Autor (2022)

A seara onde se encontra as respostas dadas às incógnitas feitas aos estudantes passa pela teoria Ator-Rede, onde Bruno Latour (2012a) nos elucida sobre a interferência (desequilíbrio) que determinadas tecnologias causam no ambiente de que fazem parte. Aparentemente, pensamos ser passiva a participação desses objetos (físicos ou lógicos), mas a sua presença modifica determinados comportamentos e ações de todos os atores que convivem e dependem das mesmas conexões. Entre as respostas dos estudantes destacou-se a percepção dos discentes no que tange a importância das ferramentas, principalmente as de comunicação e de organização do trabalho da equipe, como meios principais para a execução do projeto. Dentre elas o Clickup (Figura 7) e o GitHub (Figura 8) reforçaram o princípio básico do Modelo 3C (ELLIS et al., 1991), onde as duas ferramentas citadas fazem parte do eixo coordenação, controlando o fluxo do trabalho, que somadas às ferramentas de comunicação, como o Discord (Figura 9), também muito citado pelos estudantes, e a forma de trabalho cooperativo utilizando a internet, conseguem gerar uma sinergia colaborativa entre os membros do grupo de trabalho.

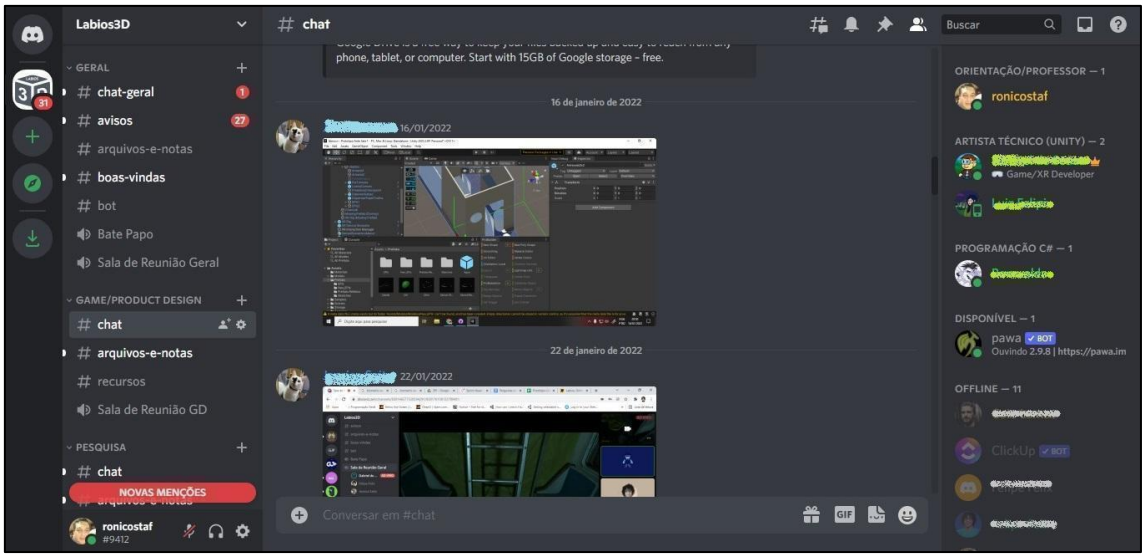


Figura 9 - Ferramenta de Comunicação Gamificada Discord

Fonte: Autor (2022)

Enquanto de um lado as ferramentas facilitavam a comunicação e o gerenciamento do conhecimento gerado pelo grupo, a internet garantia o momento da cooperação, da troca e do compartilhamento síncrono. Todo esse ciclo vital do projeto serviu para um aumento da confiança e de responsabilidade entre os membros do grupo, conforme pode-se perceber em algumas falas:

- **Aluno A/P2**: “Passei a modelar bem mais…gostei bastante de trabalhar em equipe [...] todo mundo com o mesmo objetivo, todo mundo alinhado, sabíamos o que tinha que entregar”.

Esse ciclo vital não somente proporcionava um aumento na confiança de cada um em suas próprias capacidades, mas em relação ao clima de interdependência entre os membros do grupo, que passaram a trabalhar em parceria, aprendendo assim, a esperar o tempo do outro, a ter responsabilidade diante dos prazos, a cobrar de forma positiva, a se ajudar quando necessário. Toda essa experiência prática de programação e convivência, mesmo que tenha sido por meio apenas de interfaces digitais, reafirma a PBL como uma "formação inovadora exigida para atuação em todas as áreas do conhecimento que demanda trabalho coletivo, discussão em grupo, espírito de entreajuda, cooperação, contribuição e parcerias." (BEHRENS, 2013, p. 76). De certo que, os estudantes capturaram esse “espírito” e entenderam que a complexidade do problema exigia deles uma postura diferente daquela exercida dentro da sala de aula tradicional. Era uma questão simples, ou eles se ajudavam ou eles não conseguiriam entregar nenhum produto ou solução para o problema.

Nas entrevistas, algumas narrativas indicam essas mudanças de pensamento e comportamento:

- **O que você percebe que contribuiu para que vocês formassem uma rede de trabalho?**
- **Aluno B/P2**: “Tem um limite de quanto um indivíduo consegue resolver um problema, né …o grupo coletivo sempre consegue resolver melhor. Por mais que você não entregue algo tão robusto, você tem que abrir mão de algumas coisas que você gostaria de fazer, se você abrir mão para o coletivo levar aquilo para frente, provavelmente vai entregar mais do que você entregaria sozinho”;
- **Aluno D/P2**: “Home-office demanda um jeito diferente de trabalhar. A gente teve muitas discussões e debates de ideias, para tentar chegar no melhor formato de resolução das coisas. Foi interessante a experiência de trabalhar com outras pessoas, de outros lugares, de manter comunicação e responsabilidade com pessoas que não são do meu ciclo de amizades”;
- **Aluno E/P2**: “Depois que eu me senti parte do grupo consegui me comunicar e melhorei a parte de organização, e passei a perguntar mais, pois antes eu tinha medo de atrapalhar os outros [...], mas é melhor perguntar do que fazer algo errado e dar um problemão no projeto. Fiquei mais confiante para falar minhas ideias, antes eu tinha bastante medo de perguntar, falar minhas ideias e de trabalhar em equipe. Aqui a gente tem que se manter sempre informado e se comunicar com os outros membros da equipe, o que forçou muito o trabalho colaborativo”.

Corroborando para a inclusão de projetos como estratégia para um desenvolvimento robusto na área de *software*, pesquisas recentes de jovens programadores iniciantes revelaram que entre as maiores dificuldades de adaptação ao ambiente de trabalho profissional, se encontram justamente falhas na comunicação e falta de espírito colaborativo (BEGEL; SIMON, 2008). A dificuldade de “quando” e “como” fazer perguntas são algumas das dificuldades que os egressos levam para o ambiente de trabalho, prejudicando o seu desenvolvimento profissional e até mesmo o andamento de projetos. Outro apontamento feito pelas pesquisas, foi de que os novatos se sentem sozinhos, e que acham que precisam resolver tudo sozinhos para impressionarem suas gerências. Na verdade, a falta dessas habilidades acaba ampliando erros de sistema e implicando em aplicações desatualizadas.

A narrativa dos estudantes participantes do projeto demonstrou que a metodologia PBL consegue inserir no ambiente escolar situações de construção e

reflexão, sendo capaz de proporcionar o protagonismo discente dentro do processo de ensino e aprendizagem. Essas práticas inerentes ao PBL, intensificam habilidades como investigação, comunicação e colaboração (KOKOTSAKI *et al*., 2016). Neste sentido, a metodologia de aprendizagem por projetos permite conseguir um "crescimento cognitivo imediatamente fora do seu alcance" (BELL, 2010, p. 41). Então, observou-se que o projeto em questão contribui para que os estudantes, vivenciando uma cultura de autogestão para encontrar a resolução de um problema concreto, fossem capazes de intensificar a comunicação do grupo e persistir diante de erros e dificuldades encontradas. Compreende-se que eles criaram o seu próprio ritmo de aprendizagem, dando condições que tomassem suas decisões, passo a passo, permitindo que os objetivos fossem sendo cumpridos, mas de forma clara e realista (HELLE et al., 2006; HMELO-SILVER; DUNCAN; CHINN, 2007).

Isto, também reverbera nas respostas dadas às perguntas que buscavam entender o comportamento diante de problemas e conflitos gerados durante o processo de construção do software:

- **Como vocês lidavam com os conflitos?**
- **Aluno C/P2**: “A gente tentava conversar em grupo. Cada um apresentava o seu ponto, as pessoas que tivessem interesse em participar. E tentamos chegar num ponto comum que seja bom para todos. Tem decisões boas para os programadores e não tão boas para os artistas e vice-versa. Esse era o momento de cada um fazer o sacrifício”.

A maioria dos relatos converge para uma forma de lidar com os conflitos bem apaziguadora e oportunista, pois na maioria das vezes o grupo chegava em acordos referente ao fluxo do trabalho, sem perda de tempo ou desgaste da confiança entre eles. O grupo optou por um posicionamento “estratégico integrativo”, que visa melhorar os resultados ou diminuir a carga das tarefas, com base na valorização das pessoas, isto é, as partes devem transigir uma espécie de sensação ganha-ganha (CARVALHAL, 2005). Portanto, os alunos adotaram um modelo altamente racional, onde a parte que cedia em uma negociação, não se sentia perdedora ou menosprezada, pelo contrário, o levantamento de ideias assimétricas ajudava o grupo a crescer e visualizar possíveis caminhos para a construção da solução.

Outro fator importante e que evoca atenção, se refere a liderança compartilhada pelos alunos. Os relatos trazem um indicador do ambiente democrático construído pelos estudantes, o que facilitou a comunicação e as tomadas de decisão para os avanços do projeto:

- **Que tipo de liderança você acha que o grupo desenvolveu?**
- **Aluno B/P2**: “A primeira coisa que a gente fazia era sempre conversar, tentar conversar para entender o que está acontecendo, pois, a gente já teve casos, que a pessoa, ela não sabia como terminar a tarefa. No início, ela pensava que sabia, pois ninguém pegava uma tarefa obrigado, então a gente discutia: será que você consegue?”;
- **Aluno C/P2**: “Liderança coletiva, onde as atribuições são compartilhadas, cada um assumia um chapéu de liderança, dependendo do momento e da tarefa.
- **Aluno D/P2:** “A forma de me comunicar, eu melhorei durante o projeto. Tento tomar a iniciativa nas reuniões. Acho que a liderança, até mesmo no trabalho, nesse projeto eu faço isso um pouco, tenho essa oportunidade”;
- **Aluno E/P2:** “A gente tentou se aproximar do Scrum, pois são padrões utilizados em empresas para colocar as ideias e ajudar a organizar. Mas sem impor as ideias; as pessoas discutiam essas ideias e muitas coisas eram discutidas pelo grupo”.

A definição da hierarquia nos momentos de negociação foram cruciais para a obtenção do sucesso na condução do projeto. Os estudantes se tratavam como pares, em uma hierarquia horizontal de igualdade, onde a voz de todos era ouvida com a mesma importância. Obviamente, não eram todos os momentos em que o acordo era generalizado entre os membros. Nestes casos, um dos integrantes da equipe assumia o “chapéu do líder” para que a discussão fosse encaminhada para um acordo entre as partes envolvidas. Segundo especialistas na área, para ambientes de trabalho virtual, onde as tarefas são distribuídas e partilhas, urge o surgimento de uma liderança não autoritária e muito menos centralizada, pois somente com processos decisórios mais democráticos e coletivos pode-se ter um desempenho favorável ao sucesso do projeto (HERTEL et al., 2005; HOCH, 2007; WEGGE et al., 2006, 2007).

Assim, a Rede de Conhecimento apresentada se demonstra viável em atender um dos objetivos do projeto, o de criar um modelo de aproximação da dinâmica acadêmica com a realidade das organizações. Neste sentido, o projeto completa a formação do indivíduo como participante ativo nas tomadas de decisão da sociedade e ao mesmo tempo capacita futuros profissionais nas habilidades e atitudes exigidas para atender à crescente demanda das organizações produtoras de *software*. Desta forma, a escola pode agregar valor ao ecossistema de inovação nacional e expandir a sala de aula para o pátio da indústria, ou para os escritórios das empresas, ou para as comunidades, onde ONGs realizam suas atividades.

4.2.4 Unidade 2: Percepção Discente da Experiência

Neste tópico busca-se mostrar uma breve visão da percepção dos estudantes envolvidos na montagem e implementação do Projeto LABIOS3D. Lembrando que, a equipe destacou o projeto como altamente relevante (100%) e inovador (87,5%). Isto corrobora com algumas falas captadas durante as entrevistas individuais. Ao se questionar sobre a aderência da equipe ao projeto, ou melhor, sobre o que motivava a equipe a assumir os compromissos acordados entre eles:

- **Aluno E/P2**: "Principalmente o interesse pelo projeto, visto que é um projeto bem diferente, é uma ideia bem inusitada, por causa da realidade virtual e do laboratório virtual";
- **Aluno A/P2**: "As oportunidades de termos as ferramentas, e o momento da tecnologia".

O projeto realmente tem o seu lado atrativo por causa da tecnologia inovadora e pouco explorada ainda, como a Realidade Virtual, mas muito difundida pela ficção em filmes como Minority Report (2002) e Homem de Ferro (2008). Contudo, a importância deste tipo de recurso para a área da saúde, ganha um peso muito significativo para os jovens que querem contribuir com mudanças no seu contexto histórico-social:

- **O que você percebe que essa experiência te trouxe de mais importante?**
- **Aluno B/P2**: "pra mim foi algo bom trabalhar nessa área de medicina e entregar algo para a sociedade";

Entre as falas também se encontram afirmações quanto a autonomia, crescimento pessoal, conhecimento de outras áreas, sair da zona de conforto, ajudar os outros, entre outras. Diante destas concepções, é notório que para os estudantes o projeto se tornou um instrumento de emancipação e intervenção social. Os resultados serão para melhorar a área de saúde, mas também servirão de apoio para histórias de vida e como fonte de maturidade profissional e cidadã. Essa importância dada ao projeto também se verifica na resposta dada à pergunta - Qual o nível do seu comprometimento com o problema abordado no projeto? - onde em uma escala de 1 "gostaria que fosse outro" até 5 "tem significado pra mim, pois está inserido na minha realidade", a maioria de 62,5% marcou que o tema era muito importante para eles.

Entre as fontes de pesquisa, perguntou-se quais eram aquelas cujo grupo buscava informações para entender melhor o problema e propor soluções. O grupo indicou que os "Vídeos explicativos" eram a consulta da maioria (100%), depois vinham

fontes como os “Sites oficiais e especializados” que recebiam 75% das consultas. Outras fontes também eram procuradas para sanar dúvidas e obter informações, como fóruns de programadores e outros tipos de “Interação com outros grupos” (62,5%) e Blogs (37,5%). Os blogs ainda são grandes recursos de informações técnicas, pela facilidade de uso e de inserção de conteúdo por parte de especialistas e profissionais da área de computação. Algumas falas dos participantes expressam bem esse crescimento pelo fato de buscar, analisar e testar determinadas práticas consolidadas no âmbito profissional:

- **Aluno C/P2**: “Foi um projeto real, funcionou como uma experiência, melhorou minhas habilidades técnicas”;
- **Aluno D/P2**: “O lado bom é que as bibliotecas famosas, do Unity e dos óculos 3D da Meta, a maioria dos problemas estão registrados na internet, geralmente a gente não caia em algum problema novo”;
- **Aluno E/P2**: “A gente usou o que cada um se sentia mais confortável fazendo um *approach* mais orgânico”.

A forma de divisão das tarefas também contribuiu para que todos tivessem um aprendizado baseado na resolução de problemas. Em cada etapa do projeto, as tarefas eram divididas, de forma que cada um debruçava-se sobre uma parte do problema e depois em reuniões regulares, eles consolidavam tudo. Segundo os relatos e o acompanhamento feito pelos pesquisadores, quando aparecia um gargalo, isto é, um problema mais complexo, o grupo todo se reunia para tentar encontrar soluções viáveis e avançar. Essas soluções na sua maioria eram resultados de tentativas e erro individuais, e que depois eram repassadas para o grupo (100%). Em outras ocasiões as soluções eram oriundas de pesquisa de códigos disponibilizados na internet (62,5%). Outros *insights* que geraram soluções vinham da busca por produtos semelhantes (50%), em grupo, com tempos mais longos, após terem deixado o problema de lado (25%) e por meio dos conselhos do professor ou do consultor (12,5%).

Quanto as ferramentas escolhidas e utilizadas para dar suporte ao projeto, pode-se interpelar os estudantes por meio do questionário com a pergunta: Você acha que as tecnologias (*frameworks*) usadas para montar a solução para o problema, foram bem escolhidas e atenderam as necessidades técnicas do projeto?

A resposta foi unânime (100%) no sentido de concordar que as ferramentas escolhidas atenderam bem aos requisitos técnicos do projeto. Apesar que, algumas ferramentas por causa de licenças ou por causa da IDE não atendiam de forma satisfatória a trabalhos colaborativos. Um dos comentários nas entrevistas com os alunos reflete este tipo de problema oriundo das ferramentas:

- **Aluno B/P2**: “O Unity é famoso por ser uma ferramenta que facilita muito nossa vida, mas tem alguns custos para isso. O principal é que às vezes ele não parece ser feito para desenvolvimento coletivo, parece que ele foi feito para uma pessoa sozinha fazer o projeto todo, o que é impossível na vida real. Quase o tempo todo a gente tinha problemas sim, a pessoa mexia em um módulo e afetava o trabalho de todo mundo. O que a gente fez foi abraçar umas boas práticas que a comunidade conhece. Essas boas práticas evitam que as mudanças que eu faça no meu módulo afete o módulo que outros estejam programando”.

Logo, nota-se que a maior parte da produção era feita de forma individual e nas reuniões via internet eles consolidavam o trabalho feito por cada um em um produto coletivo. A construção colaborativa dependia desta conexão à distância proporcionada pela internet. Enquanto “logados” o grupo articulava as partes do produto, validando e corrigindo os erros, e era neste momento, onde todos repassam e juntos aplicavam uma refatoração no código do sistema, é que a troca de conhecimento acontecia entre eles. Observando os colegas e ouvindo os comentários de todos, o conhecimento tácito era explícito pelas conversas, pelos modelos enviados, pela experiência que cada um vivenciava ao participar do projeto e principalmente pelas práticas de programação que eram compartilhadas por meio de vídeo e áudio, facilitado pela interface digital da internet.

Na verdade, dentro do projeto ou tendo o projeto como “mundo criativo” os alunos puderam exercer competências, como a criatividade, e que no ambiente escolar tradicional perdeu espaço. Portanto, ao se perguntar para eles quais foram suas percepções sobre o seu próprio crescimento, como uma autoavaliação daquilo que a participação de cada um no projeto proporcionou de desenvolvimento cognitivo, social e emocional. Nas respostas dadas pelos alunos, a colaboração teve 100% de afirmação, confirmando a PBL como uma metodologia de aprendizagem altamente colaborativa, onde os grupos precisam interagir bastante para resolver problemas. A comunicação vem em seguida com 75%, e autonomia com 62,5%. A característica do projeto ser à distância, exigiu dos alunos, obviamente, uma parcela maior de dedicação a comunicação, haja vista que, foram várias ferramentas utilizadas ao longo do projeto, chegando em uma na qual os alunos já se identificavam, realizando outras tarefas em seus grupos de amizade. A autonomia foi exaltada por muitos como um fator favorável ao crescimento individual de cada membro e da equipe como um todo, pois a liberdade criativa e de expressão davam condições para que outras habilidades aflorassem. Nota-se esse tipo de comportamento na fala de um dos estudantes-participantes:

- **Aluno A/P2**: “Decisões maiores, como de uma *feature* inteira, o grupo tomava as decisões e com cuidado de quem estaria mais envolvido, que ritmo daria para fazer, mas o grupo tentava participar junto. Mas, no dia a dia, assim, pequenas decisões, como eu vou fazer objeto tal, que arquitetura vou usar no script, que são no nível micro, cada um decidia por si, para evitar o micro gerenciamento”.

O micro gerenciamento ao qual o aluno se refere, seria um acompanhamento detalhado de cada ação dos indivíduos envolvidos na criação do *software*, o que traria barreiras para o aumento da confiança entre eles. A autonomia, não só trouxe a sensação de confiança, algo fundamental, segundo autores da área de redes complexas, para o surgimento e a manutenção da rede - sem confiança não existe rede de conhecimento, mas trouxe também o princípio da responsabilidade. Existia uma interdependência entre eles que não poderia ser quebrada, pois a falha ou não entrega de tarefas, ocasionava atrasos e as metas planejadas para o período não poderiam ser cumpridas. Então, ao fortalecer a responsabilidade individual cada um assumiu um compromisso coletivo, pois a entrega, mesmo com erros, fomentava a discussão do problema, e esse problema se tornava um problema de todos. O erro de um era oportunidade de aprendizagem para todos. Por isso também, que a perseverança foi tão citada (37,5%), pois à medida que cada um trabalhava a responsabilidade dentro de si e fazia entregas, mesmo com erros, isso promovia uma consciência coletiva de manter-se firme em busca do objetivo comum.

Na pergunta: Em que sentido você acha que o projeto mais colaborou com o seu crescimento profissional? Cada aluno poderia marcar três opções. E assim, obteve-se as respostas relacionadas a seguir:

- Ganho de experiência prática de um ambiente de programação profissional de criação de *software* (75%);
- Proporcionou uma visão mais ampla do mercado de trabalho (50%);
- Deu um novo ânimo com as oportunidades futuras (37,5 %);
- Estimulou a procura por mais cursos na área de TI (37,5%);
- Trouxe uma oportunidade de produzir ao invés de ficar pensando no cenário de pandemia (12,5%);
- Manteve-me ocupado e diminui a preguiça ou cansaço da rotina (12,5%);

Diante das respostas obtidas, é possível traçar uma linha em direção aos efeitos positivos do projeto não somente ao fato de ampliar a visão dos alunos quanto a um mercado cada vez mais promissor e essencial na contemporaneidade, mas pelo fato de resgatar o gosto pelos estudos fora da sala de aula e de estimular pela busca de aprimoramento.

Outro ponto interessante na fala dos alunos, foi a contribuição dada pelo projeto em um momento em que muitas pessoas ficaram isoladas socialmente e menos auspiciosas quanto ao futuro. É notório que os impactos da Pandemia foram devastadores, principalmente na Educação, onde instituições e professores tentam recuperar não somente a reposição de conteúdos, mas resgatar o próprio sentido social e importância do ambiente escolar para a sociedade. Em 2022, ainda existem evasões: muitos alunos abandonaram os estudos, outros que adquiriram dificuldades de interação, de disciplina, de convivência, de pertencimento a um grupo, de compartilhar, de comunicação, de ver sentido no próprio investimento em projetos pessoais.

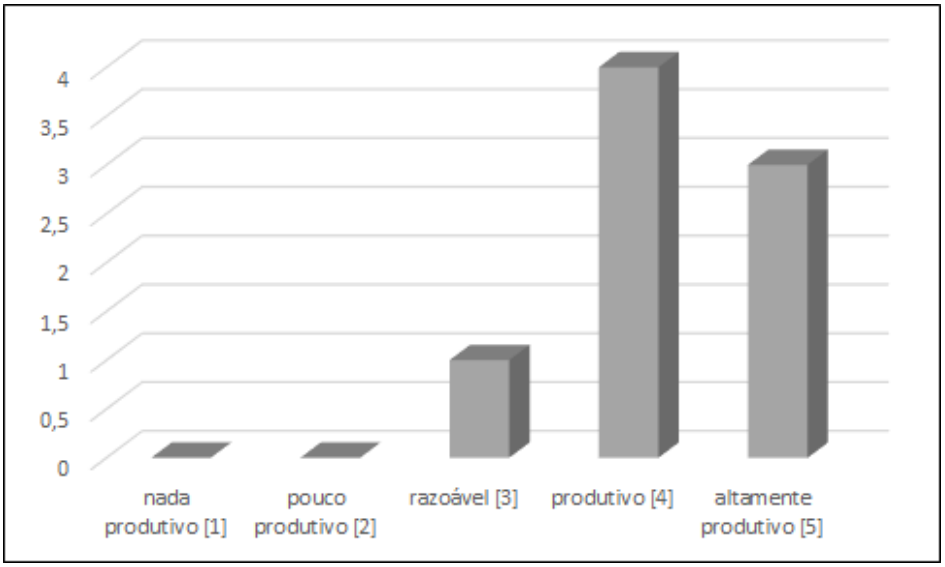
Neste ínterim, as habilidades técnicas dos alunos também foram “colocadas à prova” e segundo as narrativas, obtiveram melhoras consistentes em conceitos e práticas de programação, design, gerenciamento, e de desenvolvimento de *software* como um todo. Um exemplo, foi a solução definida e aplicada pelos estudantes para garantir entregas mais consistentes e aumentar a qualidade do *software*:

- **Aluno C/P2**: “A gente fazia um *code review* e no GitHub uma *pull request*. Um outro programador verificava se o código estava escrito de forma que o time entendesse, se existia algum *bug* no código e se o código podia ser melhorado. Depois outro programador fazia testes usando os óculos de VR, simulando um usuário do sistema”.

As respostas dos alunos ao questionário demonstraram um desenvolvimento nas seguintes ferramentas: GitHub (100%), Unity (87,5), Blender (50%), CSharp (50%), e outros 12,5% disseram não ter notado melhoria em relação ao uso dos *frameworks* listados. Finalmente, foi realizada a mesma pergunta feita para o grupo P1, sobre a percepção de trabalho em equipe, sendo uma escala de 1 a 5, onde 1 representa o menor grau de produtividade e 5 representa um alto grau de produtividade (Gráfico 5). O termo “produtividade” está sendo utilizado não somente no sentido restrito de colaboração, mas de aprendizagem efetiva, satisfação com a experiência para um crescimento pessoal e profissional.

Percebe-se no Gráfico 5, que os estudantes do Projeto P2 compreenderam que a “colaboração” foi um elemento importante para manter a produtividade do grupo. Mas é preciso ressaltar que esse trabalho coletivo não fazia parte da normalidade educacional dos estudantes. Para a maioria foi uma experiência nova e além disto, precisaram se conectar e interagir de forma remota, à distância, sendo que não se conheciam e aprenderam a lidar com pessoas de outros níveis de ensino e de instituições diferentes. A sinergia construída gradativamente entre eles foi o estímulo da colaboração do grupo.

Gráfico 5 – Percepção dos alunos sobre o trabalho colaborativo no final do P2



Fonte: Autor (2022)

No projeto anterior (P1) os alunos pertenciam a uma mesma turma, de uma mesma instituição e pontuaram níveis maiores de produtividade, ficando a maioria entre os níveis 4 e 5 da escala de satisfação. O projeto LABIOS3D (P2) já possui algumas características diferentes, tanto na formação da equipe no que diz respeito à questão escolar, pois uniu nível técnico com graduação, além disso, reuniu alunos de mais de uma instituição da Rede Federal. Os alunos neste projeto se conheceram remotamente, pelas vias digitais, após o professor apresentá-los em uma reunião. Houve, portanto, um tempo maior de adaptação aos diferentes *status* de cada membro, personalidades e até mesmo a visão individual sobre o projeto. Outro fator que se pode observar na fala dos estudantes, foi a respeito da comunicação, pois as reuniões deveriam se concentrar em horários onde todos, de preferência, pudessem conectar e participar. O consenso neste requisito foi demorado, pois muitos já estavam trabalhando ou fazendo estágios em empresas de tecnologia:

- **Aluno E/P2**: “Eu já tinha trabalhado em outros projetos, mas não neste modelo, voltado a programação. Aqui sempre tem de se manter informado, se comunicar com os outros membros da equipe era algo fundamental”.

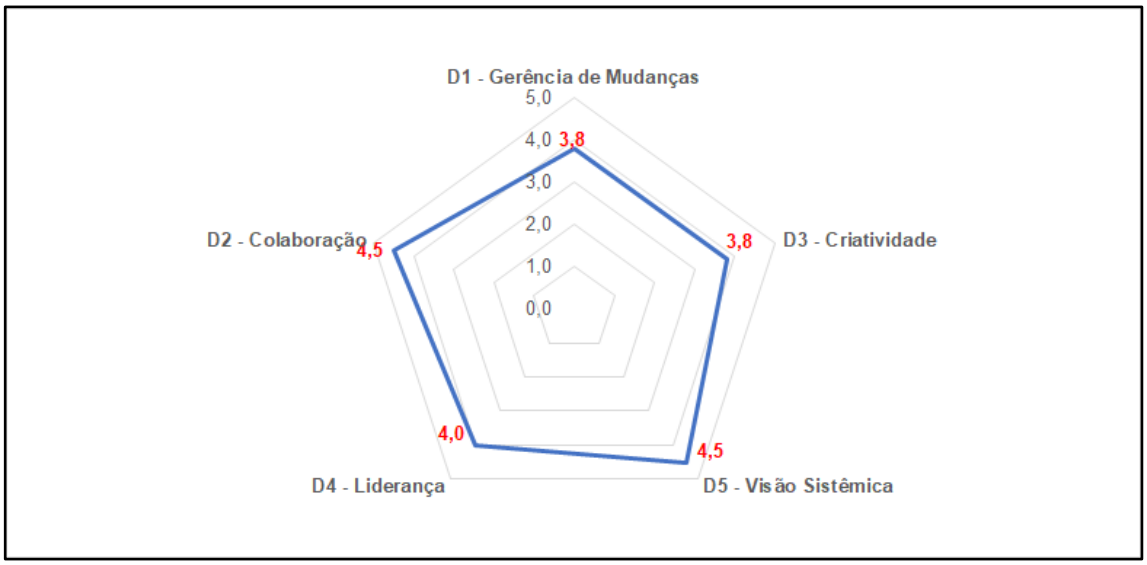
Em resumo, a produtividade apontada pelos estudantes pode ser percebida como favorável, nas marcações do Gráfico 5, e pelas dificuldades superadas por eles durante este processo de aprendizagem: domínio de tecnologias novas (62,5%), adaptação a mudanças (50%), conectar teoria e prática (37,5%), abstração (37,5%), particionar o problema e melhorar o algoritmo, ambas também com (37,5%).

4.2.5 Unidade 2: Pentagrama de Maturidade P2

O Mapa de maturidade de P2, como o anterior, também se constitui de cinco (5) dimensões onde são avaliados o estado de progressão nas competências apontadas pela literatura acadêmica e pelas organizações, como sendo essenciais para o perfil dos profissionais de computação, em nossa conjuntura social-histórica. Cada dimensão possui níveis de melhoria, indo de zero (0) a cinco (5), em uma escala que fornece o que foi conquistado pela equipe durante o projeto e o que faltou desenvolver para entrar em conformidade com os padrões esperados pelas organizações e por entidades internacionais que monitoram as mudanças que ocorrem no mundo do trabalho (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016, 2018, 2020; COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2000).

Segundo as apurações registradas no diário de bordo do pesquisador e de acordo com os dados coletados das entrevistas, questionários e pelos próprios documentos de construção do *software*, foi possível identificar o grau de maturidade da equipe nas seguintes dimensões, conforme visualiza-se no Gráfico 6:

Gráfico 6 – Classificação do Pentagrama de Maturidade do Projeto P2



Fonte: Autor (2022)

- **Gerência de Mudanças (D1)**: Neste requisito, a equipe se mostrou atenta às dificuldades que surgiam ao longo do projeto. Utilizando soluções conhecidas no mercado, e os alunos trocaram de *software* de gestão mais de uma vez.

Por exemplo, foi a troca do aplicativo Notion, que exigia uma curva de aprendizagem mais demorada, pelo aplicativo Clickup, onde a equipe conseguiu recursos que os ajudaram na organização das tarefas. Uma outra situação exigida pela composição do grupo, cujos membros tinham horários específicos para realizar os encontros síncronos, foi a mudança de estratégia para as reuniões. Antes, eram duas reuniões longas durante a semana, e com os alunos adotaram princípios baseados na metodologia ágil Scrum. Implementaram mais práticas de Scrum como *daily meeting* (adaptada para duas vezes na semana), *sprint planning* e retrospectiva do que funcionou e do que deu errado. O nível da equipe ficou em 3,8 na dimensão de gestão de mudanças, pois faltaram inovações mais expressivas. A adaptação da metodologia fez com que eles saíssem de uma posição para quase alcançar o nível 4. Para o nível 5 faltou um mecanismo de registro e reaproveitamento de lições aprendidas, dando condições de refazer soluções para problemas já conhecidos. A fala de um integrante da equipe resume essas decisões de projeto:

- **Aluno E/P2** “Cada um resolvia individualmente, na sua etapa, e às vezes avisava. Cada um resolvia o problema e se achasse que precisaria escalar o problema, para resolvê-lo, a gente chamava outro para ajudar”.

Os problemas não eram catalogados quando surgiam e nem sempre todos ficavam sabendo de sua existência e de sua resolução. Isto, de certa forma, limitava o aprendizado dos colegas. Cada um, na sua inspiração particular, resolvia situações de problema, sem transformar essa resolução em algo para a aprendizagem coletiva. Algo que poderia gerar uma riqueza de detalhes para alavancar o aprendizado de todos, era simplesmente descartado (GRAAFF; KOLMOS, 2003).

- **Colaboração (D2)**: A nota de 4,5 foi dada à equipe pela desenvoltura com que lideram e aproveitaram os atributos de um trabalho colaborativo. Além de compartilharem suas experiências durante as reuniões, manterem contato quando necessário para ajudar um colega, dialogarem para decidir sobre pontos chaves da solução desenvolvida, a equipe do projeto P2 também realizou oficinas, para nivelar seus conhecimentos. O salto de 4 para 4,5 foi justamente a criação de oficinas e o auxílio a outros membros do grupo, mesmo quando não havia nada agendado. Neste sentido, cabem as declarações dos estudantes:
- **Aluno F/P2**: “As reuniões também ajudaram, termos reuniões constantemente, fez com que as pessoas soubessem do progresso do projeto e pudessem ver que realmente as coisas que elas estavam realizando, estavam dando resultados”

- **Aluno G/P2**: “Sempre que possível, quando algum membro do grupo precisava de minha ajuda, eu procurei reservar um tempo da semana para auxiliá-lo. Como, por exemplo, a montagem do laboratório no ambiente virtual, em que um membro da equipe sugeriu a ideia, ensinou como utilizar o NeosVR, e a partir disso, colaboramos para a montagem da sala neste novo ambiente para a testagem de objetos”.

A definição de colaboração, segundo pesquisadores da área, precisa passar por essa ajuda mútua entre membros de um grupo (TARRICONE; LUCA, 2002), em busca de um objetivo comum, que exigirá esforço e dedicação coletiva (DE VREEDE; BRIGGS; MASSEY, 2009). As narrativas e as ações dos alunos se alinham com esta definição de colaboração. Durante a construção do *software*, as responsabilidades mútuas foram sendo assumidas pelos integrantes do grupo, gerando assim, uma espécie de conhecimento colaborativo, devido às trocas constantes e ao compartilhamento de ideias, mas essencialmente formado pelas competências individuais de cada um (TARRICONE; LUCA, 2002; SANYAL; HISSAM, 2018). Portanto, o conhecimento foi sendo construído coletivamente através do intercâmbio entre eles, nas reuniões, nas atividades práticas, nas análises, nos debates, perguntas, dúvidas e erros que surgiram (MATTHEWS *et al*., 2010).

- **Criatividade (D3)**: O código foi sendo feito conforme as características e necessidades funcionais do sistema, mas não houve preocupação com otimização de memória ou melhorar acesso a dados, o que impediu o salto para o nível 4 (3,8). Um outro problema registrado pelos pesquisadores foi não ter aceitado, em alguns momentos, as recomendações do professor consultor para melhorar o projeto. Por exemplo, foi a discussão sobre a composição de triângulos em objetos manuais que ficará à disposição do usuário dentro do laboratório virtual. Então, foi preciso aplicar metodologias de otimização para que os óculos de Realidade Virtual aumentassem o desempenho durante a renderização do ambiente virtual. Segundo o consultor, a perda de performance poderia não ser em relação aos triângulos por *frame* (Figura 10), pois o *budget* dos óculos usados teria capacidade para 750 mil triângulos por *frame*. O problema, nas orientações do consultor, poderia estar no número de *draw calls* (chamadas da API gráfica de recursos como texturas, sombreamentos e *buffers*, para iniciar os desenhos na tela).



Figura 10 - Objeto criado para o laboratório virtual - *Triangle Count*
Fonte: Autor (2022)

Neste caso, a solução não seria diminuir o número de triângulos dos objetos, mas reduzir o número dos *draw calls* do Unity por meio de um *batch* (método de otimização de chamadas). Porém, a equipe em muitos momentos usou a criatividade para solucionar os problemas oriundos da própria tecnologia de realidade virtual:

- **Aluno E/P2**: “Durante as reuniões do projeto, sugeri algumas mudanças, e ideias para o laboratório, visto as limitações da Unity e dos óculos VR. Um exemplo foi a passagem de líquido pelo funil, visto que não podíamos utilizar simulação de líquido, pois os óculos VR não aguentariam. Várias ideias foram sugeridas a partir disso, como o funil possuir um formato mais simples para otimizar os colisores, o líquido sendo um conjunto de partículas, o funil não ser transparente para não ficar evidentes defeitos na ilusão de passagem de partículas, entre outros. Estas ideias foram discutidas com o grupo e com o professor, antes de serem colocadas em prática”.

Dado as limitações da tecnologia de VR, os alunos conseguiram adaptar os objetos do laboratório para o ambiente virtual, de forma compatível com os controles do Quest (modelo dos óculos VR). O fato de a equipe ser formada por estudantes de diferentes níveis de estudo, de diferentes lugares, diferentes idades e gêneros, toda essa diversidade, tende a facilitar a criatividade, pois é nessa fusão de visões de mundo, que o problema pode ser melhor entendido e assim o número de soluções se amplia. Estudos revelam que quanto maior a diversidade, maior será a geração de ideias criativas (LOHMANN *et al*., 2006; OVBIAGBONHIA *et al*., 2020). Ao se perguntar nas entrevistas o que fortaleceu a interação do grupo, obteve-se em uma das respostas, uma certa valorização pela diversidade do grupo:

- **Alunos G/P2**: “A diversidade do grupo, acho que a gente é um grupo bem diverso, e isso ajuda muito. Eu nunca iria conseguir fazer um projeto desse sozinho, primeiro por limitação de tempo e esforço, mas também por limitação de conhecimento”.

A abordagem interdisciplinar e multidisciplinar consegue mostrar nuances dos saberes que balizam um projeto, evidenciando, como se fosse um prisma, vários feixes de conhecimento e inovação. Apenas uma mente, não seria capaz de capturar o conhecimento de todos os feixes, mas muitas mentes, que pensam e trabalham de formas diferentes, são capazes de fazer uma interpretação de todos os feixes. É nessa união de mentes que a criatividade é potencializada (IQBAL et al., 2017).

- **Liderança (D4)**: O grupo chegou ao nível 4,0 nesse requisito, pois soube conduzir as tomadas de decisão de forma democrática, onde todos eram ouvidos e todas as ideias revistas, antes de serem descartadas, e darem preferência para aquela que representava a vontade da maioria. O gerenciamento de um projeto é algo complexo, visto que são diversas as variáveis para se controlar e tentar manter a realidade da execução próxima a expectativa do planejamento. Estudos trazem à tona, que a liderança por si só não garante o sucesso de um projeto (DAMAYANTI *et al*., 2018), mas ainda é um assunto que tem muita controvérsia, pois outros levantamentos científicos, revelam que o “líder” motiva a equipe a avançar, promove um ambiente de cooperação e inspira confiança, encorajando colaboração e inovação (ANANTATMULA, 2010; GADIRAJURRETT *et al*., 2018).

Neste caso, os estudantes optaram, mesmo sem perceber, pelo modelo de uma “liderança compartilhada”, que é altamente recomendado para projetos à distância (HERTEL et al., 2005; HOCH, 2007; WEGGE et al., 2006, 2007). Esse tipo de liderança é reforçado pelo tipo de interação e interdependência que se cria no grupo.

Assim como a distância se torna um gargalo para reuniões mais frequentes e um acompanhamento mais de perto de cada atividade, cada membro tem a sua carga de responsabilidade enriquecida, virando um líder de si mesmo, e dos demais colegas. Desta forma, a disciplina e a responsabilidade, tanto de comparecer nas reuniões, que são mais escassas e de realizar as entregas no prazo, passam a contribuir com o aumento da sensação de pertencimento à equipe e ao projeto (KAKAR, 2017; CARSON; TESLUK, 2007). Percebe-se facilmente esta sensação se interiorizando em cada um dos membros, quando a fala consegue materializar essa mudança de comportamento:

- **Aluno F/P2**: “Durante o projeto, compreendi que de certo modo eu era uma das líderes do projeto, visto que tenho conhecimentos da área de biologia e vivência de práticas laboratoriais. Durante o projeto, a partir de meus conhecimentos, estipulava as tarefas das missões e o grupo me ajudava a converter em tarefas para os membros de diferentes áreas”.

Segundo Gebczynska (2019), o sucesso de um projeto está atrelado a uma boa liderança, que por sua vez, parte de uma boa interação. Em projetos à distância a interação se torna algo primordial e constante para diminuir as perdas da falta de acompanhamento. E por isso, há um aumento na confiança e colaboração, pois por algum tempo o indivíduo estará sozinho e precisará se autogerenciar e dependendo do seu compromisso, poderá ou não decepcionar seus colegas. Neste momento, é que a sensação de pertencimento ao projeto mostra seu valor, pois o indivíduo encara que o sucesso do projeto, será também o seu sucesso (NOVO *et al*., 2017; BURKE, 2006).

- **Visão Sistêmica (D5)**: Essa dimensão recebeu uma avaliação de 4,5 por possuir muitos atributos que foram contemplados pelo grupo. A equipe conseguiu trabalhar com a diversidade, unindo teoria e prática, e principalmente conseguindo trabalhar de forma que cada módulo (parte) do *software* se encaixasse para formar um produto coeso e completo. Observe as falas dos estudantes:
- **Aluno A/P2**: “Todos os integrantes têm uma noção de como suas tarefas influenciam no projeto como todo e por isso conseguem auxiliar outros integrantes a trabalharem com módulos ou informações que ele não produziu”;
- **Aluno B/P2**: “[...] pois compreendia o que eram as tarefas em que membro estava trabalhando, e como as tarefas conectavam-se entre si”.

De acordo com a literatura, três pilares são necessários para se gerenciar o conhecimento: as pessoas, os processos e a tecnologia (SERVIN; DE BRUN, 2005). Mas, é fundamental uma visão sistêmica para se articular, de forma sistemática e com intencionalidade objetiva, os movimentos de troca entre os três (DALKIR, 2013).

Sendo a gestão do conhecimento algo primordial a se aprender nos tempos atuais, a visão sistêmica se torna uma competência essencial que deve compor os processos de ensino e aprendizagem. A capacidade do grupo de superar os obstáculos oriundos do projeto, surge do desenvolvimento dessa habilidade, pois os problemas complexos de hoje só conseguem ser solucionados por meio de múltiplos conhecimentos, múltiplas visões e múltiplos atores, sejam eles pessoas e máquinas (LATOUR, 2012b; IQBAL *et al*., 2017).

4.2.6 Unidade 2: Rede de Conhecimento P2

O campo de estudo utilizado para se obter uma amostra da interação entre os membros da equipe do Projeto P2 foi o aplicativo de mensagens Discord. O aplicativo já era usado pela maioria dos estudantes, devido a sua aderência ao universo dos games. Existem muitas comunidades, das quais eles participam para discussão, dicas e troca de informações sobre jogos eletrônicos. O período da investigação foi entre os meses de junho a julho de 2021, onde a equipe estava se estruturando e decidiu se separar em quatro (4) grupos de trabalho distintos: Programação “D1”, Pesquisa “D2”, Geral “D3” e Artes e Design “D4”. O primeiro grupo se concentrava os alunos com maior tendência a programação na linguagem C# (CSharp), o segundo estava destinado a dar suporte aos demais, buscando informações cruciais para determinadas tarefas mais complexas, o terceiro se tornou um grupo onde muitas trocas de arquivo, links de vídeos, artigos, cursos e outras informações em outras mídias eram compartilhadas. Por último, o grupo “D4”, era destinado a troca de modelos 3D, informações sobre práticas de modelagem, texturas e artes gráficas.

Neste tópico busca-se entender como que o conhecimento se dissemina na rede formada pelos alunos, consultores e sistema de mensagem, pois o comportamento de cada um desses atores impacta o fluxo e a distribuição da informação. Importante destacar que os pesquisadores criaram um outro grupo formado pelos dois (2) consultores e pelo professor (1). O consultor especialista em ambientes virtuais era professor do IFRJ e o consultor de biossegurança era funcionário técnico da Fiocruz, organização parceira do projeto. Então, foram criados cinco (5) *clusters*, onde uma parte dos alunos e um grupo do Discord são elementos de cada um deles. Os grupos do Discord foram incluídos pelo fato de ampliarem as potencialidades comunicacionais dos

atores humanos, à medida que traz vantagens como o de se comunicar à distância, se comunicar com muitas pessoas diferentes e se comunicar com muitas pessoas ao mesmo tempo. Basta perceber que, sem a ferramenta a comunicação seria outra, mais lenta e mais confusa, pois não seria possível realizar um *broadcast*, isto é, como explicado anteriormente, a possibilidade de enviar uma mensagem de um para muitos, no mesmo instante. Na Tabela 4, se encontram os grupos e suas características de participação na rede:

Tabela 4 – Distribuição dos *clusters* da rede P2

Vértices	**Cluster**	**Freq**	**Freq%**	**Cor**
A1, A2, A3, A7 D1	1	5	31,25%	Amarelo
A4, A5, A8 D4	2	4	25,00%	Verde
A6, A9 D2	3	3	18,75%	Vermelho
C1, C2 P	4	3	18,75%	Azul
D3	5	1	6,25%	Rosa
Total		**16**	**100%**	

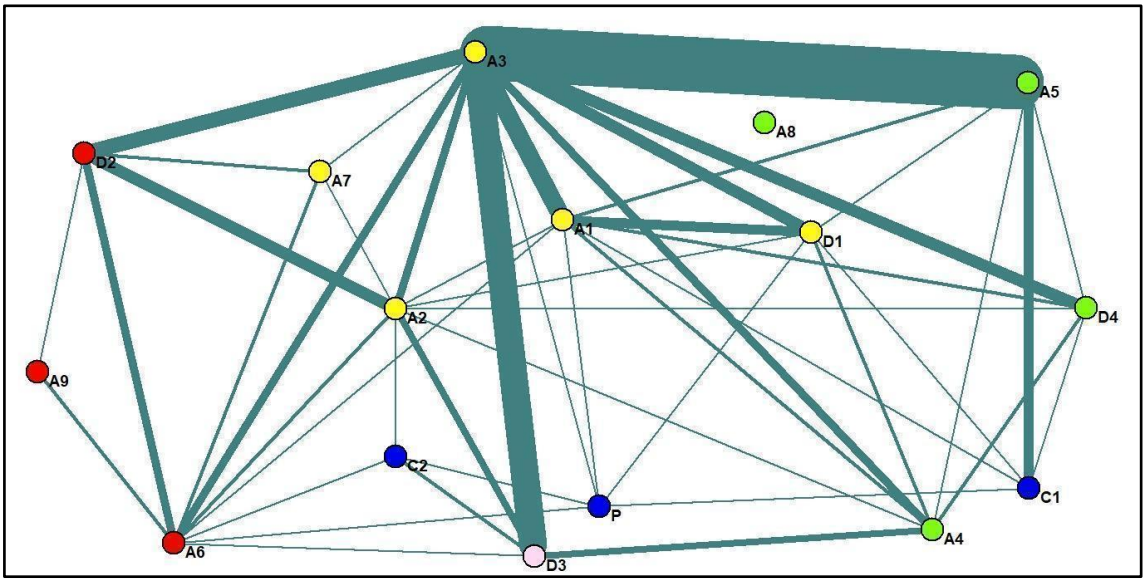
Fonte: Autor (2022)

Na Tabela 4, encontram-se na primeira coluna os vértices que trabalharam juntos no mesmo *cluster*. A segunda coluna traz a identificação numérica de cada *cluster*, totalizando cinco (5) *clusters* como partições desta rede, que neste caso são particionados pela intencionalidade da conversa, ou melhor, pelos saberes que eram

abordados nas mensagens. Os dados da terceira coluna revelam a contribuição de cada *cluster* no volume de mensagens trocadas em toda a rede. Nota-se que o grupo de Programação e o de Design são aqueles que tiveram o maior número de trocas. A última coluna carrega as cores com as quais os *clusters* foram marcados para facilitar a sua identificação nas representações visuais da rede colaborativa.

O sociograma gerado pelos dados capturados, nas mensagens registradas na ferramenta, utilizada pelo grupo, reflete a “representação gráfica de uma rede de colaboração científica” (MIORANDO; LEITE, 2012, p. 190). No Gráfico 7, os vértices (círculos) equivalem aos atores da rede, aqueles que de alguma forma atuam no ambiente e são capazes de modificá-lo (LATOUR, 2012a, 2012b; CALLON; 1986). Já as relações que os atores tecem entre si, configuram as arestas e cada uma representa uma cooperação bidirecional para a realização de uma tarefa.

Gráfico 7 – Sociograma Interação Discord do Projeto P2



Fonte: Autor (2022)

Além de destacar os vértices pela sua composição em determinado *cluster*, o Gráfico 7 também destaca o volume de trocas entre os atores, por meio da espessura das arestas. O vértice A3 por exemplo teve muita troca com o vértice A5, e contribuiu muito com o Grupo Geral do Discord, compartilhando muitos vídeos e arquivos de conteúdo técnico. Outro ponto que se observa no gráfico, é que a dependência dos consultores e do professor não foi a mola mestra que impulsionou o grupo, mas a intensa pesquisa e trabalho conjunto. A densidade da rede, isto é, que representa a fração de arestas que a rede possui, ficou em 0,52.

Segundo Barabási (2009), na realidade muitas redes esparsas e conectadas tem uma densidade na ordem de grandeza menor que 1. No entanto, o autor nos elucida que a exemplo da web ou das redes neurais, este tipo de rede possui a maioria dos seus vértices pertencentes a mesma componente conexa (componente gigante), o que nos leva a entender que são redes completamente conectadas. A respeito disso, alguns pontos como a confiança e a responsabilidade, geraram um sentimento de pertencimento que intensificou as conexões na rede e permitiram que os estudantes formassem uma inteligência coletiva, pois é intrínseco a redes de conhecimento produzir inovação, produzir criatividade (PAVEL; BERG, 2014). Este ponto fica claro na fala do aluno:

- **Aluno C/P2**: “A questão da confiança ajudou muito e também a questão de saber como trabalhar em equipe, ouvir os outros, e a ajudar a tomar decisões. Isso tudo, acabou ajudando a colaborar com os outros para o projeto ganhar forma”.

Outro índice interessante para entender a rede formada pelos alunos é o grau médio, que pelo seu valor (8,5) demonstra uma rede altamente conectada, onde a clusterização é formada por vários triângulos fechados, fazendo com que a informação percorra rapidamente toda a rede (WATTS; STROGATZ, 1998). Principalmente na *cluster* 1, é nítido perceber a curta distância entre os vértices com arestas mais espessas, formando dois grandes triângulos, onde um dos vértices faz ponte com outros *clusters*. Exemplo: A2 liga D2 e A3 liga D4. Essa ligação forte entre os membros dos grupos sustentou a rede, mesmo nos momentos de maior dificuldade. Na verdade, pode-se entender a rede de conhecimento formada pelos estudantes do projeto P2 como um ecossistema vivo, que crescia em sua força cognitiva a partir de pesquisas, análises e sínteses do conhecimento gerado por eles. Da mesma forma, sua força de trabalho, experimentada em cada módulo fechado, nas tentativas erradas e nos testes contínuos, forjaram bases de resiliência e persistência, onde todo esse ecossistema fincou suas raízes (NOOR, 2013). Os fluxos de informação favoreciam toda a rede no sentido de que qualquer membro/ator poderia ter um *insight* para resolver um problema, assim eles formaram sua própria base de conhecimento (BRAGA; GUTTMANN, 2019; BRAGA; SCHETTINI, 2019).

Essa base de conhecimento torna-se algo “vivo”, isto é, alimentasse o tempo todo com as trocas dos estudantes e possui um movimento vertical constante, pois está sempre sendo alimentada com novos parâmetros. A cada decisão, a cada mudança e a cada conquista, o sistema indica melhorias na prática do grupo e a cada problema superado, o grupo consegue agregar maior valor a esta base, que poderá servir de plataforma inicial para outros projetos similares.

4.3 Discussão: Construindo um Modelo de Rede de Conhecimento

O trabalho colaborativo em rede é uma prática antiga de organização humana. Contudo, com o advento da Internet, um novo paradigma de redes produtivas surge, contrastando com o modelo de hierarquias centralizadas das organizações. Essas novas redes se destacam pela sua flexibilidade e adaptabilidade e encontram em ambientes de mudanças e incertezas uma vantagem enorme para a solução de problemas (CASTELLS, 2003). É justamente, neste universo de transformações sociais, políticas e econômicas, provocadas e influenciadas pela Internet, que as questões para esta pesquisa foram desenvolvidas. Neste contexto, onde as redes ressignificaram a relação tempo-espaço (LÉVY, 2002), também se decretou “A Morte da Distância”, título do livro que exaltava as maravilhas das tecnologias de comunicação e informação para o novo milênio (CAIRNCROSS, 1997). Em 2019, a Pandemia da SARS-CoV-2 mostrou que a distância além de necessária, estava bem “viva”, e persiste como um aspecto fundamental da experiência humana, presente na diversidade de biomas, centros urbanos, fusos horários, cultura e linguagem. A distância continua sendo um fator preocupante quando se trabalha remotamente, mesmo utilizando tecnologias de colaboração que buscam encurtá-la (OLSON; OLSON, 2000, DE SOUZA; MARCZAK; PRIKLADNICKI, 2011).

Então, apesar de toda a capacidade que aplicativos de videoconferência e mensagens instantâneas tem de reduzir distâncias, ainda assim, o desenvolvimento de projetos que envolvam profissionais trabalhando colaborativamente, mas de forma remota, continua sendo um desafio, que merece ser observado e aprimorado (ALLEN, 1977, OLSON; OLSON, 2000, GREENBERG, 2007, SHARP; DITTRICH; DE SOUZA, 2016). Dentro desta problemática, e sob uma perspectiva educacional, o trabalho em questão levanta a discussão da criação de ambientes de aprendizagem à distância, onde estudantes da Educação Profissional e Tecnológica, possam, por meio de uma estratégia projetizada e colaborativa, buscar soluções para problemas reais de organizações sociais, comerciais ou industriais que estejam interessadas em compartilhar conhecimento.

A investigação partiu de uma abordagem qualitativa, tanto no aspecto exploratório, pois investiga um fenômeno complexo, com o propósito de torná-lo mais explícito, quanto descritivo, ao buscar compreender as características e relações dos estudantes envolvidos (YIN, 2009). Trata-se, portanto, de um Estudo de Caso com duas

unidades de análise, isto é, dois projetos de programação colaborativa e remota, conduzidos por dois grupos de estudantes, com características distintas, conforme demonstrado no Quadro 9:

Quadro 9 - Unidades de Projeto do Estudo de Caso

Estudantes			**Projetos**		
Qtd. Alunos	**Nível Ensino**	**Instituições Federais**	**Escopo Resumido do Projeto**	**Sigla do Projeto**	**Período**
12	Médio Técnico	IFRJ/CSJM	Criar uma aplicação web e georreferenciada que auxilie no combate a COVID-19	P1	2020-2021
12	Médio Técnico e Superior	IFRJ/CSJM, IFRJ/CEPF e CEFET-RJ	Criar um ambiente de Realidade Virtual para treinamento de práticas laboratoriais seguras	P2	2021-2022

Fonte: Autor (2022)

No Quadro 9, observa-se claramente a diferença entre os dois projetos do Estudo de Caso. O primeiro (P1) foi composto por alunos do Ensino Médio Técnico, enquanto o segundo (P2) mescla alunos de Nível Médio e de Nível Superior (graduação). Ambos tiveram a mesma quantidade de alunos, inicialmente, sendo que a faixa etária variou entre 16 e 22 anos e o gênero dos participantes estava equilibrado entre meninos (50%) e meninas (50%). Todos os estudantes estavam nos anos finais de seus cursos de Informática. Cada projeto contou com um professor/pesquisador e um professor/consultor, sendo que no P2 havia dois (2) consultores, um de tecnologia e outro, pela organização, na área de biossegurança. As técnicas de coleta de dados se deram pela observação participante, gravações das reuniões em vídeo, das conversas e trocas entre os membros dos grupos pelos sistemas de apoio escolhidos, para cada projeto, por meio de questionários e entrevistas individuais.

4.3.1 Ferramentas de Colaboração

Diante do exposto, pode-se perguntar: Será que uma rede de conhecimento formada por jovens estudantes pode propor soluções inovadoras para problemas oriundos das organizações, sejam sociais, comerciais ou industriais?

Foi necessário, então, que o trabalho aderisse a área de Sistemas Colaborativos (CSCW - *Computer Supported Cooperative Work*), que estuda as formas como as pessoas trabalham coletivamente usando tecnologias para mediar as interações e trocas entre elas. No Brasil, a comunidade de Sistemas Colaborativos começou a engatinhar na década de 90, já visando os problemas oriundos das organizações produtivas. Os desafios e oportunidades de diversas bases de conhecimento fortaleceram as pesquisas de caráter mais holístico, apesar de suas raízes em sistemas computacionais. Hoje a área demonstra maturidade, com participação no cenário internacional e vem buscando ampliar seu escopo de investigação, de ambientes colaborativos entre humanos, para a interação entre humanos e máquinas, e com o avanço de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT - I*nternet of Things*) e da Inteligência Artificial (IA), passou a se interessar também pela mediação colaborativa entre sistemas (DUARTE; FUKS; LUCENA, 1992, BORGES; CAVALCANTI; CAMPOS, 1995, FUKS; BORGES, 2018).

Dentro da área de CSCW, buscou-se um modelo que pudesse compreender, analisar, sintetizar e explicar o fenômeno social das trocas colaborativas dos grupos de alunos, nos dois projetos. Entre os modelos de colaboração mais significantes e usados por pesquisadores no mundo inteiro, se encontra o Modelo 3C de Colaboração, classificação dada por Ellis e colaboradores (1991). O modelo usa um tripé dimensional para descrever as relações de um grupo: comunicação, coordenação e cooperação. A colaboração dentro deste sistema significa todo o trabalho em conjunto sendo realizado por todos os membros do grupo ao mesmo tempo. Assim, a colaboração acontece na sinergia simultânea destas três dimensões, isto é, na verdade, pode-se dizer que o Modelo 3C necessita das três dimensões empenhadas ao mesmo tempo e o tempo todo, para que o trabalho de um grupo seja considerado colaborativo.

Mediante estas definições de trabalho colaborativo, cogitou-se em que momento a colaboração acontecia de fato, entre os grupos dos projetos P1 e P2, uma vez que a comunicação, a cooperação e a coordenação aconteciam em momentos distintos. Mas, é neste ponto que se identifica um salto inovador deste tipo de conexão organização-escola. A Figura 11 reflete o esquema que foi adotado pelo sistema de trabalho, que envolveu este estudo de caso. Nota-se que apesar da existência da distância entre os estudantes, todos os requisitos do Modelo 3C foram atendidos, porém, usando a Internet como um ponto de apoio, não só para os momentos síncronos e assíncronos, agora para ampliar o ambiente de trabalho colaborativo. A comunicação era concretizada pela Internet, a coordenação registrava os avanços nas plataformas web e a cooperação só existia quando todos estavam na mesma sala virtual, discutindo a codificação.



Figura 11 – KWE dos Projetos P1 e P2
Fonte: Autor (2022)

Existem sistemas específicos para apoio a atividades colaborativas de desenvolvimento de *software*, chamados de *Knowledge Work Environment* (KWE). São exemplos, o IBM Rational Team Concert e o Microsoft Visual Studio Team Foundation Server, cujas funcionalidades abrangem as três dimensões do modelo colaborativo de Ellis (1991). Além de possuírem módulos de codificação coletiva, fóruns, bate-papo, blogs, wikis, repositórios, geralmente agregam funções que montam a equipe apenas selecionando os seus membros, por meio do registro de colaboradores dos sistemas centrais das organizações, como listas LDAP ou *Active Directory* (ANTTILLA, 2006, DE SOUZA; MARCZAK; PRIKLADNICKI, 2011).

Na Figura 11, o formato escolhido pelos grupos, foi uma forma híbrida de recriar um KWE. Enquanto mantiveram encontros via internet para comunicar mensagens, avanços e erros, eles também mantiveram momentos *offline*, onde as tarefas eram feitas de forma individual. Mas, o sistema criado e interpretado pela Figura 11, demonstra que houve uma colaboração completa, justamente porque criaram pequenos ciclos de trabalho de comunicação, coordenação e cooperação, utilizando a Internet como central das interações e que por onde compartilhavam os produtos feitos pelas ferramentas livres. Importante ressaltar que os sistemas usados para construção dos módulos do software, criados pelos membros de cada projeto se caracterizam por possuírem licença

open source, isto é, de código aberto, ou possuem licença *free* para projetos acadêmicos. Esta última categoria atendeu perfeitamente as necessidades de trabalho dos grupos, mesmo com algumas limitações em funcionalidades avançadas. Nota-se também, que os sistemas utilizados para codificação das soluções, propostas por cada grupo, foram utilizados de forma individual (*standalone*). Plataformas como Eclipse, Unity, Workbench e Blender foram instaladas no computador pessoal de cada aluno, sem nenhum suporte a algum espaço compartilhado na Internet.

Logo, devido à complexidade dos softwares atuais, desde o tamanho do código, abrangência de requisitos, atualizações constantes, e a diversidade das equipes, os aspectos humanos se tornaram tão importantes, quanto os aspectos técnicos (AHMED *et al*., 2012, MATTURRO, 2013). Evidencia-se que qualquer projeto de construção de software carece principalmente de dois pontos principais para ser bem-sucedido: colaboração e coordenação. A gestão do conhecimento durante esse processo criativo ganhou novos meios de garantir que o fluxo de informações entre os programadores seja o mais claro e acessível possível, assim como permitir que as trocas sejam constantes e enriquecidas com espaços e tempos de interação flexíveis. A revolução da Internet trouxe uma nova perspectiva de sociedade em rede, baseada em uma nova pedagogia da interatividade, da personalização, marcada pelo trabalho coletivo, e que no desenvolvimento de *software* fica muito perceptível nos projetos de código aberto, na produção distribuída e transcultural e nas inúmeras metodologias ágeis que surgiram nos últimos anos (CASTELLS, 2003, DE SOUZA *et al*., 2009).

Apesar da área educacional não dispor destes sistemas colaborativos mais robustos, segundo os estudantes, as ferramentas disponíveis na Internet não foram insuficientes no requisito de permitir que o grupo alcançasse a colaboração, formando também um ‘ambiente colaborativo de gestão do conhecimento’, mas de forma somativa e cíclica, onde as dimensões do Modelo 3C eram contempladas individualmente por sistemas específicos, como destacado na Figura 11. A comunicação, coordenação e cooperação eram realizadas pelas equipes de alunos em tempos diferentes e eram integradas pela Internet, que servia como uma espécie de ‘cola virtual’ dessas três dimensões do trabalho colaborativo. Enquanto a comunicação era feita por mensagens rápidas, como marcação de reuniões, envio de *links* para uma aprendizagem sob demanda, conforme o projeto exigia novos saberes, a cooperação era feita individualmente ou em pares, dependendo da necessidade.

No Grupo P1, por exemplo, alguns alunos, responsáveis pela mesma tarefa, faziam no Meet uma reunião, onde enquanto um membro projetava o código, os outros sugeriam modificações. Desta forma, a cooperação ganhava um espaço compartilhado de trabalho para este subgrupo em questão. Ainda, com o suporte do Modelo 3C de Colaboração, demonstra-se quais sistemas utilizados geraram e mantiveram a colaboração ativa dentro das equipes de estudantes. O Quadro 10, mostra essas ferramentas e sua classificação:

Quadro 10 - Modelo 3C de Colaboração aplicado às Unidades P1 e P2

Grupo Projeto	Ferramentas Sistemas	Comunicação	Coordenação	Cooperação
P1	Eclipse			
	Google Drive		X	
	Google Meet	X	X	X
	Slack	X	X	
	Whatsapp	X		
	Wiki		X	X
	Workbench			
	Tomcat			
P2	Blender			
	ClickUp	X	X	
	Discord	X	X	
	GitHub	X	X	X
	Google Drive		X	
	Google Meet	X	X	
	Miro		X	X
	Notion		X	
	Unity			
	Whatsapp	X		

Fonte: Autor (2022)

No Quadro 10, percebe-se a utilização de quais ferramentas foram mais importantes para cada uma das três dimensões, sendo que algumas conseguiam disponibilizar funcionalidades em todos os eixos do Modelo 3C. A dimensão da coordenação foi a que teve mais ferramentas atuantes, devido à complexidade de se desenvolver um *software* à distância e ao mesmo tempo manter uma equipe estimulada para contribuir com frequência ou quando solicitada. Essa tendência é reflexo da área de Desenvolvimento de *Software*, que logo se enveredou para o desenvolvimento

colaborativo de aplicações a distância. Isto, se deve muito pela escassez de mão de obra qualificada, fazendo com que as empresas formem suas equipes com colaboradores que vivem afastados de seus escritórios. Esse modelo global, de trabalho colaborativo e distribuído geograficamente, tem a Internet como seu eixo de acoplamento, e passou a ser objeto de pesquisas de muitos laboratórios de estudos sobre CSCW (HERBSLEB *et al*., 1995, OLSON *et al*., 1995, OLSON; TEASLEY, 1996, COVI *et al*., 1998, OLSON *et al.*, 1998, OLSON; OLSON, 1999, GOLDBERG, 2002, DE SOUZA *et al*., 2009, DITTRICH, 2016, GHIMIRE *et al*., 2020). Os resultados publicados ressaltam que apesar das tecnologias de comunicação e informação conseguirem criar espaços de produção colaborativa, que aproximam os membros de um grupo, ainda existem características a serem consideradas como obstáculos dentro de um trabalho remoto, como contexto local, confiança, fuso-horário e cultura, por exemplo. As falas dos alunos demonstram essas preocupações com o modelo adotado, mas ao mesmo tempo, revelam a boa experiência com o projeto:

- **Aluno A/P2**: “Provar que um trabalho totalmente remoto funciona. […] Eu não acho que foi uma consequência boa da Pandemia, mas seria algo que a gente já deveria estar fazendo. Tem gente que é totalmente crítica. E para mim, esse projeto é uma prova de que o trabalho remoto funciona”.

No mesmo intento deste trabalho, capturar a experiência de equipes de programadores trabalhando a distância de forma colaborativa faz parte das atividades da área de Desenvolvimento de *Software*, uma vez que procura maneiras eficazes de melhorar suas práticas e compartilhar os conhecimentos adquiridos em projetos com essas especificações (GOLDBERG, 2002). Afinal, as organizações contemporâneas priorizam não somente as capacidades técnicas, como também exigem competências de comunicação, colaboração e trabalho em equipe, entre outras, nas contratações para desenvolvedores de software (AHMED *et al*., 2012, MATTURRO, 2013, MATTURRO *et al*., 2015). Neste sentido, ao se desenvolver a prática colaborativa de *software*, ao mesmo tempo se constrói um contexto, onde determinados padrões de programação, articulados e integrados, constituem um método de desenvolvimento (DITTRICH, 2016). Pode-se compreender então, que ao aplicar um método, na verdade se está desenvolvendo uma prática específica, que no caso desta pesquisa, se localiza em um ambiente de trabalho colaborativo e remoto. A exemplo, no Grupo P2, a dimensão de coordenação foi a mais questionada, onde se buscou por mais funcionalidades de controle de tempo, entregas e responsabilidades. O Google Drive foi o primeiro a ser usado para este fim, mas apesar de guardar listas com cronogramas e responsáveis pelas tarefas, era de difícil

atualização, deixando-o obsoleto na hora de consultar informações. Em um segundo momento o grupo utilizou o aplicativo Miro, principalmente para ilustrar as etapas de cada tarefa em formato de fluxogramas (Figura 12).

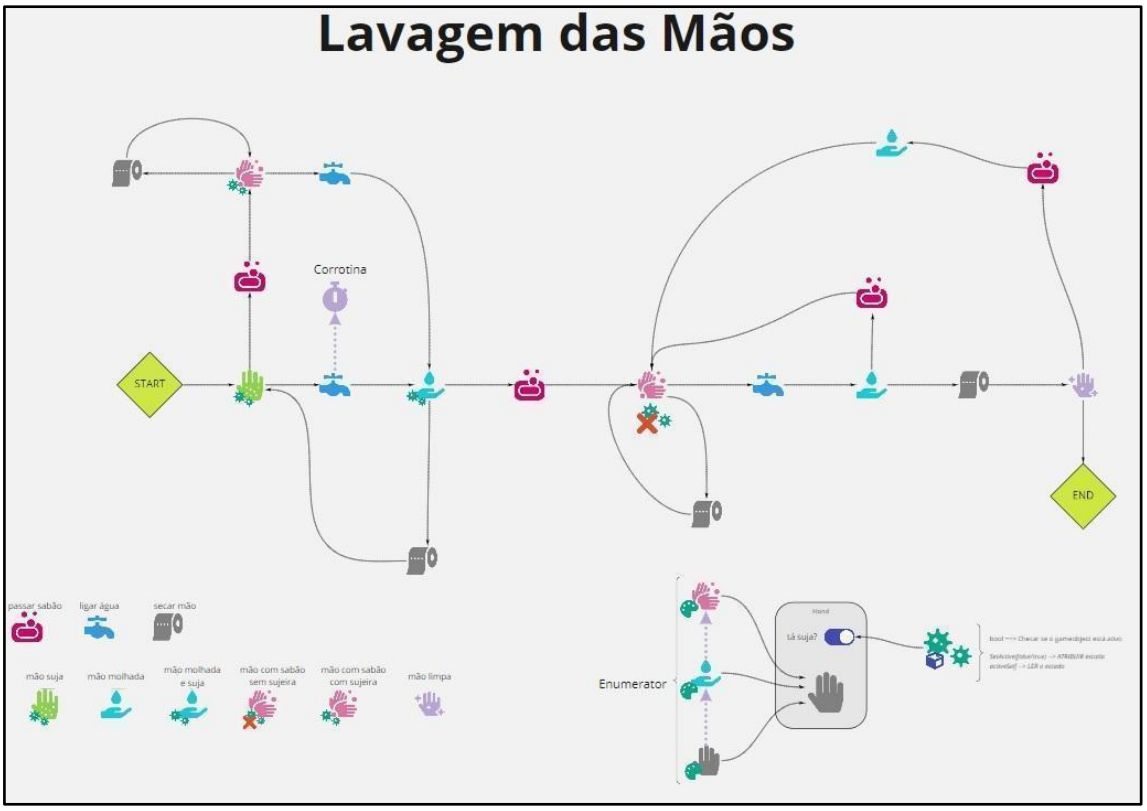


Figura 12 - Fluxograma “Lavagem das Mãos” criado no Miro (P2)

Fonte: Autor (2022)

Os fluxogramas (Figura 12) são ótimos recursos auxiliares dos programadores, pois indicam os pontos onde as estruturas de controle precisam ser implementadas e quais devem ser as opções apresentadas aos usuários. Obviamente, que o sistema Miro conseguiu elucidar muitas questões do código que estavam emperradas, embora o grupo continuasse a procurar uma interface mais fácil de gerenciar as tarefas. Após outras opções, como o Notion, o grupo estabeleceu o sistema ClickUp como apoio para a coordenação do projeto. A vantagem desta aplicação é que a linha de tempo das tarefas pode ser alimentada com rótulos, contendo título da tarefa, descrição dos detalhes, imagens, links e avatar do responsável, como se fosse um grande mural. Há ainda a possibilidade de inclusão de rubricas em cada rótulo, que foram exploradas pelo grupo da seguinte forma: “aberto”, “fechado” e “em avaliação”. A última rubrica demonstra uma adaptação de correção das condições deste trabalho colaborativo a distância.

Neste novo formato, portanto, o Grupo P2 podia visualizar as tarefas de forma facilitada, conforme elas iam sendo modificadas durante o processo de produção do software, lembrando um painel Kanban, muito utilizado por metodologias ágeis, como o Scrum.

O modelo de trabalho da Figura 11, que foi baseado nas funcionalidades dos sistemas utilizados pelos dois grupos de estudantes, possui entre as dimensões (comunicação, coordenação e cooperação) um espaço, pelo fato da maioria das ferramentas não integrarem mais de uma dimensão. A Internet era o meio de articulação e interação da tríade colaborativa, e que proporcionava um espaço de trabalho simultâneo, onde o conhecimento era compartilhado (KWE), pois era nesse momento em que as discussões, conflitos e troca de saberes aconteciam de forma mais intensa entre todos os participantes. As ideias de um indivíduo ficavam visíveis para todo o grupo (GOLDBERG 2002, ANTTILA 2006). Isto, desencadeou duas ações ao longo dos projetos:

- **Escolha de Lideranças**: foi necessário que o grupo elegesse líderes para que estes fizessem a consolidação das entregas dos membros. Assim, o código fonte principal ficava preservado de módulos que não estavam corretos. Era função do líder fazer o *backup* do código original e testar todas as entregas, antes de consolidar as partes;
- **Mudanças de Versões dos Sistemas**: a maioria dos sistemas foram instalados nas próprias máquinas dos alunos, acarretando uma série de problemas no início das junções das partes do código, pois havia diferenças nas versões instaladas. No momento da consolidação pelo líder, surgiam muitos *bugs*, devido aos códigos das tarefas conterem funções inexistentes ou chamadas de bibliotecas que não existiam na versão que o líder estava trabalhando.

Diante disso, os grupos precisaram alinhar todas as versões instaladas destes sistemas em suas máquinas, principalmente, os sistemas de codificação como Unity e Eclipse. Percebe-se então, um movimento dos alunos em busca de ferramentas que conseguissem abranger mais de uma dimensão colaborativa. O sistema WhatsApp é um bom exemplo disso, pois nos dois casos de investigação, os grupos trocaram de *software* de comunicação. O Grupo P1 migrou suas mensagens para o sistema Slack e o Grupo P2 migrou para o sistema Discord. Esses novos ambientes, além de recursos comunicacionais, também ofereciam funcionalidades de coordenação.

As conversas passaram a conter ‘*tags*’ (marcadores) que serviam para criar subgrupos de conversa, o que tornava a procura pelos assuntos comentados muito mais rápida. Essas *tags* formavam uma espécie de ‘salas’ dentro da aplicação, separadas por tema e que suportavam o compartilhamento de arquivos, imagens, áudios e *links*. Até mesmo as reuniões começaram a ser agendadas dentro destas aplicações, pois ambas possuem recursos síncronos de videoconferência. E apesar de serem aplicações comerciais, a versão básica, gratuita para uso, deu conta de todas as necessidades dos grupos.

Outro aspecto, levantado pela pesquisa, identifica sistemas mais robustos, que possuem funcionalidades das três dimensões do Modelo 3C. Aplicativos como o GitHub permitem que grupos de trabalho colaborativos possam criar estratégias para enfrentar os desafios do desenvolvimento de *software* a distância. Mas os Grupos não tinham experiência significativa para poderem aproveitar todos os recursos da ferramenta. A forma como uma equipe explora os recursos de uma ferramenta digital, e em rede, cria oportunidades de interação e vivência de um processo de produção coletiva. Neste ínterim, o Grupo P1 se destacou pelo fato de usar o Google Meet como um espaço compartilhado de trabalho. Normalmente o Meet serve apenas como um ambiente de comunicação, com videoconferência e bate-papo (chat), e as reuniões síncronas se configuram também em uma forma de coordenação, pois era a partir desses encontros que os grupos discutiam ideias, dividiam tarefas e combinavam prazos de entrega, isto é, o passo-a-passo do projeto. Quando a funcionalidade de apresentação abre uma janela de código que será construída ou avaliada por todos, enquanto um membro vai registrando as alterações real-time, então, neste momento, a cooperação dentro de um espaço compartilhado de trabalho se tornou possível. A ferramenta não foi projetada para este fim, mas a ‘inteligência coletiva’ (LÉVY, 2007) gerada pela interação do grupo conseguiu ampliar as possibilidades colaborativas do sistema.

Assim, sair de um sistema arcaico, como o da sala de aula tradicional, para um sistema inovador, baseado em projetos e colaboração, consegue uma integração melhor dos alunos e fornece a eles uma bagagem altamente qualificada para ocupar vagas no mercado de trabalho, não se limitando a isso, mas toda essa experiência desafiadora, os prepara de forma prática para as tomadas de decisão, os conflitos, a política, a ética e a cidadania global do mundo contemporâneo. Todo esse arcabouço cognitivo, social e emocional só pode ser construído pelos alunos, por causa de um elemento fundamental: liberdade criativa. Esse elemento favoreceu as trocas espontâneas entre eles e a coragem para testar hipóteses, em busca de soluções.

4.3.2 Práticas Colaborativas

O Pensamento Reflexivo de Práticas Colaborativas (SCHON, 1984) permite visualizar quais foram os métodos criados e ou utilizados pelos estudantes de cada grupo para que a colaboração avançasse da informação compartilhada para a prática compartilhada e que culminou na criação de uma inteligência coletiva (LÉVY, 2007). A metamorfose de uma fase para outra dá suporte para que se entenda como cada grupo construiu seu próprio modelo de troca de conhecimento.

A primeira categoria “Colaboração Conceitual” demonstra algumas semelhanças de atitudes entre os grupos. Tanto P1, quanto P2 procuraram se dividir em subgrupos de forma que as tarefas fossem sendo realizadas de forma paralela. As interdependências entre os módulos construídos pelos subgrupos eram criadas depois de maneira coletiva, quando todos estavam juntos (*online*). Desta forma, percebe-se que os grupos não agiam de forma desorganizada, mas combinavam estratégias para gerar, receber e compartilhar informações, em um ambiente controlado e organizado (SCHATZKI, 2005). Esse tecido social foi sendo articulado com base na confiança e no sentimento de pertencimento ao projeto, pois não se sabia se os colegas estavam ou não trabalhando, algo que só seria constatado na reunião de entrega. Havia um ‘entendimento de responsabilidade mútua’, onde todos se sentiam responsáveis pelo sucesso do projeto (SHARP et al., 2016, SCHATZKI, 2005, DITTRICH, 2016). Nota-se, portanto, que P2 se preocupou em nivelar a base teórica de cada membro, realizando várias oficinas sobre Realidade Virtual (RV), permitindo que esse conhecimento fosse universalizado entre eles. A capacitação fornecida internamente conseguiu ‘lapidar’ muitas dúvidas e aproximar os membros menos experientes, pois criou-se uma linguagem comum entre eles.

O desenvolvimento do *software*, proposto por cada grupo, passou da reflexão sobre os conceitos para uma “práxis reflexiva”. Quando as primeiras partes foram sendo consolidadas, os arranjos sociais de “Colaboração Prática” estavam estabelecidos em três vertentes principais:

- **Codificação coletiva**: acontecia no momento dos subgrupos e na consolidação das partes. Nesta última, os acertos e erros eram verificados por todos, podendo haver modificações, dependendo das ideias que surgissem durante a reunião;

- **Adoção de metodologia**: os grupos se apoiaram em metodologias ágeis para a construção das aplicações, se aproximando muito de um ambiente profissional vivenciado por organizações de produção de software;

- **Aprofundamento da técnica**: os saberes necessários para se dar continuidade ao processo produtivo do *software* ou eram solicitados aos professores ou eram compartilhados por meio de algum material específico.

Além desses métodos, a de se destacar que o Grupo P2, também utilizou recursos gráficos (fluxogramas e vídeos) para a interpretação do algoritmo. No desenvolvimento de um *software* existem vários recursos para se compreender e analisar um algoritmo, sendo um deles, a utilização da *Unified Modeling Language* (UML), que se caracteriza por ser uma linguagem gráfica para a modelagem de sistemas. No caso do Grupo P2, foram criados fluxogramas para se determinar os passos da navegação do usuário, quando dentro do sistema 3D, indicando estados de situações, tomadas de decisão*, loops* condicionais e outras boas práticas que ajudam o programador a compreender o que se espera de cada parte do *software*. Os estudantes também gravaram vídeos simulando práticas laboratoriais, para poderem entender as ações dos profissionais durante um trabalho específico, e para visualizarem as proporções dos objetos com os quais o profissional haveria de ter contato. Neste contexto, a cooperação dos grupos determinava o nível de produtividade, pois, ao se projetar soluções inovadoras, o único *feedback*, que se obtém, são aqueles oriundos da própria evolução do seu trabalho. Quanto mais se atende os requisitos do escopo do projeto, mais se sabe que o caminho está correto, ao contrário, quanto mais tempo se demora para solucionar determinada situação, mais pendências se acumulam, ficando difícil de se mensurar os resultados temporários (PRIKLADNICKI et al., 2013).

Na “Colaboração Educacional” houve muita criatividade por parte dos grupos de estudantes. A tarefa mais árdua era manter o comprometimento de ensinar o colega à distância, porque na maioria dos casos, não houve uma amizade presencial pré-estabelecida. Os laços de confiança foram sendo construídos conforme a rede amadureceu na prática. O Quadro 11, contém os principais movimentos comportamentais realizados pelos Grupos P1 e P2 dentro das práticas de colaboração conceitual, prática e educacional. Percebe-se que para cada dimensão existem iniciativas que foram criadas pelos alunos para atender as demandas de criação do *software*.

Quadro 11 – Pensamento Reflexivo Práticas Colaborativas aplicado à P1 e P2

Grupo Projeto	Tipos de Colaboração		
	Conceitual	**Prática**	**Educacional**
P1	* O compartilhamento das informações era realizado em mais de um canal de comunicação	* As tarefas foram divididas para subgrupos, que as realizavam de forma paralela	* Trocavam muito material de estudo nas reuniões (tutoriais, vídeos e links)
	* Criaram reuniões extras de subgrupos para a execução das tarefas	* A consolidação das partes do código era feita por um líder escolhido por todos do grupo	* O aluno que dominava determinado saber explicava aos outros em reuniões de estudo
	* Assiduidade da maioria dos membros nas reuniões	* Solicitaram oficinas aos professores quando havia necessidade de aprender novos saberes	* A aprendizagem tácita acontecia nas reuniões de codificação coletiva pelo Meet
		* Realizaram testes do aplicativo com os familiares	* Criaram uma Wiki para guardar e compartilhar a experiência do grupo com outros estudantes
P2	* Os alunos realizaram oficinas entre si para nivelamento do grupo	* Criaram um processo para corrigir o erro de consolidação das partes com o código principal	* Criaram uma Game Jam de 72 horas para resolver as pendências do código
	* Mudaram de canal de mensagens optando por um mais conhecido e com mais recursos	* Pesquisaram bastante material de trabalhos semelhantes	* Implantou um sistema de registro dos marcos do projeto (conquistas e decepções)
	* Dividiram-se em dois grupos, que se comunicam esporadicamente (design e programadores)	* Utilizaram metodologia ágil para organizar o desenvolvimento do software	* Realizavam brainstorming com frequência para encontrar soluções para o sistema
	* Criaram um esquema de justificativa para faltas nas reuniões e ou de entregas nos prazos	* Cada semana um membro liderava a reunião principal de análise das mudanças executadas	* Estipularam horários fixos de dedicação ao projeto
	* Buscaram flexibilizar os horários sempre que a quantidade de membros diminuía nas reuniões	* Criaram um conjunto de fluxogramas de navegação do usuário dentro do ambiente RV	* Desenvolveram muita autonomia, que tornou a liderança compartilhada para a tomada de decisões

Fonte: Autor (2022)

Obviamente, que a potencialidade das trocas existentes foi facilitada pelas tecnologias utilizadas, mas também sustentada por uma ‘mentalidade coletiva’, alcançada pelas interações dos grupos. Segundo Castro e Menezes (2011), a aprendizagem colaborativa tem como um de seus princípios, o fato de que “os estudantes

trabalham juntos buscando aprender; e os estudantes são responsáveis, não apenas por sua própria aprendizagem, mas também pela aprendizagem dos demais" (p. 136). Neste sentido, nos dois casos apresentados, o conhecimento gerado por essas interações foi gerenciado de forma a complementar as falhas individuais e desenvolver novas competências, as quais eles ainda não haviam tido a chance de vivenciar, como, por exemplo, o trabalho colaborativo. Entre essas competências pode-se pontuar as seguintes:

- **Comunicação**: os grupos apresentaram um alto nível de comunicabilidade, haja visto os artifícios utilizados para distribuir os conhecimentos adquiridos. Os alunos trocavam muito material, reservavam horários para encontros educacionais e mantinham a liberdade de fala para todos, em reuniões de *brainstorming*;

- **Liderança**: foi uma das competências mais desenvolvidas durante o processo educacional dos projetos. Na maioria dos casos, a liderança foi espontânea e não imposta. Os alunos traziam soluções e compartilhavam com o grupo para a solução de determinados gargalos no código. Alguns se destacavam e acabavam influenciando a cultura organizacional do grupo, como na determinação de horários, na divisão de tarefas, e no controle de entregas, cobrando e motivando os demais membros do grupo;

- **Trabalho em equipe**: a vivência do trabalho colaborativo foi algo inusitado, mas ao mesmo tempo, priorizado pelos alunos, pois eles entendiam que a experiência do projeto era uma oportunidade de entender o ambiente contemporâneo de produção de software. O Grupo P1 se dedicou em construir uma wiki com todos os detalhes do projeto, para que outros alunos pudessem utilizá-lo e melhorá-lo. O Grupo P2 montou e organizou uma *Game Jam*, um encontro para programação intensa, em curto espaço de tempo, no intuito de se resolver as pendências de codificação, gerando um esforço colaborativo, que possibilitou avanços.

Percebe-se que o desenvolvimento dessas competências teve desdobramentos que culminam na fundamentação do processo colaborativo dos projetos de *software*, facilitando a comunicação e o fluxo de informações, impulsionando iniciativas individuais e fortalecendo o trabalho em equipe (AHMED *et al*., 2012, MATTURRO *et al*., 2015, GHIMIRE *et al.,* 2020).

4.3.3 Modelo de Inteligência Coletiva em Rede

O objetivo desta pesquisa foi o de montar um modelo capaz de refletir a experiência, para que outros pesquisadores da área possam repeti-la, adaptá-la a outros contextos e avaliá-la de forma a apontar erros e melhorias. Não se trata de um modelo rígido, fixo, imutável, desarticulado com o seu tempo histórico e social, mas um compêndio de boas práticas para orientar mudanças na área escolar e suas relações com as demais organizações sociais, comerciais e industriais da sociedade. O modelo aqui apresentado abre novos canais de comunicação empresa-escola, de forma que as informações geradas por ambas sejam material de troca e desenvolvimento da ciência e da tecnologia no país. A utilização destes padrões é uma via de mão dupla na geração e gestão do conhecimento, pois de um lado a escola se fortalece, aplicando suas bases científicas em problemas autênticos (reais e importantes para a sociedade), e do outro lado, as organizações ganharão uma base sólida de soluções viáveis para avançar em suas demandas contemporâneas (FERNANDES et al., 2010; ALVAREZ; KANNEBLEY JR.; CARLO, 2013; ARAÚJO et al., 2015).

Esse diálogo se torna importantíssimo para estimular novas estratégias para a aprendizagem da Educação Profissional e Tecnológica, assim como, gerar novas redes de conhecimento, onde o acesso e a participação de vários membros da sociedade são capazes de enriquecer a cultura digital e mitigar os riscos de quaisquer tipos de empreendimentos, sejam eles ambientais, energéticos, econômicos, éticos, estruturais, sanitários, tecnológicos, científicos e de outras esferas sociais (LÉVY, 2007; ISHIHARA, 2012; BLENKER; DREISLER; KJELDSEN, 2006; PAVEL; BERG, 2014).

Logo, os Projetos P1 e P2, unidades de caso deste trabalho, demonstraram que esta via de mão dupla, entre escola e organização, é possível e traz benefícios para ambos os lados, tanto para a formação de futuros profissionais, quanto para o desenvolvimento de soluções para os problemas reais que enfrenta o setor produtivo. A pergunta, que fica latente que esta tese traz é: Como estudantes construíram um modelo de rede de conhecimento, onde a articulação entre os saberes desenvolvidos na Rede Federal de Ensino e a experiência de organizações sociais, fomentou a criação de um ambiente propício ao surgimento de projetos inovadores na área de *software*. O primeiro gerado pelo próprio interesse da sociedade, em minimizar os efeitos de uma pandemia na população brasileira e o outro promovido pelos anseios de uma instituição federal no aprimoramento de profissionais da área da saúde.

Segundo Castells (2003):

> Só uma rede de centenas, milhares de cérebros trabalhando cooperativamente, com divisão de trabalho espontânea, e coordenação maleável, mas eficiente, poderia levar a cabo a tarefa extraordinária de criar um sistema operacional capaz de lidar com a complexidade de computadores cada vez mais potentes interagindo por meio da Internet (43).

O renomado sociólogo se refere desta forma ao fenômeno da criação do sistema operacional Linux, que foi totalmente criado colaborativamente com a ajuda de programadores, distribuídos pelo mundo inteiro e utilizando os recursos da rede mundial de computadores. Desde sua organização, comunicação e avaliação, com testes, este grande feito, foi apoiado por uma grande rede de pessoas que desejavam um sistema livre e gratuito. Eles criaram uma rede de conhecimento global, mas aqui, destaca-se a diferença entre uma rede de comunicação e uma inteligência coletiva em rede. Repare nos pontos principais que Castells (2003) ressalta para a rede do projeto Linux, e que também são os pilares pelos quais P1 e P2 foram construídos:

- **Trabalho Colaborativo**: essas redes realizaram um trabalho coletivo e de forma inteligente. É a inteligência dos indivíduos destas redes que fortaleceu essas redes cognitivamente, pois não só consomem, mas produzem e compartilham toda informação que circula entre eles. O fluxo flexível da informação consegue ampliar a visão dos atores da rede, os quais estão engajados em encontrar uma solução para um problema concreto. Portanto, uma inteligência coletiva em rede se forma para criar, na prática, algo ainda não concebido. Trata-se de um ecossistema de força cognitiva e de trabalho (MORONE; TAYLOR, 2012; NOOR, 2013; GRIMON; MEZA; CARDENAS; MONGUET, 2017; MOREL; DUPONT; BOUDAREL, 2018);
- **Gestão do Conhecimento**: as redes construídas não eram conduzidas de forma aleatória, mas existiam lideranças e estruturas organizacionais para dividir, consolidar e centralizar todo esforço em direção a um objetivo comum. São estruturas menos hierárquicas e mais maleáveis, dando importância a todos os membros da rede, isto é, a falta de um dos nós da rede pode acarretar uma mudança de performance, não desejável. Tanto um time de futebol, quanto um grupo de estudantes de programação podem formar uma inteligência coletiva, desde que eles tenham acordos estratégicos e táticas combinadas, que serão honradas durante o jogo ou seja, na execução do projeto.

Aqueles que não assumem estes acordos, simplesmente não entram na rede, pois não entendem ou não respeitam a maneira como funcionam suas engrenagens (LÉVY, 2007; BRAGA; GUTTMANN, 2019; BRAGA; SCHETTINI, 2019; GRIMON; MEZA; CARDENAS; MONGUET, 2017; MOREL; DUPONT; BOUDAREL, 2018);

- **Inovação Colaborativa**: ao “mirar” para a solução de algo extraordinário, as equipes se estimularam para enfrentar a complexidade de problemas reais. Na verdade, essas redes ganham a capacidade de criar um ambiente de interações e aprendizagem que se aprimora continuamente. Essas redes, têm requisitos de aprendizagem, interdisciplinaridade e diversidade, que também são as camadas de pavimentação para caminhos de inovação. A máxima destas redes é: formar para a inovação, por meio da exploração de diferentes domínios em uma estrutura que permite a troca de informações e o desenvolvimento de competências, visando melhorar a gestão do conhecimento em ambientes científicos e tecnológicos (PAVEL; BERG, 2014; THUNE, 2011; GRIMON et al., 2017; KIM; RYOO; AHN, 2017; DIMOV; STEFANOV, 2009; BRAGA; SCHETTINI, 2019).

O fenômeno estudado baseia-se em um novo modelo de inteligência coletiva, que é “estimulada pela troca de informações a distância, com grande velocidade e a baixo custo, por grupos de pessoas em um ambiente multidirecional de comunicação, baseado no novo paradigma de comunicação de muitos para muitos (CAVALCANTI; NEPOMUCENO, 2007, p. 34). Ainda, os autores citados classificam os modelos de inteligência coletiva da seguinte forma:

- **Inteligência Coletiva Inconsciente**: aquela em que o usuário contribui com alguma informação para o coletivo, mesmo sem saber, pelo simples ato de navegar;
- **Inteligência Coletiva Consciente**: aquela em que o usuário contribui de maneira voluntária;
- **Inteligência Coletiva Plena**: aquela em que se consegue, em um mesmo ambiente potencializar as duas formas anteriores.

Corroborando para o primeiro modelo de Inteligência Coletiva Inconsciente, Hurson (2008) nos lembra que a maioria das pessoas segue esse padrão de comportamento em suas atividades diárias, incluindo a inserção em grupos.

Em analogia as processionárias, que simplesmente seguem o rastro uma das outras, não importando o que aconteça, da mesma forma “a Inteligência Coletiva Inconsciente é aquela obtida pelo rastro deixado pelo internauta” (CAVALCANTI; NEPOMUCENO, 2007, p. 35). A interpretação deste rastro se caracteriza por ser um caminho digital, formado por cliques em *links* ou ícones de aprovação ou reprovação de determinados serviços, enfim toda decisão do usuário que pode ser registrada por servidores web. Esses dados são organizados de forma a construírem uma espécie de tendência a ser seguida, a qual os autores chamam de “aproveitamento de rastro” (p. 36). Logo, toda a navegação do usuário se transforma em estímulo para outros, como indicadores de relevância do tipo “livros mais vendidos”, “artigos mais lidos”, “artigos mais comentados”, “quem comprou isso também comprou aquilo”, entre outros.

Ao contrário, a Inteligência Coletiva em Rede formada pelos estudantes, nos dois casos, formou “comunidades criativas” (MANZINI, 2008), onde a colaboração é voluntária, a participação muito regular, a liberdade é fator primordial para a tomada de decisões e a prática do "pensamento produtivo” (HURSON, 2008) leva a criticidade e a criatividade. Assim, a rede formada pelos estudantes da Rede Federal se comporta totalmente diferente do tipo de rede “padronizada”, mas pode ser equiparada a algo mais complexo como uma Inteligência Coletiva Consciente, onde se exige um esforço e uma articulação entre os membros da rede. Neste caso, os estudantes tinham contato regular pela rede, concretizando e fortalecendo desta maneira laços de fraternidade, confiança e responsabilidade, entre eles (BARABÁSI, 2009). Certo que essa configuração aumenta os conflitos, mas ao mesmo tempo, cresce a maturidade do grupo em vivenciar um ambiente próximo ao encontrado nas organizações contemporâneas, com pluralismo cultural, de saberes, de interesses, de ponto de vista, de modelos mentais e visões de mundo. Segundo Cavalcanti e Nepomuceno (2007), alguns exemplos deste modelo de rede de conhecimento, ao longo da história da Internet, são o desenvolvimento do sistema operacional Linux, o comércio eletrônico da Amazon e do comunicador síncrono Skype.

Neste sentido, as redes formadas pelos projetos P1 e P2 foram ganhando maior robustez nas dimensões de competências apontadas pela literatura como aquelas que são mais demandadas pelas organizações para a contratação de profissionais na área de tecnologia, como computação e engenharia. No Quadro 12, os dois grupos tiveram as 5 (cinco) dimensões pontuadas, de acordo com o seu desempenho no período de planejamento, execução e finalização de cada projeto. Observa-se que o desenvolvimento foi diferenciado em algumas dimensões, mantendo uma conformidade, apenas no quesito liderança:

Quadro 12 - Comparação entre a Maturidade das Equipes P1 e P2

Comparação de Maturidade				
Código	**Dimensão**	**Avaliação**		**Diferenças de Maturidade**
		P1	**P2**	
D1	Gerência de Mudanças	3	**3,8**	Contribuição de todos e métodos de controle mais expressivos
D2	Colaboração	3,5	**4,5**	Criação de oficinas e negociação de conflitos mais eficiente
D3	Criatividade	**4**	3,8	Maior preocupação com a qualidade e otimização
D4	Liderança	**4**	**4**	Liderança Compartilhada e liberdade para testar ideias
D5	Visão Sistêmica	3,5	**4,5**	Processos gerenciais mais robustos e maior tolerância a diversidade

Fonte: Autor (2022)

Percebe-se nos dados do Quadro 12, que as equipes tiveram uma pontuação próxima uma da outra, o que demonstra que não importa a tecnologia e as dificuldades do tema que está sendo abordado, mas a forma que o projeto é conduzido, isto é, se apoiando nos três pilares característicos de uma Inteligência Coletiva Consciente em Rede: Trabalho Colaborativo, Gestão do Conhecimento e Inovação Colaborativa (CASTELLS, 2003; HURSON, 2008; CAVALCANTI; NEPOMUCENO, 2007; MANZINI, 2008; NOOR, 2013; PAVEL; BERG, 2014). Ressalta-se que as duas redes criadas pelos estudantes foram altamente articuladas, e superaram não somente os desafios de apresentar soluções viáveis para problemas complexos, mas a escassez de tempo, pois a maioria estudava em meio período, o excesso de informações que encontraram na internet, e também ao volume e velocidade com que as mudanças surgiam, conforme os projetos avançavam.

Desenvolver essas competências, capacita os estudantes a estarem mais aptos para a resolução de problemas, e tomar decisões mesmo em ambientes de incertezas (LEMAITRE *et al*., 2006). Então, ao se perguntar se a participação de estudantes em projetos que envolvam a resolução de problemas reais, por meio de redes de conhecimento, desenvolve competências e habilidades desejadas aos profissionais contemporâneos, pode-se apontar para os resultados obtidos com este trabalho. O processo de aprendizagem geralmente tem como base conceitos teóricos e abstratos. Em uma aprendizagem por projetos, como a que foi explorada nesta tese, esse conhecimento ganha o reforço da aplicação prática, testes e prototipagem.

Desta forma, a aprendizagem experiencial concede aos estudantes, um aporte para criticarem seus próprios pensamentos, buscando materializar ideias e aplicar os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas concretos (LEMAITRE *et al*., 2006; EDSTRÖM; KOLMOS, 2014; LEHMANN *et al*., 2008; SALICETI, 2015; PITTICH, 2020; MAIORCA *et al*., 2021). A autoavaliação dos estudantes refletida no Figura 13, demonstra esse potencial que a PBL tem em desenvolver habilidades e competências:

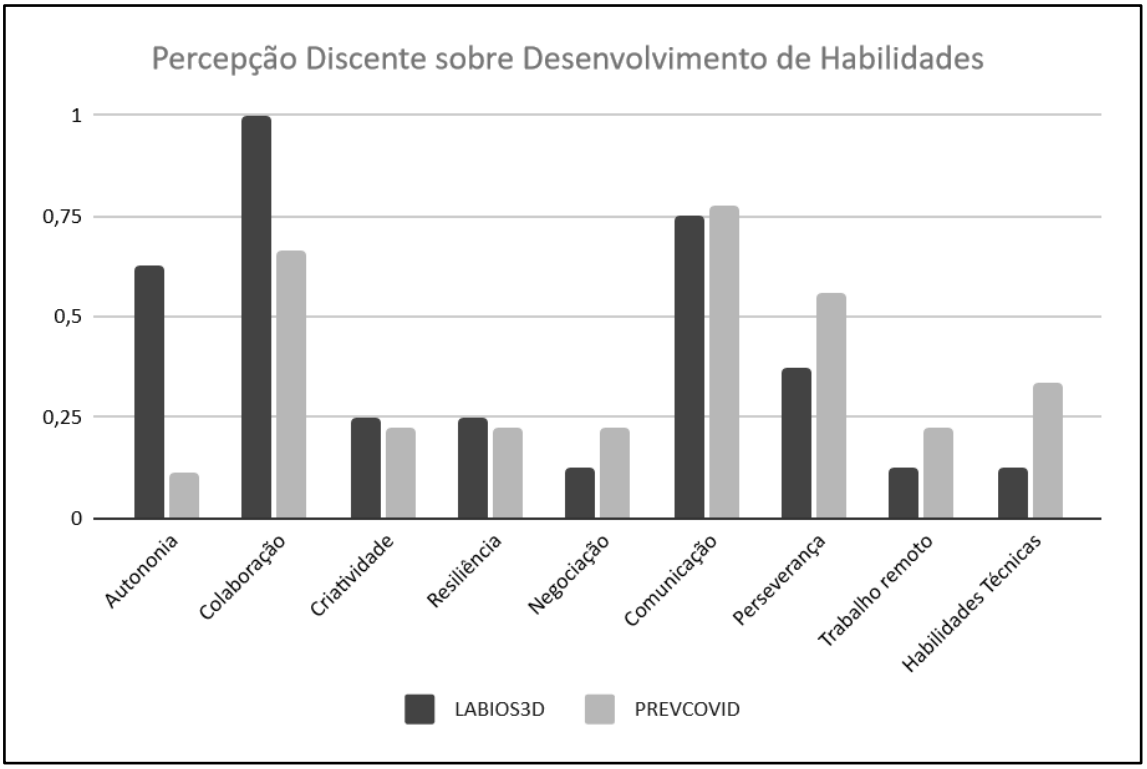


Figura 13 - Autoavaliação dos estudantes sobre o desenvolvimento de competências
Fonte: Autor (2022)

Percebe-se que existe um nivelamento na percepção dos estudantes quanto às competências desenvolvidas por eles durante os projetos. A Figura 13, demonstra que a colaboração e a comunicação se destacam de acordo com a autoavaliação dos alunos. A responsabilidade mútua, assumida por todos, foi uma decisão consciente que facilitou muito a colaboração e a comunicação do grupo (TARRICONE; LUCA, 2002; SANYAL; HISSAM, 2018), dando espaço para o crescimento da confiança entre eles (BARABÁSI, 2009) e gerando uma sensação de pertencimento ao projeto, ou seja, perceberam que quanto maior a sua interação, maior era a sua liderança para o sucesso do projeto (NOVO *et al*., 2017; BURKE, 2006; GADIRAJURRETT *et al*., 2018; GEBCZYNSKA, 2019; OVBIAGBONHIA *et al*., 2020).

Obviamente, existiu uma harmonia entre outros fatores que contribuíram para que os grupos formassem uma Inteligência Coletiva Consciente, favorecendo o seu crescimento e de todos que compunham essas redes. Essa fidelidade, a cada uma dessas comunidades articuladas de gestão do conhecimento, proporcionou uma nova mentalidade de pensar e agir. Foi preciso quebrar com a visão cartesiana, que foi ensinada no modelo tradicional escolar e optar por um ambiente interdisciplinar, de diversidade, de liderança horizontal, de proatividade, de aceitação dos riscos e com uma boa estratégia para escolha das ferramentas tecnológicas e interativas (SENGE 2013; WAGNER, 2012; BATES, 2016). Indo ao encontro deste formato de rede de conhecimento e aprendizagem, alguns autores reforçam essa necessidade de mudança de visão:

> Há que se trabalhar com uma visão mais sistêmica: estimular sinergias entre os elementos que integram o conjunto dinâmico de produção do conhecimento - e, até mais do que isso, o conjunto dinâmico da própria realidade em que a organização está inserida (CAVALCANTI E NEPOMUCENO, 2007, p. 62).

Dentro desta visão inovadora, e mediante as observações e anotações dos pesquisadores, traduziu-se as experiências dos projetos P1 E P2 em um modelo generalizável e que pode ser adotado em outros contextos, de forma dinâmica, conforme pode-se visualizar na Figura 14:

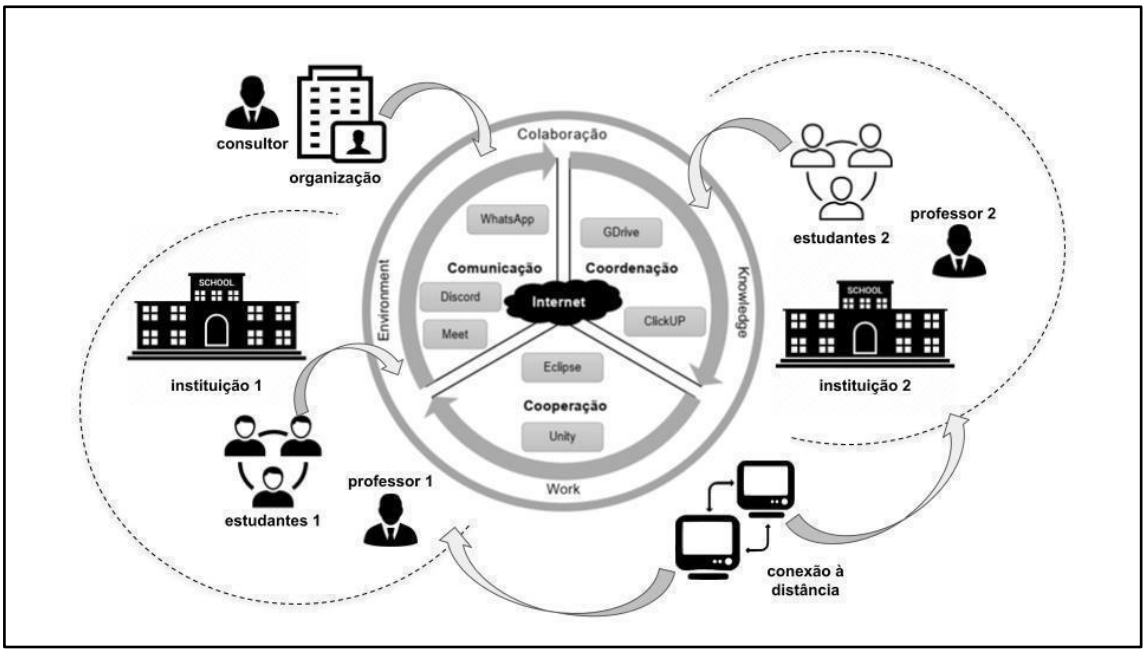


Figura 14 - Modelo proposto de criação de redes de conhecimento organização-escola

Fonte: Autor (2022)

Na Figura 14, demonstra-se que o modelo se caracteriza pela conexão e interação dos grupos por meio da internet, realizando todo o trabalho de planejamento e execução da programação à distância. No primeiro projeto (P1) o modelo continha apenas uma instituição educacional, mas no segundo projeto (P2) testou-se a formação dos grupos de trabalho colaborativo, com estudantes de duas instituições da Rede Federal: CEFET-RJ e IFRJ. Ressalta-se que o modelo parte de dois fundamentos principais: a colaboração e o trabalho em rede. Conforme já vimos nos capítulos anteriores, a inteligência coletiva dependerá da interação, da troca, dos acordos, do grau de pertencimento e interdependências que o grupo criar entre si e estabelecer internamente. No âmago do modelo, encontra-se a forma colaborativa com que os grupos criam um ambiente de trabalho colaborativo para a gestão do conhecimento (KWE + Colaboração). Esse núcleo permite que os grupos usem *softwares* para o trabalho, que sejam *open source* ou com licenças livres para fins estudantis, e onde cada um tem a sua finalidade determinada. Por exemplo: na comunicação temos o Discord e o WhatsApp, na cooperação temos o Eclipse e o Unity e na coordenação temos aplicações como o Clickup e Google Drive. É importante lembrar que se trata de um trabalho cíclico, isto é, que gira pelas três dimensões do modelo 3C de Colaboração (ELLIS, 1991) e ao mesmo tempo é composto de momentos síncronos e assíncronos. A coluna vertebral deste modelo é a Internet, pois é a estrutura tecnológica que sustenta as reuniões para divisão das tarefas e discussões, a recepção das entregas realizadas, a consolidação do código, a validação e testes da equipe e demais interações que vão sendo criadas conforme a necessidade dos grupos.

Ainda, na Figura 14, que representa o modelo sugerido para a montagem de rede de conhecimento organização-escola, pode-se observar que além das instituições educacionais, seus estudantes e professores envolvidos, temos a organização, que pode indicar um consultor para participar diretamente na rede. é a organização que fornece ou apresenta o problema concreto para as instituições educacionais. No caso de P2, o projeto contou com um consultor da organização e dois professores para auxiliar os alunos. Dentre os problemas apresentados, o projeto P1 abraçou uma demanda social, onde os órgãos públicos precisavam de informação sobre o contágio da COVID-19 para melhorar o direcionamento de recursos, como vacinas, testes rápidos, isolamento, em áreas de mais alto risco. Já o projeto P2, obteve o seu problema de uma instituição da área de saúde, visando um aumento no desempenho e nas práticas de segurança laboratoriais de seus alunos. A saúde é uma das áreas sociais que mais carece de soluções para os tempos atuais, de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), criados pela ONU como metas de qualidade de vida global.

Então, a informação a ser trabalhada vem da organização parceira, que pode ser em diferentes áreas, comercial, industrial ou social. Ao capturar a informação, as instituições educacionais envolvidas podem começar a trabalhar e definir quais ferramentas serão necessárias para solucionar o problema. Como as equipes irão abordar o problema, ficará a cargo do grupo, que pode optar pelo modelo híbrido, ora sozinhos (*offline*), ora conectados (*online*).

A forma como a rede irá se articular, dependerá da participação dos seus membros, como foi percebido nos modelos P1 e P2, quanto mais responsabilidade e assiduidade melhor. O interesse pelo objetivo final é algo primordial para que a produção da rede seja efetiva e de certa forma, possa garantir uma adesão consciente de todos. Os alunos não precisam se conhecer anteriormente ou fazer parte da mesma turma, haja vista que, o projeto P2 continha estudantes de duas instituições, três *campi* diferentes e inclusive de níveis educacionais diferentes (superior e técnico). Na verdade, a diversidade de visões de mundo ajuda no entendimento do problema e na geração de soluções inovadoras (SALICETI, 2015; DE BONO, 2009; SENGE, 2013). Outro ponto importante é a posição dos consultores da organização e das instituições educacionais (professores) quando houver conflitos. Haverá a necessidade de intervenção para flexibilizar o embate, de forma que o problema seja separado das pessoas, permitindo assim, uma concentração nos interesses, nas propostas de ganho mútuo, e na utilização de critérios objetivos para conduzir a negociação (FISHER et al., 1994; CARVALHAL, 2005). Projetos exigem intensas relações entre os membros da equipe, mas essas relações precisam ser o mais harmoniosas possíveis para que as construções de interdependência, confiança, respeito mútuo e disponibilidade de ajuda sejam fortalecidas. Alguns autores da área de gestão do conhecimento apontam que (CARVALHAL et al., 2009):

> As organizações ou projetos com grupos plurais e multiculturais com grande diversidade apresentam desafios maiores de coesão, embora manifestem um potencial positivo para a criatividade, inovação, flexibilidade e solução de problemas. Segundo especialistas, grupos com culturas adaptáveis à mudança tendem a apresentar desempenho superior (p. 86-87).

Ressalta-se que traçar estratégias de partilha, de interações harmoniosas, de liderança compartilhada, de reconhecimento, de autonomia e responsabilidade, torna-se essencial para que as equipes se transformem em um corpo uníssono que responda de forma adequada aos desafios do projeto. É nos momentos de negociação, que as fragilidades da equipe se tornam mais visíveis, dando a chance de planejar ações para minimizá-las ou mitigá-las.

Diante do que foi exposto, a importância das redes de conhecimento para as organizações torna-se algo inexorável. Em uma sociedade onde o conhecimento passa a ser fator primordial para a competitividade e para a geração de riquezas, é necessário cada vez mais se afastar de antigos paradigmas, como o do gênio, isolado, confinado na sua individualidade e que resolverá os problemas do mundo. Ao contrário, o poder não está na individualidade, mas no coletivo, na formação de comunidades pensantes e de prática. Se uma pessoa pode indicar caminhos, imagine uma rede inteira. As redes de conhecimento trouxeram novamente a igualdade nas relações, e abrem inúmeras possibilidades baseadas nas suas múltiplas inteligências que as compõem. Os gênios da contemporaneidade (MARTÍN, 2017; ANDRAKA, 2013; PRABHU, 2017) não são mais do que membros de uma imensa rede global, pois já nasceram em um mundo conectado. A genialidade hoje não é centralizada, mas distribuída, como diz Lévy (2002), se tornou uma espécie de “aparato” que nos completa cognitivamente, emocionalmente e socialmente. E nesse universo das redes, é que surgem as inteligências coletivas. Então, é plausível dizer que as redes de conhecimento se configuram como axiomas para a criação, estruturação e disseminação das inteligências coletivas. Abandonar a genialidade como premissa do processo educacional, foi uma mudança de rota, que deu a possibilidade de as instituições educacionais perceberem que todos são importantes, que ninguém é descartável, que juntos somos mais promissores em encontrar soluções para os problemas atuais. (AGASSI, 1985; CAVALCANTI; NEPOMUCENO, 2007; WAGNER, 2012; CASALI, 2019).

As redes de conhecimento desvelaram a complexidade dos problemas mundiais, exaltando assim o poder do trabalho coletivo e da colaboração. Suas vantagens, de propiciar um ambiente de cooperação, de colaboração, de agregação de saberes, que inspira confiança e encoraja a inovação, tende a melhorar nossas tomadas de decisão (TARRICONE; LUCA, 2002; ANANTATMULA, 2010; MATTHEWS et al., 2010; WANDERS et al., 2020). Por isso, a necessidade de se compreender e modelar redes de conhecimento para a formação cidadã e profissional de carreiras STEAM (MAIORCA et al., 2021), para o desenvolvimento de competências essenciais aos ambientes de trabalho futuro (HALLINGER; BRIDGES, 2017; LEHMANN et al., 2008), para a resolução de problemas atuais e para inovação, essencial ao séc. XXI (GRAAFF; KOLMOS, 2007; KOKOTSAKI, MENZIES; WIGGINS, 2016; OVBIAGBONHIA et al., 2020).

5. Conclusões

A globalização, a automação e a colaboração transformaram as economias, as políticas e as estruturas sociais da contemporaneidade. Nesta conjuntura, repleta de constantes mudanças, incertezas e problemas complexos, as organizações passaram a depender cada vez mais de pessoas com competências específicas para dar conta de estratégias, criações, entregas e principalmente de inovações. O trabalho em questão tenta contribuir com a problemática de formação de engenheiros e profissionais de tecnologia, buscando uma alternativa para atender as demandas e desafios da contemporaneidade. Verificou-se que aprender a trabalhar com o acúmulo de informações e de forma colaborativa em rede, são requisitos para se aproximar teoria e prática, academia e setor produtivo. Essa nova ordem global, afetou principalmente a área de desenvolvimento de *software*, que precisou se adaptar e manter equipes geograficamente distribuídas. Assim, o trabalho de desenvolvimento colaborativo de *software* a distância se apresenta como um paradigma ainda a ser explorado e investigado e mais bem compreendido.

Neste ínterim, montou-se um quadro teórico para reforçar o argumento de que as conexões e interações dos estudantes com a interdisciplinaridade dos saberes, de forma prática, pode criar caminhos de projetos inovadores, ou Redes de Conhecimento para a inovação colaborativa. Mas, o que seriam essas Redes de Conhecimento? O surgimento destas conexões se dá pelo que chamam de “inovação aberta”, isto é, quando as organizações buscam na parte externa por informações que ainda não dispõem e principalmente pautado pelo Princípio da Confiança, onde a troca está baseada no ganha-ganha e não em simples competitividade. Como objetivos principais destas redes, a pesquisa destacou a formação educacional para a inovação e para uma aprendizagem ao longo da vida. As Redes de Conhecimento se configuram como um modelo de inovação, pois por meio delas o conhecimento tácito está mais presente e visível. Por fim, as dificuldades em mantê-las é que muitos projetos ainda carecem de simulações mais realistas para mensurar as incertezas.

É neste gargalo dos saberes, que a presente tese trouxe à tona, justamente, um novo olhar sobre está problemática, e se propôs a responder a seguinte pergunta: — Como grupos de estudantes envolvidos na solução de problemas concretos constroem suas redes de conhecimento durante o desenvolvimento de projetos de programação à distância?

Explorando mais a fundo o problema, percebe-se que o processo formativo se distancia em muito do processo produtivo, levando a vagas ociosas nas organizações e pessoas recém-formadas, mas desempregadas. O atual cenário educacional ainda mantém metodologias nada atraentes e que não oferecem aos estudantes a chance de serem protagonistas do seu próprio processo de ensino e aprendizagem. Isto, fica mais claro ao se relacionar determinadas práticas que ainda vigoram na maioria dos ambientes escolares, de diversos níveis:

- Filosofia da hierarquização: individualismo (mito do gênio), falta de confiança, dependência do professor como fonte do saber;
- Falta de articulação entre: saberes (interdisciplinaridade), teoria e prática, liberdade e criatividade;
- Excesso de: conteúdo em detrimento do desenvolvimento de competências, memorização sem sentido (conhecimento em nuvem);
- Escassez de: trabalhos em equipe (colaboração), trabalhos projetizados para resolver problemas complexos.

A respeito desta lista, encontram-se muitas consequências para a Educação Profissional e Tecnológica, oriundas de processos ultrapassados, como os problemas na formação de programadores, engenheiros de computação e sistemas, que sempre foi uma demanda histórica, incapaz de suprir as vagas nacionais na área de TIC; a integração entre sistema educacional e sistema profissional que se mantém como um desafio a ser superado; e o ambiente escolar permanecendo fora do ecossistema de inovação nacional.

E nos últimos anos, tem-se observado um movimento contrário, onde a Programação de Computadores tornou-se o novo letramento do século XXI, ao entrar na Educação Básica de vários países, e a sobrevivência das organizações passando necessariamente pelo trabalho em rede. Então, temos na união dessas duas tendências o foco desta pesquisa: Programação de Computadores em Redes de Conhecimento Colaborativas.

Buscou-se por meio de uma abordagem quali-quanti, compreender este fenômeno nos seus aspectos constitutivos e comportamentais, utilizando as técnicas de Estudo de Caso, com duas unidades de caso. A coleta dos dados contou com observação do professor, a troca de mensagens guardadas nos aplicativos, videoconferências, questionários e entrevistas individuais e a própria documentação dos *softwares* (logs e históricos). Trata-se, portanto, de uma pesquisa de campo, onde o objetivo geral será criar um modelo de rede de conhecimento organização-escola.

A primeira unidade, chamada de Projeto P1, foi formada por alunos do ensino técnico do Curso em Informática para Internet do Instituto Federal do Rio de Janeiro, do campus São João de Meriti. Mediante a vontade dos alunos e professores se envolverem com algo concreto, seria necessário um problema que provocasse o senso crítico e que agregasse valor para a sociedade, e ainda fosse um salto para uma formação profissional mais antenada com as exigências do mercado. Assim nasce o projeto de programação do aplicativo PREVCOVID. Este projeto teve como tecnologias chave a linguagem Java e o Banco de Dados MySQL.

A segunda unidade (Projeto P2) obteve a formação de uma equipe multi institucional, pois havia alunos do CEFET-RJ, campus Maracanã e de dois campi do IFRJ (São João de Meriti e Engenheiro Paulo de Frontin). Outro fator diferente do primeiro projeto, foi a mesclagem de níveis de ensino, juntando alunos do ensino técnico, com alunos da graduação em Ciências da Computação. O segundo grupo (P2) se juntou para programar um ambiente tridimensional de Realidade Virtual, onde estudantes e funcionários de laboratórios biomédicos pudessem treinar ações da sua práxis laboral de forma segura, isto é, atentando para as regras de biossegurança. As tecnologias de maior destaque foram a Engine Unity e a modelagem 3D em Blender.

Ambos os grupos continham alunos dentro de uma faixa etária de 16 a 22 anos de idade, e a metade era do gênero feminino. Todo o contato, planejamento e execução dos projetos foi realizado à distância, pelos alunos, professores e consultores. Todos os projetos tiveram como estratégia pedagógica a Aprendizagem Baseada em Projetos, conhecida como PBL (*Project Based Learning*), que priorizou a autonomia, a colaboração e a criatividade para que os alunos resolvessem um problema concreto. Aliado a Educação STEAM, pois era necessário colocar a mão na massa e prototipar um produto minimamente viável para o problema (*software*), assim como, explorar toda a interdisciplinaridade envolvida em cada etapa de construção da solução.

Pelas lentes do modelo 3C de Colaboração, a experiência gerou uma lista com todos os sistemas utilizados pelos dois projetos e demonstrou que apesar de não serem sistemas robustos, voltados para o trabalho colaborativo a distância, como alguns modelos de mercado, os sistemas *open source* também são capazes de criar um "ambiente de gestão do conhecimento", se aproximando de um KWE (*Knowledge Work Environment*). Isto acontece, pelo fato de que, apesar dos alunos programarem em sistemas de forma assíncrona, a integração deles se dava pela Internet, que criou uma sincronização das três dimensões necessárias para que a colaboração existisse: comunicação, coordenação e cooperação. Destacou-se também, que algumas

ferramentas (sistemas) como é o caso do GitHub fornecem apoio a toda a tríade de Ellis, mas a pesquisa também revelou que dependendo das estratégias colaborativas do grupo, alguns sistemas podem ganhar características para as quais não foram projetados, como foi o caso do Grupo P1, na sua forma de utilizar o Google Meet, como um espaço de trabalho compartilhado.

Os métodos foram listados e depois analisados conforme o Pensamento Reflexivo de Práticas Colaborativas de Shon, que deu subsídios para uma categorização que parte da colaboração conceitual, para a prática e finda na colaboração educacional. Na Colaboração Conceitual, os estudantes demonstraram que o fluxo de informação podia ser feito por mais de um canal de comunicação e o senso de responsabilidade de cada um, referente ao seu papel dentro da equipe, foi bastante significativo, ajudando a formar uma rede de trabalho muito coesa. Já a Colaboração Prática revelou três métodos utilizados pelos estudantes: a codificação coletiva, o uso de metodologias ágeis e a constante busca de aperfeiçoamento da técnica, com pesquisas, compartilhamento de material e reserva de tempos para estudo em grupo. A dimensão de Colaboração Educacional foi contemplada pelos alunos com a criação de estratégias de trabalho, que pudessem deixar um legado para outros estudantes interessados em vivenciar na prática a criação de um *software*, de forma colaborativa. Uma delas foi a criação de um wiki para a reutilização de código e a outra foi uma Game Jam que acelerou os trabalhos de acertos das pendências.

A prática da aprendizagem coletiva dos grupos reverberou no desenvolvimento de competências, como comunicação, liderança e trabalho em equipe. Desta forma, utilizou-se uma ferramenta da área de Gestão do Conhecimento para mapear quais foram as competências trabalhadas e qual foi a intensidade com que cada uma marcou os grupos de estudantes. Foi gerado um Mapa de Maturidade, com cinco dimensões que foram baseadas na literatura da área de Computação, buscando atender as competências exigidas pelas organizações ao contratarem novos desenvolvedores de sistemas. Cada dimensão possui cinco níveis de adaptação, que segundo as técnicas aplicadas, informam dois parâmetros importantes: a atual situação em que se encontra a equipe e quais são os passos que ainda precisam melhorar para se alcançar um nível profissional desejável pelo setor produtivo.

Entre as dimensões monitoradas, o Projeto P1 se destacou na Criatividade (D3), pois se preocupou constantemente com a qualidade e otimização do *software*. A equipe precisou discutir muitas ideias e utilizou o pensamento estratégico para montar a estrutura lógica do sistema. O Projeto P2, conseguiu grandes avanços em duas dimensões. Na

dimensão de Colaboração (D2), o grupo se destacou pela criação de oficinas e porque manteve uma negociação de conflitos mais eficiente. Já na dimensão Visão Sistêmica (D5), o destaque ficou pelos processos gerenciais mais robustos implementados e por vivenciar uma maior tolerância à diversidade. As equipes consequentemente conseguiram se equiparar na dimensão Liderança (D4). Ambas, chegaram ao nível 4,0 por terem adotado uma liderança compartilhada e uma convivência com bastante liberdade para testar as ideias oriundas de todos os membros. Entre os alunos, as habilidades de comunicação e colaboração foram as que eles conseguiram perceber como as mudanças mais significativas em suas formas de pensar e agir.

Utilizou-se também outro tipo de mapeamento social para identificar e mensurar os relacionamentos e comportamentos de interação entre os membros de cada grupo. As técnicas de Redes Complexas geraram sociogramas das redes de acordo com momentos cruciais para os grupos, justamente quando eles começaram a criar estratégias de organização e perceberam a necessidade de uma comunicação intensa para que os projetos alcançassem sucesso. Ambas as redes, possuem uma densidade menor que 1, o que significa que são redes fortemente conectadas. Quanto aos atores que mais interagiram, fazendo com que a informação se propagasse por todos os nós da rede, nos dois projetos, foi possível identificar mais de um *Hub*, ou seja, mais de um polinizador de informação. Outro fator interessante nas redes constituídas foi que os vértices formavam triângulos fechados em várias partes da rede, o que facilita a circulação da informação de forma rápida, por exemplo, uma mudança no código era conhecida por todo o grupo em pouco tempo.

Não se pode deixar de comentar sobre a importância dos aparatos tecnológicos na formação e manutenção dessas redes. Os sistemas utilizados também se tornaram atores dentro da rede, pois conseguiam modificar o ambiente de comunicação e colaboração, conforme nos elucida a Teoria Ator-Rede. Exemplos desta modificação são o Discord e o WhatsApp, que ampliaram a capacidade dos atores humanos de compartilharem as informações, pois davam condições de fazerem o chamado *broadcast* - transmissão de mensagens de um para muitos e de muitos para muitos. Esses sistemas também facilitavam a transferência de arquivos, algo que comunicadores antigos não faziam. Então, sem essas ferramentas artificiais, a rede teria um outro comportamento e o fluxo de informação seria prejudicado.

Os dois projetos formaram o que se convencionou nomear como uma “comunidade criativa”, pois se articulou para que o conhecimento fosse compartilhado entre todos os membros dos grupos e ao mesmo tempo, esse conhecimento era ampliado

com novas descobertas e principalmente tomando decisões em conjunto. As duas redes se articularam para manter a coesão do grupo e continuar resolvendo os desafios e caminhando em direção ao objetivo combinado. Foram muitos aprendizados adquiridos durante a trajetória dos projetos, o que permitiu muitas trocas de informação e os estudantes se tornaram professores uns dos outros. Da mesma forma, os laços se intensificaram entre eles, apesar da distância geográfica, criando uma teia de confiança e apoio mútuo, que proporcionou segurança nos momentos de incerteza e desânimo.

Logo, os grupos investigados na pesquisa, formaram uma Inteligência Coletiva Consciente em Rede, criando um ecossistema de força cognitiva e de prática, voltado para a inovação. O engajamento em busca de melhorar a qualidade do *software* produzido, um horário de reunião que favorece a todos, ferramentas que oferecessem melhores recursos, além de inventarem maneiras de recuperar o tempo perdido com erros e resolver as pendências técnicas. Ao abrir a mente para o novo, os grupos foram perdendo o medo do desconhecido, dos riscos e do fracasso. Isto, deu espaço para o usar o pensamento estratégico, que fomentou a criatividade, a colaboração e estimulou as mudanças para que o grupo fosse adiante até o final de cada projeto.

Assim, a pesquisa levantou as respostas para a questão problema - como esses estudantes construíram suas redes. Identificou-se os seguintes fatores:

- **Desafio autêntico**: é necessário estimular o interesse do grupo com um problema real e que tenha significado para os seus membros. Os estudantes se sentiram úteis ao saberem que seus projetos serviram para ajudar outras organizações da sociedade;
- **Ferramentas *open source***: os estudantes devem escolher as ferramentas, pois geralmente eles gostam de trabalhar com aquilo que já é conhecido, que faz parte do cotidiano deles. Os consultores podem ajudar com a aprendizagem de ferramentas mais complexas;
- **Liberdade**: o grupo deve trabalhar sem muita intervenção exterior, priorizar as horas de reunião, dar condições para que todos tenham voz e se expressem com confiança. Valorizar todas as ideias e manter uma hierarquia horizontal;
- **Diversidade**: montar grupos com alunos que tenham expertises e visões diferentes do problema, pois a diversidade de modelos mentais contribui muito para o surgimento de soluções criativas. Outro ponto, é dividir o total de membros, de forma equilibrada entre os gêneros masculino e feminino;

- **Reuniões regulares**: uma vez que os projetos são a distância, manter reuniões regulares é um ponto chave para o sucesso do projeto. Procurar equilibrar mais de um momento por semana, para que todos tenham a chance de participar e intervir com suas opiniões e ideias;
- **Apoio Mútuo**: o grupo precisa entender que uma informação não deve ser retida. Caso alguém encontre um material interessante cabe ao aluno compartilhar com os demais, para que todo mundo cresça em conjunto. Saber mais implica em ensinar os outros. O fracasso na codificação de um é refeito por todos, o que fortalece a interação entre os participantes;
- **Responsabilidade**: Os compromissos devem ser assumidos como se todos estivessem trabalhando na mesma empresa. Cada falta em reuniões ou de entregas, deve ser comunicada com antecedência. Quando não conseguir resolver algum problema, comunicar ao grupo, sem medo, sem receio ou medo de ser menosprezado. Confiar e ser confiável gera sensação de pertencimento.
- **Registros frequentes**: possuir uma metodologia para registrar as atividades, distribuí-las e guardar o trabalho realizado, de forma que todos tenham acesso. Ferramentas de organização e coordenação ajudam neste caso. Assim, todos sabem em que momento o projeto se encontra;
- **Internet**: é a ferramenta principal que torna o sincronismo do trabalho coletivo possível. Sem ela se torna muito difícil a comunicação e o compartilhamento das produções dos alunos. É o recurso que torna as redes à distância possível.

Foram essas as características destacadas pelos dados coletados e oriundos dos projetos, e que são capazes de identificar o porquê os grupos de estudantes conseguiram formar uma rede de conhecimento colaborativa. Todas essas características são resultadas de tomadas de decisão feitas pelos grupos e que se tornaram evidentes ao longo do processo de aprendizagem. Algumas características são mais físicas, como ferramentas *open source* e internet, e outras mais subjetivas como liberdade e responsabilidade, mas é necessário que se entenda que elas trabalharam juntas, contribuindo com a construção das redes dos estudantes, e que todas tem sua importância para obtenção de sucesso nos projetos. Por exemplo, caso o desafio não seja significativo para os estudantes, é possível que a responsabilidade de muitos não seja satisfatória para comparecer nas reuniões e realizar as entregas nos prazos. Sem liberdade, em um ambiente mais hierárquico, é possível que a criatividade seja prejudicada, mesmo com boas ferramentas à disposição.

Sendo assim, foram mostradas quais foram as ferramentas e as práticas utilizadas por dois grupos de estudantes, trabalhando colaborativamente para o desenvolvimento de *software* a distância. As estratégias utilizadas podem ser replicadas por outras instituições de ensino, assim como por pequenas empresas que não possuem recursos para aquisição de softwares especializados. A pesquisa também mostra pontos sensíveis da programação a distância, que podem ser contornados com práticas semelhantes. A experiência vivenciada pelos projetos e relatada na tese demonstrou que:

- A participação de estudantes do Ensino Médio e Superior em projetos que envolvam a resolução de problemas reais, por meio de redes de conhecimento, desenvolve competências e habilidades desejadas aos profissionais contemporâneos. Alguns estudantes após o projeto, conseguiram preencher vagas no mercado de TI, e outros decidiram empreender em negócios próprios;

- A conexão criada entre organização-escola, por meio de uma rede de conhecimento, é capaz de gerar soluções inovadoras para resolver problemas específicos, regionais e ou sociais. Os dois projetos geraram produtos viáveis e funcionais, e que foram testadas e aplicadas nos seus contextos;

- A colaboração promovida pela rede de conhecimento *online* pode desenvolver a troca de saberes e experiências científico-tecnológicas entre unidades escolares distantes geograficamente. Os relatos dos alunos demonstram que aqueles que não sabiam programar aprenderam com os colegas e aqueles que não sabiam modelar, passaram a dominar este tipo de conhecimento.

Partindo para dar continuidade a pesquisa, os trabalhos futuros incluem novas formações de grupos envolvidos com projetos de desenvolvimento colaborativo de *software* à distância, para verificar se os dados comportamentais dos estudantes se alinham com os dados dos dois casos apresentados, buscando assim, aumentar o grau de generalização do modelo. Mas, mesmo diante das dificuldades reais, de um projeto imerso na realidade educacional atual, o modelo se mostrou eficaz na superação de determinados obstáculos, apresentando assim, características escaláveis e generalizáveis para ser usado em mais contextos de formação formal tecnológica e profissional.

Assim, como os grupos estudados foram todos do mesmo Estado, pretende-se formar novas redes de conhecimento com grupos de instituições educacionais de diferentes estados, privadas e públicas, nacionais e internacionais, incluindo oportunidades de mais de uma organização por projeto. Ainda, pretende-se mapear novos cenários, com outros sistemas ainda não explorados, para se renovar a listagem existente e o quanto cada um contribui para a colaboração dos grupos. Alguns conceitos trabalhados no modelo apresentado, como criatividade e equipes auto-organizadas, remetem a possibilidades de exploração dentro do universo da Teoria da Agilidade: será que de fato a agilidade seria mais um pilar de investigação do modelo?

Neste sentido, a tese contribui para o crescimento da área de desenvolvimento de *software*, fornecendo um modelo viável de uma Rede de Conhecimento Colaborativa para incentivar a resolução de problemas complexos e atuais por meio de inteligências coletivas formadas pela parceria organização-escola.

Referências

ADAMS BECKER, Samantha; FREEMAN, Alex; GIESINGER HALL, Courtney; CUMMINS, Michele; YUHNKE, Brian. **NMC/CoSN Horizon Report**: 2016 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2016.

AGASSI, J. The myth of the young genius. **Interchange**, v. 16, n. 1, p. 51-60, 1985.

AHMED, F.; CAPRETZ, L.; BOUKTIF, S.; CAMPBELL, P. Soft Skills and Software Development: A Reflection from the Software Industry. **International Journal of Information Processing and Management (IJIPM)**, v. 4, n. 3, p. 171-191, 2015.

AHMED, F.; CAPRETZ, L.; CAMPBELL, P. Evaluating the demand for soft skills in software development. **It Professional**, v. 14, n. 1, p. 44-49, 2012.

AICHOUNI, M.; BENCHICOU, S.; NEHARI, D. Knowledge management through the e-learning approach – a case study of online engineering courses. **European Journal of Engineering Education**. n. 38, 2013.

ALETI. **Censo del Sector Tecnología de la Información**: Informe 2015. Disponível em:<http://www.mbi.com.br/mbi/biblioteca/relatorios/2015-07-aleti-censo-tic-relatorio-2015/2015-07-ALETI-Estudio-Sector-TIC-Informe-2015.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2018.

ALLEN, T. **Managing the Flow of Technology**. Crambridge: MIT Press, 1977.

ALMULLA, M. The Efficacy of employing problem-based learning (PBL) approach as a method of facilitating students'achievement. **IEEE Access**, n. 7, p. 146480–146, 2019.

ALRAHLAH, Ali. How effective the problem-based learning (PBL) in dental education. A critical review. **The Saudi Dental Journal**. v. 28, n. 4, p. 155-161, 2016.

ALVAREZ, R.; KANNEBLEY JR.; CARLO, M. O Impacto da Interação Universidade-Empresa na Produtividade dos Pesquisadores: Uma Análise para as Ciências Exatas e da Terra nas Universidades Estaduais Paulistas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 12, n. 1, p. 171-206, jan./jun. 2013.

AMÂNCIO, M.; SAMPAIO, M. **Legislação de Biossegurança no Brasil**: Cenário Atual. Disponível em: <http://www.biosseguranca.uff.br/sites/default/files/legislacao_ biosseguranca_brasil_monica_cibele.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

ANANTATMULA, V. Project Manager Leadership Role in Improving Project Performance. **Engineering Management Journal - EMJ**, v. 22, n. 1, p. 13-22, 2010.

ANDRAKA, J. **A promising test for pancreatic cancer... from a teenager**. EUA: TED,2013.Disponível:<https://www.ted.com/talks/jack_andraka_a_promising_test_for_pancreatic_cancer_from_a_teenager>. Acesso em: 11 jan. 2019.

ANTTILA, J. Modern Approach of Information Society to Knowledge Work Environment for Management. In: 2006 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL TECHNOLOGY, Mumbai, 2006. **Anais [...]** Mumbai: IEEE, 2006, p. 2113-2118.

ARAÚJO, L.; BITTENCOURT, R.; SANTOS, D. Uma abordagem em espiral e contextualizada para o ensino de programação na educação profissional em informática. **Journal on Computational Thinking**. Itajaí, v.2, n.1, p.81-94, 2018.

ARAÚJO, V. C. et al. A Relação entre os Canais de Transferência de Conhecimento das Universidades/IPPS e o Desempenho Inovativo das Firmas no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. 1, p. 77-104, jan./jun. 2015.

ASSAMOI, C. Core competencies development among Science and Technology (S&T) college students and new graduates. **American Journal of Educational Research**. v.3, n.9, p.1077-1084, 2015.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001.

BACICH, L.; HOLANDA, L. STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In: BACICH, L.; HOLANDA, L. (Orgs.). **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre : Penso, 2020. p. 25-43.

BACKA, L.; WIHERSAARI, M. Future Engineering Education: What Competences are Energy Companies Looking for when Recruiting Graduates with a Master of Science (Technology) Degree?. **Engineering Education**, v. 9, n. 1, p. 2-17, 2014.

BARABÁSI, A. **Linked**: a nova ciência das networks. Trad. Jonas P. dos Santos. São Paulo: Leopardo Editora, 2009.

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? **ACM InRoads**. v. 2, n. 1, p. 48-54, mar. 2011.

BATES, T. **Educar na era digital**: design, ensino e aprendizagem. São Paulo: Artesanato Educacional, 2016.

BAXTER, G.; SOMMERVILLE, I. Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. **Interacting with Computers**, v. 23, n. 1, p. 4-17, Jan. 2011.

BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; POEPPELBUSS, J. Developing Maturity Models for IT Management. **Business & Information Systems Engineering**, n. 1, p. 213-222, 2009.

BEGEL. A.; SIMON, B. Struggles of New College Graduates in their First Software Development Job. In: ACM TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 39., 2008, Portland. **Anais [...]** Portland: SIGCSE, 2008, p. 226-230.

BEHRENS, M. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, J.; MASSETO, M.; BEHRENS, M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 21.ed. Campinas: Papirus, 2013. p. 67-132.

BELL, Stephanie. Project-Based Learning for the 21st Century: skills for the future. **The Clearing House**: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, [S.L.], v. 83, n. 2, p. 39-43, 29 jan. 2010.

BENDER, W. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BLENKER, P.; DREISLER, P.; KJELDSEN, J. **Entrepreneurship Education:** The New Challenge Facing the Universities. EUA: Working Paper, 2006.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, K. S.; NICHELE, A. G.; MENEZES, C. S. Formação Continuada de Professores Através de Comunidades de Prática: um Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 2, p. 13, 2016.

BORGES, Marcos; CAVALCANTI, M.; CAMPOS, Maria. Suporte por Computador ao Trabalho Cooperativo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 15., 1995, Canela. **Anais [...]** Canela: SBC, 1995. p. 51-68.

BORGNAKKE, K. Ethnography on IT-based learning contexts: a matter of blended methodology and blended learning. In: HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F.; FENDLER, R.; SANCHO GIL, J. M. (Eds.). **Rethinking Educational Ethnography**: researching on-line communities and interactions. Barcelona: Univ. de Barcelona, 2013. p. 05-25.

BOWMAN, D.; KRUIJFF, E.; LAVIOLA JUNIOR, J.; POUPYREV, I. **3D User Interfaces**: theory and practice, 3.ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2011.

BRAGA, M. **Aprendendo a inovar em projetos STEAM**: um guia para estudantes. Rio de Janeiro: E-papers, 2021.

BRAGA, M.; GUTTMANN, G. The Knowledge Networks in a Makerspace: the Topologies of Collaboration. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 17, n. 1, p. 13–30, 2019.

BRAGA, M.; SCHETTNI, C. Collective Inteligence in Robotics Labs: Mapping the Flows of Information. In: EUROPEN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION ANNUAL CONFERENCE (SEFI), 47., Bruxelas, 2019. **Anais [...]** Bruxelas: SEFI, 2019, p. 1438-1446.

BRIGHAM HEALTH. **Brigham and Women's Hospital**. Disponível em: <https://www.brighamandwomens.org/>. Acesso em: 02 mar. 2019.

BRITTO, J.; OLIVEIRA, B. F. Padrões Setoriais de Interação Universidade-Empresa no Brasil: um Mapeamento de Competências a Partir de Informações da Pesquisa 'Brazil Survey'. **Revista de Economia**, Curitiba: UFPR, v. 37, n. especial, p. 167-212, 2011.

BURKE, R. **Small business entrepreneur**: guide to running a business. Burke Publ. ed, 2006.

CAIRNCROSS, F. **The death of distance**: How the communications revolution will change our lives. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997.

CALLON, M. The Sociology of an ActorNetwork: The Case of the Electric Vehicle. In: CALLON, M.; LAW, J.; RIP, A. (Eds.). **Mapping the Dynamics of Science and Technology**. Springer: 1986, p. 19-34.

CAMPOS, L. et al. Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39., 2011, Blumenau. **Anais [...]** Blumenau: COBENGE, 2011, p. 113-164.

CANEDO, E.; FERREIRA, V. Autenticidade na aprendizagem baseada em projetos para desenvolvimento de software: uma Revisão Sistemática de Literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 30., Brasília. **Anais eletrônicos**… Brasília: SBC, 2019.

CARSON, J.; TESLUK, P. Shared Leadership in Teams: An Investigation of Antecedent Conditions and Performance. **Academy of Management Journal**, n. 50, p. 1217-1234, 2007.

CARVALHAL, E. **Negociação - fortalecendo o processo**: como construir relações de longo prazo. 4. ed. Rio de Janeiro: Vision, 2005.

CARVALHAL, E.; ANDRÉ NETO, A.; DE ANDRADE, G.; DE ARAÚJO, J. **Negociação e administração de conflitos**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

CASALI, A. Conhecimento, Habilidades e Currículo em uma Sociedade da Informação e do Conhecimento. In: ALMEIDA, F., TORREZAN, G., LIMA, L. e CATELLI, R. (Orgs.). **Cultura, Educação e Tecnologias em Debate**. São Paulo: SESC, 2019, p. 29-36.

CASTELLS, M. **A galáxia da Internet**, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed., 2003.

CASTELLS, M. **O poder da comunicação**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2013.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede** - Coleção A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura vol. 1. Trad. Roneide Venâncio Majer, 17ª ed. São Paulo: Paz & Terra, 2016.

CASTRO, Alberto; MENEZES, Crediné. Aprendizagem colaborativa com suporte computacional. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Eds.). **Sistemas Colaborativos**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011 p. 135-153.

CAVALCANTE, L. An Analysis of the Business Enterprise Research and Development Expenditures Composition in Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 2, p. 433-458, jul./dez. 2014.

CAVALCANTE, L.; VALENTIM, M. Comportamento informacional em ambientes empresariais. In: VALENTIM, M. (Org.). **Gestão da informação e do conhecimento no âmbito da Ciência da Informação**. São Paulo: Polis/Cultura Acadêmica, 2008. p. 117-128.

CAVALCANTI, M.; NEPOMUCENO, C. **O conhecimento em rede**: como implantar projetos de inteligência coletiva. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CHRISTAKIS, N.; ALLISON, P. Mortality after the Hospitalization of a Spouse. **New England Journal of Medicine**, v. 354, n. 7, p. 719-730, 2016.

CHRISTAKIS, N.; FOWLER, J. The Spread of Obesity in a Large Social Network over 32 Years. **New England Journal of Medicine**. v. 357, n. 4, p. 370-379, 2007.

CHRISTAKIS, N.; FOWLER, J. **Connected**: The Surprising Power of our Social Networks and How they Shape our Lives. New York: HarperCollins Publishers, 2010.

CHRISTIAN, B.; GRIFFITHS, T. **Algoritmos para viver**: a ciência exata das decisões humanas. Trad. Paulo Geiger. São Paulo: Companhia das Letras, 2017.

CNI. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA: **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016.

COHEN, W. M.; R. NELSON; WALSH, J. P. Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 1-23, 2002.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras**. CETIC.BR: TICEduca, 2020.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Communication From The Commission To The Council, The European Parliament, The Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions**. Bruxelas: CEC, 2000. Disponível:<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0379: FIN:EN:PDF>. Acesso em: 15 jun. 2021.

CONSTANTINO, K.; ZHOU, S.; SOUZA, M.; FIGUEIREDO, E.; KÄSTNER, C. Understanding collaborative software development: an interview study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GLOBAL SOFTWARE ENGINEERING (ICGSE '20), 15., Jun. 2020, p. 55–65. Disponível em: https://doi.org/10.1145/3372787.3390442.

COSTA, M. **Biossegurança**: segurança química básica para ambientes biotecnológicos e hospitalares. São Paulo: Ed. Santos, 1996.

COVI, L.; OLSON, J.; ROCCO, E. A room of your own: What do we learn about support of teamwork from assessing teams in dedicated project rooms? In: STREITZ, N.; KONOMI, S.; BURKHARDT, H. (Eds.). **Cooperative buildings**. Amsterdam: Springer-Verlag, 1998. p. 53-65.

CULCLASURE, B.; LONGEST, K.; TERRY, T. Project-Based Learning (PBL) in Three Southeastern Public Schools: Academic, Behavioral, and Social-Emotional Outcomes. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 13, n. 2, 2019.

CURTIS, M.; DIAZGRANADOS, D.; FELDMAN, M. Judicious Use of Simulation Technology in Continuing Medical Education. **Journal of Continuing Education in the Health Professions**, v. 32, n. 4, p. 255-260, 2012.

CURZON, P. et al. Developing computational thinking in the classroom: a framework. **Computing at School**, Swindon, GB, p. 1-15, 2014. Disponível em: <https://eprints.soton.ac.uk/369594/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

DALKIR, K. **Knowledge management in theory and practice**. Routledge, 2013.

DAMAYANTI, R.; HARTONO, B.; WIJAYA, A.; HELMI, A.; RIYONO, B. A Meta Analysis Study Leadership and Project Success. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENTERPRISE AND SYSTEM ENGINEERING (IcoIESE 2018), Yogyakarta, Indonesia, 2018. **Anais eletrônicos...** Yogyakarta: Atlantis Press, 2018.

DE BONO, E. **Lateral Thinking**: a textbook of creativity. London:Penguin Books, 2009.

DE SOUZA, Cleidson et al. Cooperative and Human Aspects of Software Engineering. **IEEE Software**, v. 26, n. 6, p. 17-19, 2009.

DE SOUZA, Cleidson; MARCZAK, Sabrina; PRIKLADNICKI, Rafael. Desenvolvimento colaborativo de software. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Eds.). **Sistemas Colaborativos**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011. p. 122-134.

DE VREEDE, G.; BRIGGS, R.; MASSEY, A. Collaboration engineering: foundations and opportunities. **J. of the Assoc. of Information Systems**, v.10, n.3, p.121-137, 2009.

DIMOV, A.; STEFANOV, K. Web-service Architecture for Tools Supporting Life-long e-Learning Platforms. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning**. n. 19, p. 329-336, 2009.

DITTRICH, Y. What does it mean to use a method? towards a practice theory for software engineering. **Information and Software Technology**, n. 70, p. 220–231, 2016.

DOS SANTOS, S. PBL-SEE: An authentic assessment model for pbl-based software engineering education. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 2, p. 120–12, 2017.

DOWBOR, L. **O que acontece com o trabalho?** São Paulo: Editora Senac, 2006.

DUARTE, Roseclea; FUKS, Hugo; LUCENA, Carlos. Software Design Cooperativo: Um Estudo de Caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 6., 1992, Gramado. **Anais [...]** Gramado: UFRGS, 1992. p. 97-113.

DUBOIS, D. Google, the Network Company: from theory to practice. **INSEAD Knowledge**, França, 11 set. 2013. Caderno Leadership & Organisations, p.1-2. Disponível:<https://knowledge.insead.edu/leadership-organisations/google-the-network-company-from-theory-to-practice-2602>. Acesso em: 18 out. 2018.

EDSTRÖM, K.; KOLMOS, A. PBL and CDIO: complementary models for engineering education development. **European Journal of Engineering Education**, 2014.

ELLIS, C.A.; GIBBS, S.J; REIN, G.L. Groupware - Some Issues and Experiences. **Communications of The ACM**, v. 34, n. 1, p. 38-58, 1991.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**, 7th Edition. EUA: Pearson, 2016.

ENGELBART, Douglas. Collaboration Support Provisions in AUGMENT. In: AFIPS OFFICE AUTOMATION CONFERENCE, 1984, Los Angeles. **Anais [...]** Los Angeles: OAC Digest, 1984, p. 51-58.

FACCIN, K.; GENARI, D.; MACKE, J. Interorganisational social capital and innovation: a multiple case study in wine producers networks in Serra Gaúcha. **Innovation Management Review**, n. 14, p. 52-66, 2017.

FERGUSON, N. **A praça e a torre**: redes, hierarquias e a luta pelo poder global. Trad. Angela T. e Gavin Adams. São Paulo: Planeta do Brasil, 2018.

FERNANDES, A. et al. Academy-Industry Links in Brazil: Evidence about Channels and Benefits for Firms and Researchers. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 7, p. 485-498, 2010.

FERNANDES, V.; FREITAS JUNIOR, V. Evasão e reprovação nas disciplinas de Lógica e Programação: informações preliminares no Campus Sombrio, do Instituto Federal Catarinense. In: SICT SUL, 5., 2016, Araranguá. **Anais eletrônicos**... Araranguá: IFSC, 2016. Disponível em: <http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sictsul/sictsul2016/paper/view/1535/1369>. Acesso em: 08 jan. 2018.

FERREIRA, R.; BRAGA, M. Ensino de Programação: um ateliê virtual para o desenvolvimento de competências de competências STEM no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 47., 2019, Fortaleza. **Anais eletrônicos**... Fortaleza: ABENGE, 2019. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE19&codigo=COBENGE19_00089_00002179.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

FERREIRA, R.; BRAGA, M. Redes de Conhecimento STEAM na Formação do Engenheiro Contemporâneo: Uma Revisão Sistemática da Literatura. In: ABENGE, 49., 2021, online. **Anais [**...**]** ABENGE, 2021. Disp.: <http://www.abenge.org.br/sis_artigo_doi.php?e=COBENGE&a=21&c=3685>. Acesso em: 22 jan. 2022.>

FERREIRA, Roni; MOURA, Cristiano; DUARTE, Sérgio. Práxis Reflexiva: Uma Proposta para o Ensino de C&T com Enfoque NdC. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 10., 2017, Sevilha. **Anais eletrônicos**… Sevilha: Enseñanza de las Ciencias, 2017.

FGV-SP. **Pesquisa Anual de Administração e Uso de Tecnologia da Informação nas Empresas**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas de São Paulo, 2019.

FICHER, D. **The Business Process Maturity Model a Practical Approach for Identifying Opportunities for Optimization**. BPTrends, set. 2004.

FISHER, R.; URY, W.; PATTON, B. **Como chegar ao sim**. 2. ed. RJ: Imago, 1994.

FLANAGAN, D. **Javascript: o guia definitivo**, 6a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2013.

FREEMAN, E.; FREEMAN, E. **Head First HTML with CSS & XHTML**. EUA: O'Reilly Media Inc. 2005.

FUKS, H.; BORGES, M. A comunidade de Sistemas Colaborativos no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Computação**, v. 36, n. 1, p. 10-15, 2018.

FUKS, H.; GEROSA, M. A.; LUCENA, C. J. P. D. The development and application of distance learning courses on the internet. **The Journal of Open and Distance Learning**, v. 17, n. 1, 2002.

FUKS, H.; RAPOSO, A.; PIMENTEL, M.; FILIPPO, D.; LUCENA, C. Teorias e modelos de colaboração. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Orgs.). **Sistemas Colaborativos**. Série Campus SBC. Rio de Janeiro: Elsevier Ed. Ltda, 2012.

FUNDAÇÃO SANTILLANA. **Educação no século 21**: tendências, ferramentas e projetos para se inspirar. Trad. Daniele M. Sales. São Paulo: Fund. Santillana, 2016. Disponível: <https://smartlab.me/baixe-gratis-nosso-livro-educacao-no-seculo-21/>.: 06 nov. 2019.

FUNDAÇÃO TELEFÔNICA VIVO. **Inova escola**: práticas para quem quer inovar na educação. SP:Telefônica/Vivo,2016a. Disponível: <http://fundacaotelefonica.org.br/wp-content/uploads/pdfs/INOVA-ESCOLA.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2019.

FUNDAÇÃO TELEFÔNICA VIVO. **Juventude conectada 2**. SP: Fund. Telefônica / Vivo, 2016b. Disponível em: http://fundacaotelefonica.org.br/wp-content/uploads/pdfs/ Juventude-Conectada2016.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2018.

FURTADO, A.; CARVALHO. R. Padrões de Intensidade Tecnológica na Indústria Brasileira: Um Estudo Comparativo com os Países Centrais. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan./mar. 2005.

FYA. **The New Work Order: Ensuring young australians have skills and experience for the jobs of the future, not the past**. Melbourne, 2015. Disponível em: <http://www.fya.org.au/wp-content/uploads/2015/08/The-New-Work-Order-FINAL- low-res-2.pdf>. Acesso: 5 abr. 2020.

GADIRAJURRETT, H.; SRINIVASAN, R.; STEVENS, J.; JEENA, N. Impact of Leadership on Team's Performance. **Engineering and Technology Management Student Projects**, 2018. Disponível em: <https://pdxscholar.library.pdx.edu/ etm_studentprojects/1912>. Acesso em: 20 fev. 2021.

GALLINDO, S. P. **Formação Educacional e Empregabilidade em TIC**: Achados e Recomendações. Relatório de Inteligência e Informação, v81. SP: Brasscom, 2019.

GALLON, A. V.; ENSSLIN, S. R. Potencial de liderança criativa em equipes de trabalho de empresas de base tecnológica incubadas. **Innovation and Management Review**, v. 5, n. 1, art. 116, p. 20-35, 2008.

GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON., R.; VLISSIDES, J. **Padrões de Projetos**: Soluções Reutilizáveis de Software Orientados a Objetos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GARCIA, R.; RAPINI, M; CÁRIO, S. (Orgs.). **Estudos de caso de interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte: FACE/UFMG, 2018.

GARNICA, L. A.; FERREIRA-JÚNIOR, I.; FONSECA, S. A. Relações Empresa Universidade: um estudo exploratório da UNESP no município de Araraquara/SP 2005. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 25., Porto Alegre. **Anais eletrônicos**... Porto Alegre: UNIFEI, 2005.

GEBCZYNSKA, M. **Leadership and project success in project-based organization**: a fuzzy-set analysis. Scientific Papers of Silesian University of Technology (Organization and Management Series), n. 138, p. 41–57, 2019.

GENTILE, A. **Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências**. 1a. ed. São Paulo: ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software, 2019.

GENTILE, A. **Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências**. 1a. ed. São Paulo: ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software, 2020.

GHIMIRE, Dipendra; CHARTERS, Stuart; GIBBS, Shirley. Scaling agile software development approach in government organization in new zealand. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND INFORMATION MANAGEMENT, 3., 2020, Sydney. **Anais [...]** Sydney: ACM, 2020. p. 100-104.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIRAFFA, L.; MORA, M. Evasão na disciplina de Algoritmo e Programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In: CLABES, 3., 2013, Espanha. **Anais eletrônicos**... Porto Alegre: PUCRS, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10923/8684>. Acesso em: 19 jan. 2018.

GIRAFFA, L.; MORA, M. How to prevent dropouts in introductory programming classes: a study involving factors from student perspectives. In: CLABES, 5., 2015, Brasil. **Anais eletrônicos**... Porto Alegre: PUCRS, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10923/8686>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GODOY, E.; ALMEIDA, E. Evasão nos cursos de engenharia: um olhar para os trabalhos do COBENGE de 2000 a 2014. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 50-74, set./dez. 2020.

GOLDBERG, Adele. Collaborative Software Engineering. **Journal of Object Technology**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2002.

GONZÁLEZ, C.; BATANERO, J. A review of Problem-Based Learning applied to Engineering. **International Journal on Advances in Education Research**. v. 3, n. 1, p. 14-31, 2016.

GRAAFF, E.; KOLMOS, A. History of problem-based and project-based learning. In: GRAAFF, E.; KOLMOS, A. (Eds.). **Management of Change**, Rotterdan: Sense Publ., 2007, p.1-8.

GREENBERG, Saul. Toolkits and Interface Creativity. **Journal Multimedia Tools and Applications - JMTA**, v. 32, n. 2, p. 139-159, 2007.

GRIMON, F.; MEZA, J.; VACA-CARDENAS, M.; MONGUET, J. Research and trends in the studies of Collective Intelligence from 2012 to 2015. **EAI Endorsed Transactions on e-Learning**, v. 4., n. 152905, 2017.

GUERREIRO, E. **Cidade digital**: infoinclusão social e tecnologia em rede. São Paulo: Editora Senac, 2017.

HALLINGER, Philip; BRIDGES, Edwin. Systematic Review of Research on the Use of Problem-Based Learning in the Preparation and Development of School Leaders. **Educational Administration Quarterly**, v. 53, p. 255-288, 2017.

HALLSTRÖM, J., SCHÖNBORN, K.J. Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument. **International Journal of STEM Education**. v. 6, n. 22, 2019.

HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUORA, E. Project-Based Learning in Post-Secondary Education – Theory, Practice and Rubber Sling Shots. **Higher Education**. v. 51, n. 2, p. 287-314, 2006.

HELSER, C. **Projeto de Banco de Dados**, 6a ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HERBSLEB, James et al. Object-oriented analysis and design in software project teams. **Human–Computer Interaction**, v. 10, p. 249–292, 1995.

HERTEL, G.; GEISTER, S.; KONRADT, U. Managing Virtual Teams: A Review of Current Empirical Research. **Human Resource Management Review**, v. 15, n. 1, p. 69-95, 2005.

HMELO-SILVER, C.; DUNCAN, R.; CHINN, C. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark. **Educational Psychologist**, v. 42, n. 2, p. 99-107, 2007.

HOCH, J. Pragmatic Communicative Action Theory. **Journal of Planning Education and Research**, v.26, n. 3, p. 272-283, 2007.

HOMEM DE FERRO. Direção: Jon Favreau. Produção: Avi Arad, Kevin Feige. Estados Unidos: Paramount Pictures, Walt Disney Studios Motion Pictures, 2008. 1 DVD (126 min.), color.

HUANG, C.; WANG, Y. Toward an integrative nursing curriculum: combining team-based and problem-based learning with emergency-care scenario simulation. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 12, 2020.

HUNG, C. H.; LIN, C. Y. Using Concept Mapping to Evaluate Knowledge Structure in Problem-Based Learning. **BMC Medical Education**, v. 15, n. 1, 2015.

HURSON, T. **Pense melhor**: um guia pioneiro sobre o pensamento produtivo - o futuro de sua empresa depende disso… assim como o seu. São Paulo: DVS Editora, 2008.

INSTITUTO INSPIRARE. **Inovações tecnológicas na educação: contribuições para gestores públicos**. [S.l.], 2014. Disponível em: <https://porvir.org/wp-content/uploads/2014/07/Inova%C3%A7%C3%B5es-Tecnol%C3%B3gicas-na-Educa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

IQBAL, S.; NAWAZ, M.; BAHOO, S. Impact of Project teamwork on Project success in Pakistan. **South Asian Journal of Management Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1–13, 2017.

ISHIHARA, C. **Modelos de maturidade para gestão do conhecimento**: aplicação em uma consultoria estratégica. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2012.

JALENIAUSKIENE, E. Revitalizing Foreign Language Learning in Higher Education Using a PBL Curriculum. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 232, n. 14, p. 265-275, 2016.

JENKINS, C. W. Microworlds: building powerful ideas in the secondary school. **US-China Education Review**. A9, p.796-803, 2012.

JOSEPH, D.; ANG, S.; CHIANG, R.; SLAUGHTER, S. Practical intelligence in IT: assessing soft skills of IT professionals. **Commun. ACM**. 53. p. 149-154, 2010.

KAKAR, A. Investigating the Prevalence and Performance Correlates of Vertical Versus Shared Leadership in Emergent Software Development Teams. **Information Systems Management**, n. 34, 2017.

KALIN, M. **Java Web Services**: Up and Running, 2. ed. EUA: O'Reilly Media Inc., 2013.

KANG, J.; LEE, H.; KIM, J. The effects of application of pbl(problem-based learning class on nursing education. **Journal of the Korean Applied Science and Technology**, v.36, n. 4, p. 1460–1471, 2019.

KERZNER, Harold. **Strategic planning for project management using a project management maturity model**. John Wiley & Sons, 2002.

KESER ASCHENBERGER, F., RADINGER, G., BRACHTL, S. et al. Physical home learning environments for digitally-supported learning in academic continuing education during COVID-19 pandemic. **Learning Environments Research**, 2022.

KIM, S.; RYOO, H.; AHN, H. Student customized creative education model based on open innovation. **J. open innovation**. v.. 3, n. 6, 2017.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. EBSE 2007-001, Keele/Durham Univ. J.Report, 2007.

KOHLEGGER, MICHAEL; MAIER, RONALD; THALMANN, STEFAN. Understanding maturity models results of a structured content analysis. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE MANAGEMENT AND KNOWLEDGE TECHNOLOGIES (I-KNOW '09), Graz, Austria, 2009. **Anais [...]** Graz: Verl. d. Techn. Univ. [u.a.], 2009, p. 51-61.

KOKOTSAKI, D.; MENZIES, V.; WIGGINS, A. Project-based learning : a review of the literature. I**mproving Schools**, v. 19, n. 3, p. 267-277, 2016.

LACRUZ, A; AMÉRICO, B.; CARNIEL, F. Teoria ator-rede em estudos organizacionais: análise da produção científica no Brasil. **Cad. EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 591-598, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017.

LAN, C.; FAN, S. Developing classroom-based language assessment literacy for in-service EFL teachers: The gaps. **Studies in Educational Evaluation**, v. 61, p. 112–122, 2019.

LANDRY, C. **Origens e futuros da cidade criativa**. São Paulo: Ed. SESI-SP, 2013.

LANUBILE, F.; EBERT, C.; PRIKLADNICKI, R. Collaboration Tools for Global Software Engineering. **IEEE Software**, v. 27, n. 2, p. 52 - 55, 2010.

LARMER, J.; MERGENDOLLER, J. **Gold standard PBL**: Essential project design elements. California: Buck Institute for Education, 2015. Disponível em: <https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/wp.wpi.edu/dist/e/220/files/2018/06/Gold-Standard-PBL.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2020.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Trad. de Carlos Irineu da Costa. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 2009.

LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora, 2.ed. Trad. Ivone C. Benedetti. São Paulo: Editora Unesp, 2012a.

LATOUR, B. **Reagregando o social**: uma introdução à Teoria do Ator-Rede. Trad. Gilson César C. de Sousa. Salvador: EDUFBA, 2012; Bauru: EDUSC, 2012b.

LEE, J.; DALY, S.; HUANG-SAAD, A.; RODRIGUEZ, G.; SEIFERT, C. Cognitive strategies in solution mapping: How engineering designers identify problems for technological solutions. **Design Studies**, n. 71, p. 1-33, 2020.

LEE, K.; OHTA, T.; KAKEHI, K. Formal boundary spanning by industry liaison offices and the changing pattern of university-industry cooperative research: The case of the university of Tokyo. **Technology A. and Strategic Manag.**, v.22, n.2, p.189–206, 2010.

LEHMANN, M.; CHRISTENSEN, P.; DU, X.; THRANE, M. Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education. **European Journal of Engineering Education**, v. 33, n. 3, p. 283–295, 2008.

LEMAITRE, D.; LE PRAT, R.; DE GRAAFF, E.; BOT, L. Ed.: Focusing on competence. **European Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 1, p. 45–53, 2006.

LEMOS, A. **A comunicação das coisas**: teoria ator-rede e cibercultura. São Paulo: Annablume, 2013. (Coleção ATOPOS).

LEMOS, R.; FELICE, M. **A vida em rede**. Campinas: Papirus 7 Mares, 2014.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na Era da Informática. Trad. Carlos Irineu da Costa. 12.ed. São Paulo: Editora 34, 2002.

LÉVY, P. **A Inteligência Coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

LIMA, C.; REIS, A.; SILVA, J.; SILVA, S.; FUJIHARA, Y.; CARVALHO, C. A importância de atividades práticas para o desenvolvimento profissional do engenheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 48., 2020, Caxias do Sul. **Anais eletrônicos…** Caxias do Sul. Disponível em: <https://doi.org/10.37702/COBENGE.2020.3146>. Acesso em: 12 jan. 2020.

LIU, C.; SANDELL, K.; WELCH, L. Teaching Communication Skills in Software Engineering Courses. In: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, 2005, Portland. **Anais [...]** Portland: American Society for Engineering Education (ASEE), 2005. pag. 10.1196.1-10.

LIU, Y.; BARABÁSI, A. **Control Principles of Complex Networks**. Physics and Society. NY: Cornell University, 2016.

LOHMANN, J.R.; ROLLINS, H.A.; HOEY, J. Defining, developing and assessing global competence in engineers. **European Journal of Engineering Education**, v. 31, n. 1, p. 119–131, 2006.

LOUREIRO, C.; KLAUS, V.; CAMPESATO, M. Tecnologias digitais, inovação e aprendizagem: relações com o empresariamento da educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 16, n. 43, p. 235-260, 2019.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. Rio de Janeiro: EPU, 2017.

LUO, J. WOOD, K. The Growing Complexity in Invention Process. **Research in Engineering Design**, n. 28, 2017.

MACHADO, L. **A Realidade Virtual no Modelamento e Simulação de Procedimentos Invasivos em Oncologia Pediátrica: um estudo de caso no transplante de medula óssea**. 2003. 116 f. Tese (Doutorado) Depart. em Engenharia de Sistemas Eletrônicos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 2003.

MACHADO, L.; MORAES, R. Realidade Virtual Aplicada à Medicina. In: R. TORI, C. KIRNER, R. SISCOUTTO. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre, SBC, 2006, p. 358-365.

MAIORCA, C.; ROBERTS, T.; JACKSON, C.; BUSH, S.; DELANEY, A.; MOHR-SCHROEDER, M.J.; et al. Informal Learning Environments and Impact on Interest in STEM Careers. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 19, n. 45, 2021.

MANCINI, R. F.; LORENZO, H. C. Potencialidades e barreiras à cooperação universidade, empresa e governo: o caso das micro e pequenas empresas do segmento médico – odontológico do município de Araraquara. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: UFC, 2006.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. RJ: E-papers, 2008.

MARTÍN, B. A 'Robin Hood da ciência' contra o império editorial. **El País**, 03 dez. 2017.Disponível:<https://brasil.elpais.com/brasil/2017/11/29/ciencia/1511971491_929151.html>. Acesso em: 11 jan. 2019.

MARTINS, A. **Estudo de caso**: uma estratégia de pesquisa. 2. ed. SP: Atlas, 2008.

MARTINS FILHO, P.; SANGLARD, J. A importância da programação de computadores na formação dos engenheiros navais. In: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 6., 2000, Uberlândia. **Anais eletrônicos**... Uberlândia: UFU, 2000. Disponível em: <http://www.pp.ufu.br/trabalhos/08.PDF>. Acesso em: 20 jan. 2019.

MATTHEWS, R.; COOPER, J.; DAVIDSON, N.; HAWKES, P. Building bridges between cooperative and collaborative learning. Change: **The Magazine of Higher Learning**, v. 27, n. 4, p. 35–40, 2010.

MATTURRO, Gerardo. Soft skills in software engineering: A study of its demand by software companies in Uruguay. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON COOPERATIVE AND HUMAN ASPECTS OF SOFTWARE ENGINEERING - CHASE, 6., 2013, San Francisco. **Anais [...]** San Francisco: IEEE, 2013. p. 133-136.

MATTURRO, Gerardo; RASCHETTI, Florencia; FONTÁN, Carina. Soft skills in software development teams: a survey of the points of view of team leaders and team members. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON COOPERATIVE AND HUMAN ASPECTS OF SOFTWARE ENGINEERING - CHASE, 8., 2015, Florence. **Anais [...]** Florence: IEEE Press, 2015, p. 101-104.

MELO, A.; FERNANDES, C.; JARDIM, M.; BARRETO, R. Modelo 3C de Colaboração aplicado ao uso de um repositório para o desenvolvimento de interfaces para autistas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS, 14., 2017, Brasília. **Anais eletrônicos**... Brasília: SBC, 2017, p. 1471-1485.

MERONI, A. **Creative communities**. People inventing sustainable ways of living. Milano: Polidesign, 2007.

MESA, Ana; ROMERO, Olga. La educación para la competencia digital en los centros escolares: la ciudadanía digital. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC**, v. 15, n. 2, p. 95-112, 2016.

MILANLOUEI, S. et al. A systematic comprehensive longitudinal evaluation of dietary factors associated with acute myocardial infarction and fatal coronary heart disease. **Nature Communications**, v. 11, p. 6074, 2020.

MINORITY REPORT. Direção: Steven Spielberg. Produção: Gerald R. Molen, Bonnie Curtis, Walter F. Parkes, Jan de Bont. EUA: DreamWorks, 2002. 1 DVD (145 min.).

MIORANDO, B.; LEITE, D. Mapeamento de Redes de Colaboração: Detectando Inovação e Mudanças nas Teias de Conhecimento. In: LEITE, D.; LIMA, E. (Orgs.). **Conhecimento, Avaliação e Redes de Colaboração**: Produção e Produtividade na Universidade. Porto Alegre: Sulina, 2012, p.181-200.

MOALLEM, M.; HUNG, W.; DABBAGH, N. **The Wiley Handbook of Problem-Based Learning**, 1st. Ed. EUA: John Wiley & Sons Inc., 2019.

MORAES, C.; FADEL, B. Ambiência organizacional, gestão da informação e tecnologia. In: VALENTIM, M. (Org.). **Informação, conhecimento e inteligência organizacional**. 2. ed. Marília: FUNDEPE Editora, 2007. p. 99-114.

MORAIS, P. Programa de Aprendizagem e a Pedagogia de Projetos. **B. Téc. Senac**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, set./dez. 2017.

MOREL, L.; DUPONT, L.; BOUDAREL, M. Innovation Spaces: New Places for Collective Intelligence?. In: Uzunidis D. (Ed.). **Collective Innovation Processes**. New York: London and John Wiley & Sons, 2018.

MORONE, P.; TAYLOR, R. Proximity, knowledge integration and innovation: An agenda for agent-based studies. **Journal of Evolutionary Economics**, n. 22, p. 19-47, 2012.

MUÑOZ, R. et al. Uso de Scratch como apoyo a Fundamentos de Programación. **Journal on Computational Thinking**. Itajaí, v.1, n.1, p.68-78, 2017.

NOOR, A. Envisioning engineering education and practice in the coming intelligence convergence era - A complex adaptive systems approach. **Central European Journal of Engineering**, n. 3, p. 606-619, 2013.

NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory Network Analysis with Pajek**. NY: Cambridge University Press 2005.

NOVO, B.; LANDIS, E.; HALEY, M. Leadership and its role in the success of Project management. **Journal of Leadership, Accountability and Ethics**, v. 14, n. 1, p. 73–78, 2017.

NYGAARD, C.; COURTNEY, N.; LEIGH, E. **Simulations, Games and Role Play in University Education**. United Kingdom: Libri Publishing, 2013.

OLIVEIRA, K.; PORTO, C. **Educação e teoria ator-rede**: fluxos heterogêneos e conexões híbridas. Ilhéus, Ba: Editus, 2016.

OLIVEIRA, M.; GIACOMAZZO, G. Educação e cidadania: perspectivas da literacia digital crítica. **EccoS**, São Paulo, n. 43, 2017, p. 153-174.

OLIVEIRA, N. M. Mulheres em STEM nas Escolas de Engenharia. In: TONINI, A.; PEREIRA, T. **Desafios da Educação em Engenharia**: Empreendedorismo, Indústria 4.0, Formação do Engenheiro, Mulheres em STEM. Brasília: ABENGE, 2019. p. 82-102.

OLIVEIRA, V. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, p.12, 2005.

OLSON, Gary et al. The structure of activity during design meetings. In: CARROLL, J.; MORAN, T. (Eds.). **Design rationale**: Concepts, techniques, and use. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995. p. 217-239.

OLSON, Gary et al. The upper atmospheric research collaboratory. **Interactions**, v. 5, n. 3, p. 48–55, 1998.

OLSON, Gary; OLSON, Judith. Distance Matters. **Human-computer Interaction**, v. 15, p. 139-178, 2000.

OLSON, Judith; OLSON, Gary. Computer-supported cooperative work. In: DURSO, F. (Ed.). **Handbook of applied cognition**. New York: Wiley, 1999. p. 409-442.

OLSON, Judith; TEASLEY, Stephanie. Groupware in the wild: Lessons learned from a year of virtual collocation. In: CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 1996, Boston. **Anais [...]** Boston: ACM, 1996. p. 419-427.

OVBIAGBONHIA, A.; KOLLOFFEL, B.; BROK, PD. Teaching for innovation competence in higher education Built Environment engineering classrooms: teachers 'beliefs and percep of the learning environment. **European Journal of Engineering Education**, v. 45, n. 6, p. 917–936, 2020.

PAULA, B.; VALENTE, J.; BURN; A. O uso de jogos digitais para o desenvolvimento do currículo para a educação computacional na Inglaterra. **Currículo sem Fronteiras**, v. 14, n. 3, p. 46-71, set./dez. 2014.

PAVEL, N.; BERG, A. Collaborative Innovation: a Study of Creative Teamwork in Offshore Industry and Design Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION, 16., 2014, Netherlands, **Anais [...]** Netherlands: University of Twente, 2014, p. 314-319.

PEREIRA, M.; BORA, C. O papel da Comissão Interna de Biossegurança: a experiência do Instituto Oswaldo Cruz. **RECIIS - R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde**. Rio de Janeiro, v. 3, n. 4, p. 226-233, dez. 2009.

PEREIRA JÚNIOR, J.; RAPKIEWICZ, C. O processo de ensino-aprendizagem de fundamentos de Programação: uma visão crítica da pesquisa no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 12., 2004, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: SBC/UFBA, 2004. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/weirjes/2004/003.pdf>. Acesso em: 17 out. 2016.

PIMENTEL, M.; FUKS, H.; LUCENA, C. Um Processo de Desenvolvimento de Sistemas Colaborativos baseado no Modelo 3C: RUP-3C-Groupware. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 4., 2008, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UNIRIO/SBC, 2008, p. 35-47.

PINHO, M.; FERNANDES, A. Relevance of University-Industry Links for Firms from Developing Countries: Exploring Different Surveys. In: ALBUQUERQUE, W.; SUZIGAN, G.; KRUSS; LEE, K. (Orgs.). **Developing National Systems of Innovation**: University-Industry Interactions in the Global South. Northampton: Edward Elgar, 2015, p.145-163.

PITT, James. Blurring the Boundaries – STEM Education and Education for Sustainable Development. **Design and Technology Educ.: an Inter. J.**, [S.l.], v. 14, n. 1, feb. 2009.

PITTICH, D.; TENBERG, R.; LENSING, K. Learning factories for complex competence acquisition. **European Journal of Engineering Education**, v. 45, n. 2, p. 196–21, 2020.

PÖPPELBUB, Jens; RÖGLINGER, Maximilian. What makes a useful maturity model? a framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. In: EUROPEAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ECIS), 19., Helsinki, Finlandia, 2011. **Anais [...]** Helsinki: ECIS, 2011. Disponível em: <https://dblp.org/rec/conf/ecis/PoppelbussR11.html>. 22 fev 2022.

PORTO, F.; ZIVIANI, A.; OGASAWARA, E. Big Data: um novo desafio à nossa porta. **Computação Brasil**, n. 29, p. 23-58, abril 2015.

PRABHU, T. **Rethink to stop cyberbullying**. Índia: TED, 2017. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/trisha_prabhu_rethink_to_stop_cyberbullying>. jan. 2019.

PRIKLADNICKI, Rafael. Cooperative and human aspects of software engineering. **ACM SIGSOFT Software Engineering Notes**, v. 38, n. 5, p. 34-37, 2013.

PUGLIESE, G. O. Um panorama do STEAM education como tendência global. In: BACICH, L.; HOLANDA, L. (Orgs.). **STEAM em sala de aula**: a aprendizagem baseada em proj. integrando conhecimentos na educ. básica. Porto Alegre: Penso, 2020. p.45-67.

QUINTILHANO, S.; TONDATO, R.; SCHIAVI, A. Aprendizagem Baseada em Projetos Aplicada no Curso de Engenharia de Produção da UTFPR - Campus Londrina. In: COSTA JÚNIOR, A.; D'ANDREA, A.; DALLABONA, C.; DUARTE, E. **Educação em Engenharia**: Aplicações no Ensino em Engenharia. JP: Editora IFPB, 2021, p. 69-94.

RAPINI, M.; SUZIGAN, W.; FERNANDES, A.; DOMINGUES, E.; CARVALHO, S.; CHAVES, C. A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 37., Foz do Iguaçu. **Anais [**…**]**. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2009/inscricao.on/arquivos/000-8c889e0c16addbb94ac22108bd1b2d4f.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

RESNICK, M. et al. Scratch: Programming for Everyone. **Communications of the ACM**, v. 52, n. 11, nov. 2009.

RIBEIRO, H.; ALVES, L.; MARTINS, A.; LENZI, E.; PERC, M. The dynamical structure of political corruption networks. **Journal of Complex Networks**, v. 6, n. 6, 2018, p. 989-1003.

ROSSI, Olena. The language test development process: Main principles and suggestions for classroom practice. **Testing, Evaluation & Assessment Today**, n. 4, p. 53-57, 2021.

SALICETI, F. Educate for creativity: new educational strategies. In: WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL SCIENCES (WCES), 7., Athenas, 2015. **Anais eletrônicos…** Athenas: Procedia - Social and Behavioral Sciences, n. 197, p. 1174–1178, 2015.

SANYAL, S.; HISSAM, M. The Impact of Teamwork on Work Performance of Employees: A Study of Faculty Members in Dhofar University. **IOSR Journal of Business and Management**, v. 20, n. 3, p. 15-22, 2018.

SCHARTINGER, D.; SCHIBANY, A.; GASSLER, H. Interactive relations between university and firms: empirical evidence for Austria. **Journal of Technology Transfer**, v. 26, n. 3, p. 255-268, 2001.

SCHATZKI, Theodore. Peripheral vision: The sites of organizations. **Organization Studies**, v. 26, n. 3, p. 465-484, 2005.

SCHOLKMANN, A. Why don't we all just do the same? Understanding variation in PBL implementation from the perspective of Translation Theory. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**. v. 14, n. 2, 2020.

SCHON, Donald. **The Reflective Practitioner**: How Professionals Think in Practice, EUA: Basic Books, 1984.

SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 161-166, 2016.

SENGE, P. **A Quinta Disciplina**: a arte e prática da organização que aprende. 29.ed. São Paulo: Editora BestSeller, 2013.

SENRA, C.; BRAGA, M. Future Classroom Lab in Portugal: analyzing the relationship of teachers with an innovative educational environment. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 20, n. 64, p. 434-461, jan./mar. 2020.

SERVIN, G.; DE BRUN, C. ABC of knowledge management. **NHS National Library for Health**: Specialist Library, 2005.

SESI. Serviço Social Da Indústria: **Relatório anual SESI-SENAI-IEL 2016**. Brasília: SESI, 2017.

SHARP, Helen; DITTRICH, Yvonne; DE SOUZA, Cleidson. The role of ethnographic studies in empirical software engineering. **IEEE Transactions on Software Engineering**, v. 42, n. 8, p. 786–804, 2016.

SHIN, S.; KIM, C. A subjectivity study of culinary arts major students in problem based learning(pbl) program for culinary competition. **The Journal of the Korea Contents Association**, v. 19, n. 8, p. 598–608, 2019.

SIDHU, R.; HO, K.-C.; YEOH, B. Emerging Education Hubs: the Case of Singapore. **Higher Education**. 61, 2011.

SILVA, T.; MEDEIROS, T.; MEDEIROS, H.; LOPES, R.; ARANHA, E. Ensino-aprendizagem de programação: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 1, p. 182-196, 2015.

SOUZA, D.; BATISTA, M.; BARBOSA, E. Problemas e dificuldades no ensino e na aprendizagem de Programação: um mapeamento sistemático. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 1, p. 39-52, jan. 2016.

STROHECKER, Carol; BROOKS, Kevin; FRIEDLANDER, Larry. Tired of Giving In: An Experiment in Narrative Unfolding. **Mitsubishi Electric Corporation Research Laboratory**, TR99-16. April 1999.

TARRICONE, P.; LUCA, J. Successful teamwork: A case study, in Quality Conversations. In: HERDSA ANNUAL CONFERENCE, 25., Perth, Western Australia, 2002. **Anais eletrônicos…** Perth, Western Australia: HERDSA, 2002, p. 640-646.

TAYLOR, L. Communicating the theory, practice and principles of language testing to test stakeholders: Some reflections. **Language Testing**, v. 30, n. 3, p. 403–412, 2013.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. **Biossegurança**: uma abordagem multidisciplinar. 2.ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2010.

THOMASSEN, A.; STENTOFT, D. Educating Students for a Complex Future: Why Integrating a Problem Analysis in ProblemBased Learning Has Something to Offer. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**. v. 14, n. 2, 2020.

THUNE, TARAN. Success Factors in Higher Education-Industry Collaboration: A case study of collaboration in the engineering field. **Tertiary Education and Management**, n. 17, p. 31-50, 2011.

TONINI, A.; PEREIRA, T. (Orgs.). **Desafios da Educação em Engenharia**: Empreendedorismo, Indústria 4.0, Formação do Engenheiro, Mulheres em STEM. Brasília: ABENGE, 2019.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. (Eds.). **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Soc. Brasileira de Computação, 2006.

TORTORELLA, G.; CAUCHICK-MIGUEL, P. An initiative for integrating problem-based learning into a lean manufacturing course of an industrial engineering graduate program. **Production**, 27, e2016224, 2017.

TRENTIN, Marco; PAZINATO, Ariane; TEIXEIRA, Adriano. The Development of Mathematical Logical Reasoning through Computer Programming: The Case of the Computer Programming Olympics for Basic Education Students. **Creative Education**, n. 8, p. 81-94, jan. 2017.

TUCKMAN, B.W. Developmental sequence in small groups. **Psychological Bulletin**, v. 63, p. 384-399, 1965.

TUZZO, S. A.; BRAGA, C. F. O Processo de Triangulação da Pesquisa Qualitativa: O Metafenômeno como Gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 4, n. 5, p. 140-158, agosto 2016.

UNESCO. **Decifrar o código**: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM). Brasília, DF: UNESCO, 2018.

UNESCO. **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel**. [S.l.], 2014. Disponível: http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf. ago 2019.

UNESCO. **O futuro da aprendizagem móvel**: implicações para planejadores e gestores de políticas. Brasília: Unesco, 2009. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000022807>. Acesso em: 03 abr. 2020.

URIARTE, U. O que é fazer etnografia para os antropólogos. **Ponto Urbe**, n. 11, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4000/pontourbe.300>. Acesso em: 01 mar. 2019.

VEE, A. Understanding Computer Programming as a Literacy. **Literacy Composition Studies**. v. 1, n. 2, 2013, p. 42-64.

VILARIM, G. **Programação Orientada a Objetos: um curso básico**. Curitiba: Ed. do Livro Técnico, 2015.

VINCE, J. **Introduction to Virtual Reality**, 2.ed. Springer-Verlag, 2004.

WAGNER, T. **Creating Innovators**: the making of young people who will change the world. New York: Scribner, 2012.

WANDERS, F.; DIJKSTRA, A.; MASLOWSKI, M.; VAN DER VEEN, I. The effect of teacher-student and student-student relationships on the societal involvement of students. **Research Papers on Education**, v. 35, n. 3, p. 266–286, 2020.

WATTS, D. **Six Degrees**: The Science of a Connected Age. EUA: Ed. Norton & C., 2014.

WATTS, D.; STROGATZ, S. Collective dynamics of small-world networks. **Nature**, n. 393, p. 440-442, 1998.

WAZLAWICK, R. **Metodologia de Pesquisa em Ciência da Computação**. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2014.

WEGGE, J.; DICK, R.; FISHER, G.; WECKING, C.; MOLTZEN, K. Work motivation, organisational identification, and well-being in call centre work. **Work Stress**, v. 20, n. 1, p. 60-83, 2006.

WEGGE, J.; VOGT, J.; WECKING, C. Customer-induced stress in call centre work: a comparison of audio and videoconference. **J. Occup. Organ. Psychol**., v. 80, n. 4, p. 693-712, 2007.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs**: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Davos: 2016.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Future of Jobs Report**: 2018. Davos: 2018.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Jobs of Tomorrow**: Mapping Opportunity in the New Economy. Davos: 2020.

WOSINSKI, J.; BELCHER, A.; DÜRRENBERGER, Y.; ALLIN, A.; STORMACQ, C.; GERSON, L. Facilitating problem-based learning among undergraduate nursing students: A qualitative systematic review. **Nurse Education Today**, v. 60, p. 67-74, 2018.

YIN, R. **Case study research**: Design and methods. 4th Ed. T. Oaks, CA: Sage, 2009.

ZUCOLOTO G.; TONETO JR. Esforço Tecnológico da Indústria de Transformação Brasileira: Uma Comparação com Países Selecionados. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 9, n. 2, p. 337-365, maio/ago. 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Parecer do CEP FIOCRUZ/IOC

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ/IOC

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Construindo Redes de Conhecimento Através de Projetos Colaborativos
Pesquisador: Marco Braga
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 48109321.3.0000.5248
Instituição Proponente: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
Patrocinador Principal: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.821.756

Apresentação do Projeto:
Versão 1

Trata-se de um estudo que propõe a observação de estudantes de diversos níveis acadêmicos (fundamental II, médio, graduação e continuada) durante oficinas de trabalho, presencial ou remota, onde serão estimulados pelos professores a realizar pesquisas individuais e em grupo, a estabelecerem redes de comunicação através de redes sociais, a produzirem textos e interagirem com professores de diferentes disciplinas. o pesquisador realizará anotações em diário de bordo e gravações em vídeo e ao final, os alunos e professores participantes serão convidados a responder questionários com perguntas abertas e fechadas e ocorrerá entrevistas focalizadas, semiestruturadas, do tipo grupo focal, abordando temas relacionados com a percepção do desenvolvimento de competências específicas.
Os dados serão analisados para investigar como se constrói a rede de conhecimento colaborativo além de avaliar se houve o desenvolvimento de competências específicas através da oficina colaborativa.
O estudo ser dará nos seguintes estabelecimentos de ensino:
1) Em duas oficinas, em momentos distintos, de robótica no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, com alunos do ensino médio, não necessariamente cursando a mesma série, de idades entre 15 a 17 anos.

Endereço: Av. Brasil 4036, sala 705 - 7º andar (Campus Expansão)
Bairro: Manguinhos **CEP:** 21.040-361
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9011 **Fax:** (21)2561-4815 **E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

2) "Projeto de Robótica Educacional da Fundação Municipal de Educação de Niterói (FME-Niterói), Rio de Janeiro. Este projeto envolve alunos do 2º ao 4º ciclo do ensino fundamental, na faixa etária de 9 a 17 anos. Faz parte deste projeto diversas escolas da rede municipal de ensino de Niterói.

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Primário:

A pesquisa objetiva primariamente a investigar como se constrói a rede de conhecimento colaborativo durante a evolução de atividades PBL, além
de identificar competências que tenham sido utilizadas ou desenvolvidas ao longo da dinâmica.

Objetivo Secundário:

• Desenvolver oficinas de trabalho ou STPs a serem realizados por alunos dos três níveis acadêmicos e educação continuada;

• Apresentar e dar noções básicas dos conteúdos necessários ao desenvolvimento dos projetos nas oficinas;

• Investigar como se estabelece o fluxo de conhecimento nestas oficinas;

• Identificar as mudanças e as trocas estabelecidas entre os diferentes atores humanos e não humanos, utilizando a teoria ator-rede;

• Observar como os participantes das oficinas replicam o aprendizado".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador menciona como risco a possibilidade de constragimentos dos alunos, assegurando sua minimização devido a não interferência nas atividades e na interação aluno/professor. Menciona também possível "sentimento de invasão de privacidade e
receio quanto à divulgação de dados confidenciais ou divulgação de imagens", cita a informação prévia dos registros e a garantia da "não violação e integridade dos documentos e assegura a confidencialidade e privacidade dos dados coletados".

O pesquisador garante também a dissociação da participação dos alunos de qualquer tipo de avaliação, escolar ou profissional, além do preenchimento anônimo dos questionários.

Foram mencionados benefícios indiretos como possibilidade de participação de "dinâmicas educacionais que estimulam competências requisitadas pelo mundo corporativo atual, tais como criatividade, inovação, trabalho em equipe, empreendedorismo, liderança e etc. Também permitirão uma experiência próxima ao ambiente profissional, vivenciando possibilidades e dificuldades".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
O estudo está em acordo com Resoluções e Normas pertinentes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Nesta versão foram avaliados os seguintes documentos:

1) PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P – Formulário Plataforma Brasil.

2) Folha_de_rosto_3_marco_braga - folha de rosto
Marco Antonio Barbosa Braga assina como pesquisador responsável. Ronney Arismeu Mancebo Boloy, Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, assina os campos de instituição proponente e patrocinador principal. Documento datado em 09/06/2021.

3) link_Lattes – Documento com Link para o currículo Lattes dos membros da equipe de pesquisa do projeto (MARCO BRAGA, AFSANEH HAMEDI d'ESCOFFIER, LUIZ NEY d'ESCOFFIER, CARLOS ANTÔNIO DE SOUZA PEREIRA, FELIPE JOSÉ REZENDE DE CARVALHO, FREDERICO PIFANO DE REZENDE, JOANA CARDOZO DE MOURA, MARCIA LUZIA CORREIA DE ABREU, NELSON LUIZ DE ANDRADE LIMA, NORIMAR DE MELO VERTICCHIO, RONI COSTA FERREIRA e TACIANA NOVELLO GATTO.

4) PesquisaIFRJCSJM – Termo de anuência do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro assinado pelo diretor da instituição, Rodney C. de Albuquerque. Datado em 13 de abril de 2021.

5) ProjetoCEPBragav2 – Projeto na integra contendo cronograma e orçamento.
Rever cronograma.

6) termo_confidencialidade_assinado2 – Termo de confidencialidade e sigilo assinado pelos membros da equipe de pesquisa. Datado em 07 de junho de 2021.

7) Termo_autorizacao_uso_imagem_som_MAIOR - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM para participantes maiores de 18 anos.

8) Termo_autorizacao_uso_imagem_som_MENOR - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM para participantes menores de 18 anos.

9) Termo_autorizacao_uso_imagem_som_responsavel - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM para responsáveis.

10) TALEalunoredesdeconhecimento – Termo de Assentimento.

11) TCLEredesdeconhecimento – Termo de consentimento Livre e Esclarecido para participantes maiores de 18 anos.

12) TCLEresponsavelRedesdeconhecimento - Termo de consentimento Livre e Esclarecido para pais e responsáveis pelos participantes menores de 18 anos.

Recomendações:

No documento "ProjetoCEPBragav2" - Ajustar o cronograma considerando o tempo de tramitação do projeto na Plataforma Brasil, de modo que as atividades envolvendo participantes de pesquisa na estejam planejadas para datas anteriores ao parecer favorável do Comitê de ética em pesquisa.

Todas as declarações, justificativas, cartas, termos, regulamentos, etc., devem ser redigidos em papel timbrado, assinados, carimbados e datados, por se tratar de documentos oficiais, para permitir a sua validação e autenticação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
O Estudo foi aprovado com as seguintes recomendações:

No documento "ProjetoCEPBragav2" - Ajustar o cronograma considerando o tempo de tramitação do projeto na Plataforma Brasil, de modo que as atividades envolvendo participantes de pesquisa não estejam planejadas para datas anteriores ao parecer aprovado do Comitê de ética em pesquisa. O projeto ajustado deverá ser apresentados via Plataforma Brasil usando o recurso "notificação".

Considerações Finais a critério do CEP:
Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Oswaldo Cruz (CEP FIOCRUZ/IOC) em sua 290a Reunião Ordinária, realizada em 28.06.2021, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/2012, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

Este CEP ressalta a importância do envio dos relatórios parciais e final, sendo uma das responsabilidades assumidas pelo pesquisador ao submeter o seu projeto para apreciação (Resolução CNS 466/2012, XI.2.d e Resolução CNS 510/2016, Art. 28, V).

Os Relatórios Parciais deverão ser encaminhados anualmente e,

O Relatório de Conclusão (Final) deverá ser enviado aproximadamente em 30 a 60 dias após o término do projeto. Ambos os tipos de relatórios deverão ser apresentados via Plataforma Brasil, no modo/ferramenta "Notificação".

A observância dos prazos de envio dos relatórios parciais ou finais é estritamente de responsabilidade do pesquisador. A não obediência aos prazos estipulados poderá implicar na NÃO APROVAÇÃO dos relatórios.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ/IOC

Continuação do Parecer: 4.821.756

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1736872.pdf	16/06/2021 12:09:04		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_autorizacao_uso_imagem_som_responsavel.doc	16/06/2021 12:08:18	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_autorizacao_uso_imagem_som_MENOR.doc	16/06/2021 12:08:07	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_autorizacao_uso_imagem_som_MAIOR.doc	16/06/2021 12:07:53	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEresponsavelRedesdeconhecimento.docx	16/06/2021 12:06:30	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEredesdeconhecimento.docx	16/06/2021 12:05:51	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEalunoredesdeconhecimento.docx	16/06/2021 12:05:32	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_confidencialidade_assinado2.pdf	14/06/2021 21:24:26	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_3_marco_braga.pdf	14/06/2021 21:21:11	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
Outros	link_Lattes.docx	01/06/2021 15:00:40	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoCEPBragav2.docx	30/04/2021 13:04:41	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito
Outros	PesquisaIFRJCSJM.pdf	30/04/2021 13:02:43	Luiz Ney d'Escoffier	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

Endereço: Av. Brasil 4036, sala 705 - 7º andar (Campus Expansão)
Bairro: Manguinhos **CEP:** 21.040-361
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9011 **Fax:** (21)2561-4815 **E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

RIO DE JANEIRO, 01 de Julho de 2021

Assinado por:
Ximena Illarramendi
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Brasil 4036, sala 705 - 7º andar (Campus Expansão)
Bairro: Manguinhos **CEP:** 21.040-361
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9011 **Fax:** (21)2561-4815 **E-mail:** cepfiocruz@ioc.fiocruz.br

APÊNDICE B

Autorizações de Pesquisa CEFET/RJ e IFRJ

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Rio de Janeiro, 05 de abril de 2021.

DECLARAÇÃO

Autorizamos que a pesquisa acadêmica coordenada pelo pesquisador Prof Dr Marco Antonio Barbosa Braga, **CONSTRUINDO REDES DE CONHECIMENTO ATRAVÉS DE PROJETOS COLABORATIVOS** seja realizada nessa instituição, com o compromisso do pesquisador em respeitar as rotinas estabelecidas pelo Conselho de Ética e divulgar os resultados de seu trabalho para a comunidade científica nacional e internacional, como é de praxe no CEFET/RJ.

RONNEY ARISMEL MANCEBO BOLOY:23284664866

Assinado de forma digital por RONNEY ARISMEL MANCEBO BOLOY:23284664866
Dados: 2021.04.05 12:10:38 -03'00'

Ronney Arismel Mancebo Boloy
Diretor de Pesquisa e Pós-graduação
SIAPE: 1033225

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Unidade Engenheiro Paulo de Frontin

AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Eu, Ricardo Esteves Kneipp, Diretor Geral do IFRJ, campus Engenheiro Paulo de Frontin, venho por meio desta informar que autorizo o pesquisador **RONI COSTA FERREIRA**, aluno do Doutorado Acadêmico em Engenharia de Produção e Sistemas (PPPRO), do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sucksow da Fonseca (CEFET/RJ) a desenvolver sua pesquisa, intitulada **CONSTRUINDO REDES DE CONHECIMENTO ATRAVÉS DE PROJETOS COLABORATIVOS**, sob a orientação do Professor Doutor **MARCO ANTONIO BARBOSA BRAGA** (CEFET/RJ). Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Rio de Janeiro, 25 de Março de 2021.

Ricardo Esteves Kneipp
Diretor Geral
Campus Eng. Paulo de Frontin
SIAPE 1863816

Ricardo Esteves Kneipp – SIAPE 1863816
Diretor Geral do IFRJ Campus Engenheiro Paulo de Frontin

INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Rio de Janeiro

TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Venho por meio deste documento autorizar o(a) pesquisador(a) **RONI COSTA FERREIRA**, a desenvolver o projeto intitulado: **CONSTRUINDO REDES DE CONHECIMENTO ATRAVÉS DE PROJETOS COLABORATIVOS**, cuja infraestrutura atende as necessidades da pesquisa. Cabe citar que estou ciente que o(a) pesquisador (a) é servidor SIAPE n. **2995516** do Curso Técnico Subsequente/Concomitante de Informática para a Internet, do Campus São João de Meriti, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

Foi esclarecido que os participantes da pesquisa serão resguardados em sua segurança e em seu bem estar. Estou ciente de que a pesquisa consiste em videoconferências, questionários e produtos de software, não comprometendo a qualidade de ensino/aprendizagem e nem os participantes da pesquisa. A qualquer momento os participantes poderão desistir de participar da pesquisa, não causando nenhum prejuízo às instituições envolvidas, à pesquisa ou aos participantes. Cabe citar que os procedimentos adotados pelo pesquisador garantem sigilo da identidade dos participantes. Os dados serão utilizados para a realização de relatórios internos e publicações científicas.

Essa autorização será válida após aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFRJ.

Rio de Janeiro, 13 de abril de 2021.

Diretor da Instituição
Rodney C. de Albuquerque
Diretor - Geral
IFRJ Campus São João de Meriti
Matrícula SIAPE nº 1555982

Endereço da Instituição: R. Vala da Divisa - Coelho da Rocha, São João de Meriti - RJ, 25550-110
Tel: (21) 3293-6077
E-mail: ascom.csjm@ifrj.edu.br

APÊNDICE C

Solicitação de Software CIBio/IOC

Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto Oswaldo Cruz

IOC CIBio

Comissão Interna de Biossegurança
Instituto Oswaldo Cruz – CIBio/IOC
Av. Brasil, 4365 – Pav. Gomes de Farias – Sala 210
Manguinhos – Rio de Janeiro – RJ – 21045-900
Tel. 21-2562-1430 – Fax : 21-2562-1354
E-mail:cibioioc@ioc.fiocruz.br

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

O Instituto Oswaldo Cruz (IOC) é um complexo de setores que busca a geração de conhecimentos, produtos e serviços na área biomédica, voltados para a atender às necessidades da saúde da população brasileira. Portanto, está em sua missão a realização de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico, inovação, serviços de referência e coleções biológicas.

Nesta ótica, as atividades são desenvolvidas sempre com os princípios da biossegurança. Para isso, a Comissão Interna de Biossegurança do Instituto Oswaldo Cruz (CIBio/IOC) oferece cursos e treinamentos que promovem a capacitação dos profissionais do IOC, reduzindo possíveis riscos à saúde do homem, dos animais e do meio ambiente.

Desta maneira, de acordo com nosso compromisso com a biossegurança nos laboratórios de pesquisa biomédica do IOC, e atentos com os avanços na área de tecnologia e educação, identificamos a possibilidade da utilização de softwares simuladores de situações de risco laboratorial para treinamento dos alunos que iniciam na carreira científica.

Portanto, vimos por meio desta solicitar uma parceria acadêmica com o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ), na pessoa do Dr. Prof. Marco Antonio Barbosa Braga, e com o Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), representado pelo Prof. Roni Costa Ferreira, a fim de que seja desenvolvido um protótipo de um software simulador de riscos para laboratórios de pesquisa biomédica a ser utilizado como treinamento pela CIBio/IOC.

Todos os resultados intermediários e finais produzidos no âmbito do projeto, envolvendo invenções, processos, métodos, programas de computador ou inovações técnicas, passíveis de proteção ou não, terão seus direitos divididos entre as instituições envolvidas na proporção e forma estabelecidas em instrumento específico.

Atenciosamente,

Luiz Ney d'Escoffier

Membro da CIBio/IOC

Luiz Ney d'Escoffier
Tecnologista em Saúde Pública
SIAPE 1555B029
IOC/FIOCRUZ

Rio de Janeiro, 04 de abril de 2019.