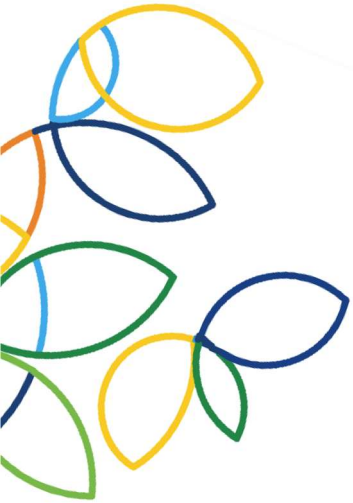




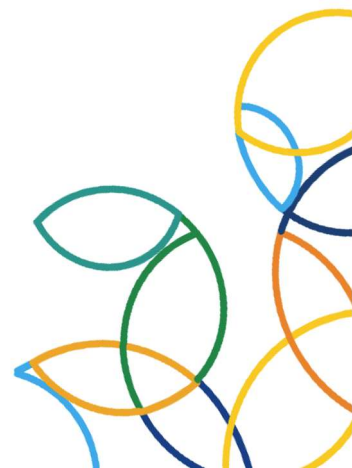
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO

**TENDÊNCIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM ESPAÇO DE
ABORDAGEM *MAKER***

SEROPÉDICA

2026





ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO

TENDÊNCIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM
ESPAÇO DE ABORDAGEM *MAKER*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática, Área de Concentração: Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Linguagens, Tecnologias e Inovações nos Processos de Ensino e de Aprendizagem.

Orientadora: Dra. Roseli Alves de Moura.

Coorientador: Dr. Moisés Ceni de Almeida.

SEROPÉDICA

2026

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central/Central de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P379t Peixoto, Anderson Bruno Ribeiro, 1981-
TENDÊNCIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM ESPAÇO
DE ABORDAGEM MAKER / Anderson Bruno Ribeiro Peixoto.
- Rio de Janeiro, 2026.
180 f.

Orientador: Roseli Alves De Moura.
Coorientador: Moisés Ceni De Almeida.
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação
em Ciências e Matemática, 2026.

1. formação de professores. 2. cultura maker. 3.
steam. 4. letramento computacional. 5. letramento
tecnológico. I. Alves De Moura, Roseli , 1963-,
orient. II. Ceni De Almeida, Moisés , 1989-, coorient.
III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemática. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta TFC/Dissertação/Tese, desde que seja citada a fonte

**O PRESENTE TRABALHO FOI REALIZADO COM APOIO DA COORDENAÇÃO
DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - BRASIL (CAPES)
- CÓDIGO DE FINANCIAMENTO 001.**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**



ATA Nº 3470 / 2026 - PPGEDUCIMAT (12.28.01.00.00.00.18)

Nº do Protocolo: 23083.036517/2026-15

Seropédica-RJ, 05 de agosto de 2026.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**

ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO

Dissertação/Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática**, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, área de Concentração Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática.

DISSERTAÇÃO (TESE) APROVADA EM 03 de agosto de 2026

**ROSELI ALVES DE MOURA Dra. UFRRJ
(Orientadora)**

MOISES CENI DE ALMEIDA Dr. UFRRJ

RAIMUNDO JOSE MACARIO COSTA. Dr. UFRRJ

FABIANA CHAGAS DE ANDRADE. Dra. Cefet/RJ

(Assinado digitalmente em 05/08/2026 08:34)

MOISES CENI DE ALMEIDA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptM (12.28.01.00.00.00.63)
Matrícula: 1160735

(Assinado digitalmente em 05/08/2026 12:57)

RAIMUNDO JOSE MACARIO COSTA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DCOMP (11.39.97)
Matrícula: 2117899

(Assinado digitalmente em 05/08/2026 09:48)

FABIANA CHAGAS DE ANDRADE
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 106.700.537-40

(Assinado digitalmente em 05/08/2026 08:33)

ROSELI ALVES DE MOURA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 043.866.858-80

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp>
informando seu número: **3470**, ano: **2026**, tipo: **ATA**, data de emissão: **05/08/2026** e o código
de verificação: **df919f55e2**

Aos meus pais e minhas irmãs,
com todo o amor, carinho e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço enormemente a todos os que fizeram parte da minha formação e me incentivaram a chegar até aqui, especialmente à Unirio, ao Colégio Pedro II e ao Cefet/RJ, embora nesta última, não tenha ainda sido concluído o curso, dado as dificuldades da vida, registro aqui o meu imenso carinho e enorme gratidão por toda formação que tive por lá. Sem eles este trabalho não seria possível, pois experiências como as que foram realizadas através do Laboratório Maker de Itaguaí e as equipes envolvidas, foram muito significativas. Especialmente, sou muito grato ao professor Gilberg, pois foi o grande incentivador e quem levou a conhecer o PPGEduCIMAT e a UFRRJ. Muito embora, nesta oportunidade, não tenha sido contemplado por bolsa. Agradeço também às instituições que costumam sempre fomentar o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, como a CAPES, CNPq, FAPERJ, esta última cabe um destaque por já ter participado de atividades que realmente foram transformadoras no LabMaker, as quais tive a oportunidade de fazer parte, inclusive numa delas como bolsista. Agradeço ainda a todos do PPGEduCIMAT e à UFRRJ, sobretudo nas figuras da professora Gisela que foi quem tive o primeiro contato de acolhimento, bem como a minha caríssima orientadora Roseli e ao querido coorientador Moisés, aos membros da banca, professor Macário e a professora Fabiana, com quem tive o imenso prazer e alegria de conviver com as atividades do LabMaker, aos amigos de equipes e grupos de pesquisa e colegas de turma, mormente ao amigo Antônio Marcos pela parceria. Aos meus demais colegas e amigos e, principalmente, à minha família, por todo o amor e dedicação, especialmente dos meus afilhados pequerruchos, xodozinhos de todos por aqui, e tudo o que me fez manter firme, seguindo sempre com enorme carinho, dedicação e gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

*"Não existe nenhuma continuidade possível entre
o mundo dos humanos e o acesso as verdades
não feitas pela mão do homem" (Latour, 2004)*

RESUMO

PEIXOTO, Anderson Bruno Ribeiro. **Tendências na formação de professores: um espaço de abordagem *maker***. 2026. 137 folhas. Dissertação de Mestrado em Ciências e Matemática - Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2026, Dissertação.

Pretende-se construir uma ponte de diálogo entre ciência e tecnologia, em seus aspectos de “evolução” e não linearidade, mas que sustentam continuidades e discontinuidades, especialmente o que pode existir de conexão entre uma era digital e não digital. Ao ponto que observamos a disseminação de espaços inovadores de aprendizagem em cultura digital e tecnológica, na forma de iniciativas governamentais (E-TEC, GET e IFMaker). O objetivo geral deste estudo se constitui em investigar a integração dos princípios da abordagem *maker* atrelados ao exercício da atividade docente. O referencial teórico fundamenta-se principalmente nas contribuições de: Bruno Latour; George Basalla; Marcelo de Carvalho Borba; Paulo Blikstein e Seymour Papert; Pierre Lévy. Adota-se uma abordagem baseada no método histórico para análise documental e revisão bibliográfica crítica, que no contexto da pesquisa qualitativa, nos permite um entendimento tanto da complexidade dos processos históricos, quanto das práticas educacionais contemporâneas envoltas no contexto de inovação e tendências na educação, para buscar a compreensão da práxis pedagógica e a análise de percepção sobre a formação. Constatou-se a necessidade de discutir uma possível carência de ações voltadas à formação docente, dado o contexto tecnológico de rápidas transformações em que vivemos. Mediante a este desafio, promoveu-se um curso de extensão, em um contexto de diálogo com a realidade local. Portanto, dentre as considerações finais, estima-se que a extensão universitária pode representar um caminho possível de estímulo às práticas pedagógicas colaborativas, criativas e inovadoras, impactando significativamente a formação de professores. Além disso, buscou-se discutir sobre os novos tipos de letramento, para favorecer o uso ético e consciente das tecnologias, bem como o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem de forma ativa, crítica e responsável e impactar positivamente na qualidade do ensino, promovendo maior engajamento, criatividade e autonomia da comunidade.

Palavras-chave: formação de professores; cultura *maker*; steam; letramento computacional; letramento tecnológico.

ABSTRACT

PEIXOTO, Anderson Bruno Ribeiro. **Trends in teacher training: a maker approach space.** 2026. 137 pages. Master's Dissertation in Science and Mathematics – Institute of Education, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2026.

This study aims to build a bridge of dialogue between science and technology—focusing on their aspects of "evolution" and non-linearity, while acknowledging the continuities and discontinuities involved, particularly the connections between the digital and non-digital eras. This takes place against the backdrop of the proliferation of innovative learning spaces centered on digital and technological culture, exemplified by government initiatives such as E-TEC, GET, and IFMaker. The general objective of this study is to investigate the integration of "maker" approach principles into teaching practice. The theoretical framework draws primarily on the contributions of Bruno Latour, George Basalla, Marcelo de Carvalho Borba, Paulo Blikstein, Seymour Papert, and Pierre Lévy. The study adopts a historical method approach—combining document analysis with a critical literature review—which, within a qualitative research context, allows for an understanding of both the complexity of historical processes and contemporary educational practices shaped by innovation and educational trends; the goal is to comprehend pedagogical praxis and analyze perceptions regarding teacher training. A need was identified to address a potential lack of initiatives focused on teacher training, given the rapid technological transformations characterizing the current era. In response to this challenge, an extension course was organized to foster dialogue with the local reality. Consequently, the final considerations suggest that university extension programs offer a viable pathway for encouraging collaborative, creative, and innovative pedagogical practices, thereby significantly impacting teacher training. Furthermore, the study addresses new forms of literacy to foster the ethical and conscious use of technology and the development of active, critical, and responsible learning environments, ultimately aiming to improve the quality of education by promoting greater community engagement, creativity, and autonomy.

Keywords: teacher training; maker culture; steam; computational literacy; technological literacy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Histórico das Revoluções Industriais.....	63
Figura 2: Diagrama de representação das quatro fases do ciclo básico de investigação-ação	88
Figura 3: Modelo Espaço Maker 1 - Sala Maker integrada com Espaço de Audiovisual	98
Figura 4: Momento descontraído durante a apresentação da atividade.....	133
Figura 5: Atividade de Scratch em curso.....	134
Figura 6: Apresentando possibilidades na formação em IA.....	134
Figura 7: Apresentando o Quick, Draw!, uma rede neural que reconhece desenhos	135
Figura 8: Falando mais sobre a impressão 3D	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Gerações educacionais e os seus principais aspectos	24
Tabela 2: Previsão de unidades escolares na esfera federal, estadual e cidade do Rio de Janeiro.	39
Tabela 3: Quadro descritivo da proposta realizada.....	94

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	15
_ 1.1 DA TRAJETÓRIA PESSOAL À QUESTÃO DE PESQUISA E SUA JUSTIFICATIVA	16
_ 1.2 PROBLEMÁTICA E QUESTÃO DA PESQUISA	19
_ 1.3 OBJETIVOS	34
CAPÍTULO II.....	37
_ 2.1 UM BREVE PANORAMA E HISTÓRICO DA VISÃO X PONTO ZERO.....	38
_ 2.2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS DIRECIONADAS À PESQUISA.....	72
CAPÍTULO III	84
_ 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	85
_ 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO PRODUTO EDUCACIONAL ..	91
CAPÍTULO IV	96
_ 4.1 CURSO DE EXTENSÃO	97
_ 4.2 A COLETA DE DADOS	97
_ 4.3 ANÁLISE DE DADOS.....	99
CAPÍTULO V.....	106
_ 5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	107
_ 5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
REFERÊNCIAS	116
LEITURAS COMPLEMENTARES	131
ANEXOS	138

INTRODUÇÃO

Diante da iminente expansão dos Espaços Maker e sua cultura da “mão na massa” em instituições escolares brasileiras, que surgiram recentemente de modo mais intenso através dos diferentes entes federativos, surge a necessidade de ampliar o espaço de discussão sobre inovações pedagógicas e a formação docente. Neste sentido, inspirados por referenciais como o de Papert (2008) e aprofundado por autores contemporâneos como Blikstein (2018), em que se assume centralidade do aluno em ambientes de aprendizagem, estudantes constroem protótipos de forma articulada ao conhecimento conceitual, através da experimentação e criação colaborativa. Tal perspectiva construcionista, se apoia no uso de metodologias ativas como a resolução de problemas para promover o engajamento do aluno em projetos concretos que dialogam com a realidade.

Entretanto, a repentina chegada destes ambientes não garante que mudanças significativas ocorram nestes espaços ou nas práticas pedagógicas. Para que ocorra uma efetiva integração destes recursos em diálogo com os currículos, irá demandar que os professores sejam capazes de realizar uma articulação entre saberes didáticos, curriculares e tecnológicos, ou ainda, com os seus pares em atividades interdisciplinares, com uma postura investigativa e reflexiva. Com o efeito, surge a necessidade de problematizar as condições de formação inicial e continuada docente envolta da repentina disponibilidade de tais recursos.

Diante deste processo de implantação e consolidação da Educação Maker, pretende-se observar a integração dos princípios desta abordagem, em uma perspectiva do exercício da atividade docente, para se discutir, como os atores envolvidos nesta atividade conjugam articulações pedagógicas colaborativas, criativas e inovadoras. Desta forma, busca-se a compreensão das experiências vividas por professores envoltos a esta perspectiva e que ao passarem por uma experiência de formação continuada, onde nos deparamos com tensões do cotidiano escolar, busca-se obter uma melhor percepção a partir da perspectiva destes sujeitos, em sua pluralidade ou coletividade do ser professor nesses ambientes envoltos por espaços tecnológicos de prototipagem.

Para o desenvolvimento deste trabalho, defende-se a importância de investigar o processo de implementação da cultura *maker*¹ e o modo como essa abordagem se insere no contexto da educação brasileira, bem como seus possíveis impactos sobre a docência. Trata-se

¹ Cabe aqui diferenciarmos o que é cultura *maker* - um movimento social focado no “faça você mesmo” (Do It Yourself), uma rede global de compartilhamento que se baseia em comunidades; daquilo que vem a ser uma abordagem *maker* - trata-se de um método pedagógico de práticas inspiradas nesta cultura.

de uma pesquisa de abordagem qualitativa, desenvolvida por meio da pesquisa-ação, considerando as experiências, os significados e as percepções subjetivas dos participantes, como iremos detalhar oportunamente.

Desta maneira, nosso problema de pesquisa se delimita a necessidade de formação inicial e continuada e de que modo podemos entender indícios de aprendizagem, uso consciente e responsável destes recursos. Frente a esta inquietação, nosso propósito é, ao longo desta investigação apresentar tal problemática, as políticas adotadas e vigentes, como também as diferentes perspectivas de percepção da evolução histórica. Na sequência propõe-se um debate que envolva proposições que evidenciam os desafios que temos pela frente para implantação de tendências tecnológicas na educação e a preocupação com a formação reflexiva e profissional docente.

CAPÍTULO I

CENÁRIO DA PESQUISA

1.1 DA TRAJETÓRIA PESSOAL À QUESTÃO DE PESQUISA E SUA JUSTIFICATIVA

Desde cedo, sempre fui uma criança muito curiosa e que buscava entender como as coisas funcionam. Talvez por consequência disto, considero que problemas reais, muitas das vezes possuem soluções que não são únicas. Ao mesmo tempo, precisamos colocar a “mão na massa”, para fazer acontecer! Embora considere que eu tenha sido um bom aluno durante o tempo de escola, infelizmente, precisei trabalhar cedo para ajudar em casa. Por conta disso, ao concluir a educação básica, busquei mais por fazer cursos curtos que poderiam representar uma rápida e boa relação entre custo e retorno financeiro. Meu ensino médio foi profissionalizante em Técnico em Processamento de Dados (Ceduc - Centro Educação e Cultura, escola extinta), o que é equivalente hoje ao Técnico de Informática. Nesta etapa de minha formação, tive uma excelente experiência com programação, era muito bom com as atividades e, infelizmente, o computador que consegui na época apresentou problema/defeito, o que acabou me levando a buscar o caminho da manutenção. Pois, precisava entender melhor essa parte, já que não tinha condições de pagar alguém para resolver ou comprar um computador novo. Ao longo do tempo, percebi que nesse ramo as coisas evoluem muito rápido e por vezes é difícil acompanharmos tudo, até mesmo pelo custo. Considero que ao concluir formações nas áreas com forte vínculo tecnológico, vive-se o contínuo dilema de precisar sempre se atualizar sobre os temas, tecnologias e lançamentos. Talvez por conta um pouco disso, me vejo sempre como alguém que está sempre buscando aprender algo novo.

Assim, em certo momento que considerei possível, resolvi retomar os estudos e buscar o nível superior. Por ter tido este contato com a área de exatas, meu caminho na universidade começou estudando Licenciatura em Matemática e, infelizmente, não terminei o curso. Porém, essa experiência me levou ao interesse pela Educação, pois existem disciplinas que são compartilhadas por outros cursos, especialmente entre os de licenciatura. Assim, decidi conhecer melhor o campo da Educação e com isso, encontrei a Pedagogia, me formei na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Considero que ali, pude então entender melhor a dinâmica da educação e ter um panorama interessante sobre a realidade escolar em nosso país e suas relações com as regiões, especialmente qual é a nossa. Em seguida, logo depois de formado em Pedagogia, uma de minhas irmãs sabendo que tenho interesse por matemática, me indicou e incentivou a fazer uma Especialização em Educação Matemática, no Colégio Pedro II (CPII).

Ao cursar e concluir esta especialização, no CPII, fiquei dividido entre avançar de nível

e buscar o mestrado ou ouvir o garoto que desde pequeno, com suas perguntas e questionamentos, que gostava de consertar coisas, escutou que devia ser engenheiro quando crescer. Foi quando decidi fazer o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) mais uma vez e passei. Escolhi então o caminho da Engenharia Mecânica no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). Muito embora ainda não tenha concluído o curso, lá vivi experiências incríveis como aluno Bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) do Laboratório Maker no CEFET/RJ, e por conta disto lá estive em contato com muitos projetos de desenvolvimento para dar apoio. Sempre tive muito interesse e imagino que com certa bagagem para algumas coisas, com isso, acabei me tornando um membro muito ativo e participativo, sempre com muitas ideias propositivas para ajudar a estimular os colegas a avançarem. Além disso, também pude contribuir como participante em projetos como o desenvolvimento de uma impressora 3D, integrante de uma equipe de foguetemodelismo, desenvolvemos no laboratório o projeto de uma máquina de Cura que ainda não existia no laboratório e era necessária para o modelo de impressão em resina, projeto este que foi premiado e além desta, houveram outras premiações, por palestra e outras atividades realizadas com as equipes, em eventos no CEFET/RJ (Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão – Sepex e Feira Maker). Em meio a este panorama, que envolve o desenvolvimento de produtos e todo o processo de prototipagem e demais atividades do curso, um professor me falou sobre o mestrado que fez e me incentivou a buscar fazer o curso também. E, foi assim que conheci e ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEduCIMAT).

Meus questionamentos iniciais e que possam ter incentivado a minha proposta de pesquisa para ingresso no programa de mestrado, possivelmente teriam sido estimuladas por conta das inquietações que senti a partir da atividade como bolsista do Laboratório Maker, onde professores da rede pública de ensino, que participavam de um projeto com fomento da FAPERJ, sinalizavam a realidade e as dificuldades que enfrentavam, indicando que havia uma necessidade de incentivar, estimular e melhorar a formação dos professores que precisam agora lidar com uma proposta nova e que é cada vez mais presente na educação, a Educação Maker. Uma outra inspiração foi uma exposição “Pasteur, o Cientista” que visitei e me estimulou a buscar uma possível linha temporal interdisciplinar que se aproxime mais de uma Educação Digital e Científica, a qual consegui elaborar um ensaio no mestrado do PPGEduCIMAT, através de uma das propostas de atividade da disciplina de História das Ciências e da Matemática.

Assim, por conta não só da realidade atual em que estamos imersos em cada vez mais

tecnologias, temos conhecimento de diversas iniciativas de laboratórios de prototipagem (como por exemplo: Colaboratório, Sala Maker e Rede Maker), as quais trataremos de algumas delas mais à frente no texto. Pois, tais iniciativas surgem em diversos lugares e demonstram grande expansão em espaços educacionais, impulsionando a escola e estimulando cada vez mais que possamos colocar a mão na massa no desenvolvimento e apropriação das tecnologias atuais e que, portanto, considera-se que existe também uma necessidade urgente em preparar melhor os professores para desenvolver o letramento digital dos alunos. Portanto, destaca-se assim a importância de propostas como a deste trabalho, com vistas a pensar possibilidades a partir desta nova realidade da Educação Maker, para trazer possíveis contribuições para a formação de professores que estão imersos neste cenário.

Impulsionadas pela velocidade do avanço das tecnologias de informação e comunicação, a cultura digital provoca mudanças sociais profundas na sociedade atual global. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) considera a dinâmica dos impactos da cultura digital em nossa sociedade, no que se traduz seja pelo comportamento ou na forma de aprendizado dos estudantes, atualmente, destacando tanto o protagonismo quanto aos desafios que devem ser superados em termos de uma perspectiva crítica, acerca das “novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede” (Brasil, 2018, p. 61). Para se alcançar tal objetivo, nas instituições educacionais, muita das vezes essa interação se dá através do desenvolvimento de projetos e atividades que possivelmente envolvem a prototipagem, usando estes novos espaços tecnológicos que chegaram às escolas e que cada vez mais se tornam integrados à formação do aluno e, portanto, devemos estar atentos a uma perspectiva de formação contínua destes professores.

Tendo em vista que conforme sinalizado na BNCC, observamos hoje “maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins” (Brasil, 2018, p. 61) e ao mesmo tempo, especialmente com dispositivos tablets e smartphones passamos a ter uma oferta infinita de aplicativos para as mais diversas finalidades e além disso, recentemente, vivemos também o “boom” das Inteligências Artificiais (IA) cada vez mais integradas a navegadores de internet, editores de texto, redes sociais etc. Daí a necessidade de melhorias especialmente no trato da informação e para que não realizemos análises superficiais e estejamos cada vez mais bem preparados para o uso da tecnologia e suas ferramentas como recursos de uso consciente, crítico e criterioso nosso cotidiano, especialmente nos ambientes escolares. Embora nos pareça que tudo seja muito rápido ou acelerado e pareça que tentamos acompanhar o tempo que nos parece cada vez mais curto para a realização das tarefas ou uma busca por resposta à esta necessidade cada vez maior por velocidade e agilidade em que o tempo atual nos parece

demandar a todo instante, devemos ter o domínio de nossas ações especialmente a consciência das limitações sejam humanas ou do que a tecnologia pode oferecer hoje. Ressalta-se ainda que estamos diante do momento histórico, em que nosso país buscou a regulação da IA e muitas instituições têm apresentado propostas de uma importante discussão acerca de uma perspectiva ética, principalmente no cenário acadêmico. E que, portanto, diante do momento atual faz sentido buscar caminhos para discutir efeitos da tecnologia e a grande expansão das ferramentas da humanidade, especialmente as digitais, incluindo sua perspectiva histórica de diálogo com a ciência e tecnologia. Frente a esta expansão da cultura digital que reverbera especialmente em uma proposta de educação que envolve a abordagem *maker* como foco e para tratar destas inquietações que advêm de tais constatações, busca-se adiante trazer um preâmbulo dessa problemática, para adentrar em detalhes desta pesquisa.

1.2 PROBLEMÁTICA E QUESTÃO DA PESQUISA

A presente discussão aborda o processo de transição das formas tradicionais de sociabilidade, historicamente fundamentadas na presencialidade e na materialidade das interações sociais. Parece que o momento em vivemos hoje, é uma expressão desta transição de uma vida social concreta para práticas digitalmente mediadas, ao ponto que passamos a vivenciar progressivamente em nossas práticas cotidianas cada vez mais recursos tecnológicos digitais, influenciando na maneira como nos relacionamos. De modo geral, pode-se dizer que as tecnologias digitais surgem em diversos dos aspectos de nossas vidas cotidianas, como por exemplo, nos modos de comunicação, interação, construção de vínculos e na organização das relações sociais. Assim, considera-se que as Tecnologias da Informação e Comunicação passaram a ser vistas “como vetores vitais para que inovações aconteçam em todas as áreas da atividade humana [...] permitem que informações de toda natureza atravessem fronteiras, aproximando o que está geograficamente distante” o que veio a promover “diferentes formas de colaboração científica, tecnológica, comercial, legal, institucional, política ou cultural.” (Weiss, 2019, p. 204). Portanto, as inovações em Tecnologias da Informação e Comunicação remodelam nossas percepções sociais e nossas práticas cotidianas, mostrando o processo pelo qual a tecnologia passa a se tornar fundamento estrutural da vida social, de modo que: “Vivemos agora mais uma era de profundas transformações sociais e tecnológicas, ambas significativamente estimuladas principalmente pela incessante e crescente geração de inovações em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)” (Weiss, 2019, p. 204). Deste modo,

considera-se que nossa sociedade encontra-se cada vez mais alicerçada no uso de tecnologias e cria uma “economia da informação, a partir de um ecossistema globalmente acessível” (Weiss, 2019, p. 204), assim, o uso da internet promoveu uma conexão global e instantânea, que foi ampliado pelo uso de celulares (smartphones) e outros dispositivos, criando uma nova realidade e tornando o homem cada vez mais dependente de diferentes tecnologias e uma ampla variedade de produtos inovadores elaborados por grandes empresas do ramo da tecnologia, de modo que necessitamos da tecnologia para qualquer coisa: “guiamo-nos pelo Waze, pedimos nossa comida pelo iFood, realizamos nossas transações bancárias com nosso *e-banking* enquanto baixamos a *play list* preferida do Spotify e nossos sinais vitais são monitorados por algum aplicativo”(Weiss, 2019, p. 209”).

Diante da onipresença dos serviços, produtos e ecossistemas corporativos fundamentados no uso massivo da tecnologia — bem como da proliferação da Internet das Coisas (IoT) em dispositivos do uso cotidiano — observa-se que o tecido social é estruturado por uma malha técnica, que estabelece uma espécie de simbiose onde as interações humanas são mediadas e moldadas por sensores e dispositivos conectados a uma variedade de sistemas tecnológicos. Desde aparelhos portáteis, como smartphones, até sistemas complexos de automação veicular e industrial dotados de interfaces interativas, a realidade contemporânea reflete o que Weiss (2019) denomina “sociedade sensoriada”. Nesse estágio, a fronteira entre o sujeito e o aparato tecnológico torna-se tênue, consolidando uma condição de indissociabilidade entre a sociedade e as mediações digitais.

Neste cenário, que Weiss (2019) chama de “transformação digital” do contemporâneo, podemos notar que a nossa sociedade não só se torna cada vez mais dependente da tecnologia. Mas também, constantemente conectada e em velocidades cada vez maiores, ao mesmo tempo em que tudo nos parece estar em um estado de constante mudança e aparente evolução. Para Oliveira *et al.* (2022, p. 6) a tecnologia passa a assumir um “papel indispensável para o funcionamento social e das relações de trabalho. Ao produzir tecnologias cada vez mais avançadas o homem se torna mais dependente delas em uma relação dialética. Em alguns casos, sem a tecnologia o trabalho torna-se praticamente inviável.” De acordo com, Oliveira *et al.* (2022, p. 7) “a tecnologia está ligada intimamente à rotina do indivíduo. Ao passo que a sua evolução acontece, a sociedade possui o imenso desafio de se adaptar às constantes transformações que ela proporciona nos mais diversos campos da vida cotidiana”.

Na medida em que falamos de evolução e inovação, outros espaços recebem impactos de toda esta transformação. Deste modo, considera-se que a escola tem sido alvo recorrente de muitas críticas ao longo do tempo, conforme aponta Garcia (2009) muitos autores, tais “como

Rui Canário, Pierre Bourdieu, Dumerval Trigueiro, Paulo Freire, Ivan Illich, Dermeval Saviani”, entre outros, “críticam a educação da maneira como ela é ministrada hoje e questionam a instituição escolar, modelo que está em crise desde o início de sua organização, no século XIX” (Garcia, 2009, p.1). De acordo com Celeti (2012) o rei Frederico Guilherme I é quem instaura o “sistema de educação compulsória prussiano” e este é reconhecido como o primeiro sistema nacional de educação obrigatória implementado na Europa, destacando seu caráter utilitário ao Estado. Assim, ainda hoje podemos observar traços de reprodução do modelo prussiano de educação, onde se desenvolve um amplo debate. Talvez caiba aqui um breve resgate histórico das críticas realizadas à escola, de um modo geral e até mais próximas ao nosso tempo, que se movem desde o movimento da Escola Nova, e a partir deste fenômeno podemos indicar grandes autores para tal discussão, tais como: John Dewey (1859-1952), Anísio Teixeira (1900-1971), Paulo Freire (1921-1977), Pierre Bourdieu (1930-2002) & Jean-Claude Passeron (1930), Michael W. Apple (1942), Henry A. Giroux (1943), entre outros.

Podemos partir do ponto de onde se observa a invenção da sala de aula, para pensar as possíveis transformações da escola ao longo do tempo, de modo que é possível identificar padrões que levam a interpretação de uma estrutura muito próxima dos mesmos elementos presentes e sua disposição no espaço. O trabalho de Werle (2005, p.89), sobre a instrução pública no final do século XIX, ao falar sobre a estrutura do prédio e a sala de aula, nos diz que “cada aula comportava 20 alunos que seriam acomodados em carteiras individuais enfileiradas voltadas para o quadro e para a mesa do professor que ficava sobre um estrado, num plano mais alto”.

De acordo com Arriada, Nogueira e Vahl (2012, p.37) e seu trabalho sobre a sala de aula, as “práticas de ensino, surgidas no decorrer do século XIX, impuseram [...] os menores aspectos desse universo: horário para entrar e sair, horário para determinadas atividades, tipos de material escolar, modos de sentar, normas a serem cumpridas”. Penso que um exemplo interessante sobre o tema, possa ser tomado a partir do ideário popular da sala de aula, ou seja, como uma foto de uma sala de aula muito antiga se comparada ao de uma sala de aula atual, expressa muitos elementos que atravessam um grande período, em que pode-se causar uma aparente impressão de que pouca coisa modificou-se ao longo do tempo.

Frente ao exposto, observa-se que permanece a ideia da escola como uma imagem de crianças em uma sala, sentadas em carteiras perfiladas e que a escola ou a sala de aula não se modificaram ao longo de muito tempo, ou seja, se tornou um elemento de uma descrição quase atemporal e que podem ser observadas raras mudanças, onde talvez apenas mudassem os personagens e suas roupas, a moda da época, denunciando assim a ausência de evolução ou

inovação no cenário escolar.

Tal discurso pode ser observado na literatura a partir de uma perspectiva do modelo prussiano de educação, dentre os autores mais discutidos que abordam essa questão e de grande importância para discussão, podemos considerar o filósofo e historiador Michel Foucault (1926-1984). Conforme observa-se, “em Vigiar e Punir Foucault tratou do poder disciplinar dentro das instituições produzindo sujeitos padronizados, úteis, docilizados, adestrados, vigiados, controlados” (Soares, 2019, p. 11). Em acréscimo, Soares (2019) destaca em seu trabalho sobre a educação e biopolítica foucaultiana, e nos fala sobre a educação disciplinar nas escolas, onde é possível notar que “elementos desta arquitetura aliavam normas e costumes” de uma época e estariam aliados à uma determinada “finalidade pretendida pela educação”. Neste modelo podemos notar “a separação dos sexos por alas, o formato das salas de aula, a disposição das carteiras e o pátio central, são estes elementos que condicionavam as condutas dos alunos, pois facilitavam o ensino, a vigilância e principalmente a disciplina” (Soares, 2019, p. 37).

Por sua vez, conforme indica Azevedo (2002), em seu trabalho que versa sobre a arquitetura escolar, podemos notar algumas observações interessantes:

A evolução dos espaços da escola tenta acompanhar, ainda que lentamente, as novas filosofias da educação e a uma visão diferenciada da criança, daquela do século passado – deixando de ser considerada como o adulto em miniatura, para a concepção de um ser com formação própria. A observação do desenvolvimento infantil coloca a criança como o centro do processo educativo, assumindo assim uma postura mais ativa na aquisição do conhecimento.

Os espaços escolares, vão então, se distanciando do perfil das escolas do século XIX, que mantinham como dogma o controle e a disciplina rigorosa, traduzidos pelas carteiras dispostas em fila – pregadas no chão – o professor colocado em posição de destaque, sobre estrado e, o estado permanente de vigilância da classe através dos visores estrategicamente colocados nas portas das salas de aula. (Azevedo, 2002, p.38)

Ou seja, podemos observar aspectos de mudanças que trouxeram relativa evolução, muito embora, algumas ressalvas possam ser feitas e que talvez possamos estar em um período de transição e não nos seja possível observar com mais clareza todas as nuances do fenômeno em que estamos inseridos. Contudo, a rigor, a própria carteira escolar pode ser um artefato observável para notar mudanças, ou mesmo outros elementos que passam desde o mobiliário até a questão física e arquitetônica, que são elaboradas ao longo do tempo e que dialogam diretamente com o desenvolvimento da sociedade, diante dos problemas e soluções que são

propostas e realizáveis à sua época. Assim, as contribuições de Barksy e Glazek (2014, p. 1), demonstram que “os sistemas educacionais contemporâneos, baseados no modelo do século XVII de 'impressão de mentes', não se adequam às demandas do Século XXI, demandando um novo paradigma de Educação Ergonômica centrado no desejo inato dos alunos de aprender”. Desta forma, ao perseguir as possíveis evoluções, inovações e transformações, observa-se também os possíveis impactos das revoluções, neste sentido vamos voltar nossas atenções para a quarta revolução industrial.

De acordo com um dos fundadores do Fórum Econômico Mundial, Klaus Schwab (1938), em seu livro “A Quarta Revolução Industrial” (2017, p. 7), afirma que as discussões sobre a “indústria 4.0”, seria um termo cunhado em 2011 na feira de Hannover (Alemanha) para descrever como seria esta revolução na organização das cadeias globais de valor, através do que chamam de “fábricas inteligentes”, a quarta revolução industrial cria um mundo capaz de vincular sistemas físicos e virtuais de fabricação, cooperando de maneira global e de forma flexível, possibilitando a total e absoluta personalização de produtos e a criação de novos modelos operacionais.

Deste modo, tal movimento visa através do uso combinado de diversas tecnologias viabilizar a criação de fábricas mais conectadas, flexíveis e eficientes. Dentre as principais tecnologias atuais podemos citar a robótica, a Internet das Coisas (IoT), a impressão 3D, Realidade Virtual e Aumentada (RV e RA), o Big Data e a Inteligência Artificial (IA), para além destas, tal movimento 4.0 conforme indica Schwab (2017) pode significar a fusão das mais diversas tecnologias inovadoras e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

Um fato interessante que Schwab (2017) nos traz é que 17% da população mundial ainda precisa viver plenamente a segunda revolução industrial, pois 1,3 bilhões de pessoas ainda não possuem acesso à luz elétrica. Este ponto é importante destacar, considerando que especialmente no caso do Brasil, um país de dimensões continentais, é possível que cada lugar tenha que vivenciar etapas ou momentos ligados às características inerentes a alguma destas revoluções industriais no sentido de buscar alcançar, caso lhe seja de interesse, o momento ou estágio atual em que se encontram as tecnologias industriais.

Vale lembrar um outro ponto que Schwab (2017) acrescenta, ao colocar que o tear mecanizado, que é um elemento marcante da primeira revolução industrial, levou aproximadamente 120 anos para alcançar os continentes fora da Europa. Ao mesmo tempo, Schwab (2017) destaca ainda, o imenso contraste que foi a internet se espalhar, em menos de uma década, por todo o globo. De fato, para o bem ou para o mal, as informações hoje circulam a uma velocidade e alcance muito maior, por conta da própria internet, e temos que lidar com

as dificuldades para validá-las dada a projeção que as *fake news* ou *deepfakes* acabam alcançando.

Ao mesmo tempo, as revoluções trazem reflexos e impactos em diversos aspectos de nossa sociedade. Conforme indica Fonseca (2021) o processo educativo passou por transformações, “o ensino por correspondência no Brasil foi o precursor da educação a distância”(Fonseca, 2021, p. 2), assim ao longo do tempo o MEC (Ministério da Educação), atento ao movimento ao longo da história, “identificou na UAB (Universidade Aberta do Brasil) a possibilidade para democratizar, expandir e interiorizar o ensino superior público e gratuito no País, que ocorreu com a expansão do sinal da internet, facilitando o aumento na oferta de cursos” (Fonseca, 2021, p. 3).

Assim, Fonseca (2021) aponta que a revolução digital trouxe impactos no ensino, de modo que, podemos compreender este como dividido “em Educação 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, assim como, o mais recente cenário, a Educação 5.0 integrada a Sociedade 5.0” (Fonseca, 2021, p. 3). Ainda que este autor possa estar interessado mais em aspectos de um ensino híbrido, tal abordagem pode nos trazer um aspecto de amplitude maior da discussão. Assim, Fonseca (2021), apresenta a seguinte tabela:

Tabela 1: Gerações educacionais e os seus principais aspectos

Educação 1.0	Educação 2.0	Educação 3.0	Educação 4.0
Foco no educador como fonte de conhecimento.	Ensino coletivo com trabalhos individuais.	Ensino com base em trabalhos criativos e em equipe.	Ensino on-line e em tempos distintos, assessorado por recursos diversos.
Ensino individual e submissão do aluno, com ensaios de trabalhos coletivos nasala de aula.	Professor como guia e fonte de conhecimento.	Aluno ativo e forte senso de propriedade e da própria educação.	O aluno aprende junto ao professor com o trabalho em equipe.
	Aumento da colaboração nas atividades de aprendizagem, ainda confinados na escola e sala de aula.	Professor como orquestrador da criação de conhecimento colaborativo.	Professor como curador de múltiplos estímulos.
			Ambiente on-line

		Fomento do pensamento analítico.	para o acompanhamento docente. Comunicação, colaboração, curiosidade, iniciativa, imaginação e empreendedorismo. Pensamento crítico e analítico. Domínio das tecnologias.
Material didático com direitos autorais. Tecnologias limitadas e dentro da instituição, com recursos básicos ao aluno.	Materiais com direitos autorais e recursos educacionais gratuitos e abertos para estudantes dentro da disciplina e escola; Foco na sala de aula e memorização e conhecimento. Atividades tradicionais transferidas para tecnologias mais abertas.	Recursos educacionais gratuitos e abertos, criados e reutilizados por docentes e instituições. Foco nos recursos e oportunidades e escolha ativa do discente. Flexibilização das relações institucionais, desdobramentos de fronteiras regionais.	Recursos educacionais on-line disponível aos alunos, grande difusão de e-books; Foco na experiência e no processo, em como é ensinado e não o que é ensinado. Cultura <i>maker</i>, pensamento computacional. Aprendizagem por projetos, resolução de problemas,

			criatividade e inovação.
Escolas baseadas em limites físicos com avaliação e acreditação fornecidos por uma instituição.	Colaboração envolvendo outras escolas e universidades. Sistemas de gerenciamento de aprendizado e integrado por softwares.	Era da internet e das tecnologias com uso de redes sociais. Educação orientada a partir da perspectiva de ambientes pessoais e de aprendizagem distribuída. Escolas virtuais com atendimento em tempo real. Ensino híbrido on-line e off-line e aprendizagem distribuída.	Quarta revolução industrial e a era digital. Escolas inovadoras com o uso de IoT, IA, entre outros. Metodologias ativas com ensino híbrido, cultura <i>maker</i> , realização de projetos e STEAM. <i>E-Learning</i> constituindo de um portfólio de aplicativos.

Fonte: Fonseca, 2021, p. 6-7

Conforme aponta Fonseca (2021, p.4) os avanços tecnológicos acabam por impulsionar novas abordagens e formas ou formatos de ensino, ao que podemos observar certo norteamento que se dá através das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs²). “Entretanto, o novo assusta, amedronta, intimidada. Os caminhos apontam para a renovação do ensino, formulando uma concepção mais ampla do processo educativo, a fim de atender à demanda da sociedade” (Fonseca, 2021, p.4). Assim, conforme antecipado pela tabela anterior, podemos perceber uma nova forma de classificação dos períodos educacionais, tendo em vista

² O termo Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) é historicamente anterior, tendo sido adotado por diversos órgãos globais, ele caracteriza-se por sua abrangência, visto que envolve sistemas de arquitetura analógica e digital. Em contrapartida, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) constituem um termo mais recente, e é amplamente adotado na atualidade, este se refere estritamente a dispositivos e ambientes de arquitetura puramente digital (binária).

a necessidade de uma postura que contemple a necessidade de uma formação pautada pela inserção do sujeito no que podemos chamar de “era digital”. Deste modo, podemos observar a educação ou sociedade, ou até mesmo a indústria, adotando um formato de nomenclatura singular como se fossem números de versões compatíveis. Assim, conforme indica Fonseca (2012):

Educação 1.0: neste período da educação ou sociedade 1.0, “a escola era desvinculada do mundo, com um único professor para várias disciplinas, o ensino ocorria de forma individual e geralmente na própria residência”. Além disso, poderia “ser aplicado às instituições de ensino a partir do século XII, no final do período do Renascimento na Europa” e o educador será “a figura mais importante na organização e no trabalho de formação do estudante” e aos alunos caberia apenas “uma atitude de admiração e submissão, recebiam os ensinamentos dos mestres, pois ele era o detentor do saber” (Fonseca, 2021, p.4).

Educação 2.0: “neste período o ser humano se prepara para trabalhar nas fábricas, com tarefas repetitivas, mecânicas, individuais” e está “associado a segunda revolução industrial, indústria 2.0” sendo este período marcado pela do uso de máquinas a vapor para o uso de máquinas elétricas. Considera-se que a educação 2.0 passava a acompanhar a “forte influência da Revolução Industrial, apresentando as mesmas características observadas na produção industrial, com tarefas repetitivas, mecânicas e trabalho individual”, até mesmo os espaços de ensino reproduziam essa influência através da “sala de aula, com hora e data para a aprendizagem, todos deveriam estar no mesmo local, os alunos se sentavam em grandes grupos fazendo a mesma coisa, todos ao mesmo tempo”, outros autores podem indicar que até o sino da escola seria como o sinal da fábrica. Além disso, “o ensino passou a ser um direito para todo o cidadão, com aprendizagem mecanizada, com ênfase em decorar o conteúdo” (Fonseca, 2021, p.5).

Educação 3.0: conhecida como educação ou sociedade 3.0, em meados de 1950, com a terceira revolução industrial, marcadamente pela automação, conhecido também o período pela “revolução do silício e da eletrônica”. Sendo aqui a transmissão do conhecimento marcada por uma perspectiva horizontal, onde “o docente não é o único detentor do saber”. É necessário que o professor precisa saber lidar com as novas tecnologias para possibilitar uma ampliação do potencial pedagógico, tendo em vista que o “aluno procura ajuda da internet”, portanto ele também é agente ativo na busca pelo alcance do aprendizado e “não só decora”, faz uso das tecnologias disponíveis para decidir a melhor forma de estudar, podendo ser considerado um método de aprendizado colaborativo e personalizado, seja através de métodos formais ou informais de aprendizagem. “Com a democratização do saber, a busca por informações ganha

novos significados com o copia-cola, páginas de buscas, videoaulas disponibilizadas em grande escala e gratuitamente, o uso das redes sociais, entre outros” (Fonseca, 2021, p.5).

Educação 4.0: acompanhando as tendências de evolução tecnológica ou dos métodos de fabricação e manufatura, ou “a tendência da automatização das fábricas por meio de sistemas ciber físicos”, onde “a automação e a troca de dados que permitirão a fusão do mundo físico, digital e biológico”. Podemos observar também que “a quarta revolução Industrial é marcada com o início de uso, pesquisas e aperfeiçoamento de tecnologias voltadas para a nanotecnologia, neurotecnologia, robôs, inteligência artificial (IA), biotecnologia, impressoras 3D, uso de drones, entre outros”. Assim, o sistema educacional se transforma, trazendo novas mudanças ou adaptações, por impacto destas novas revoluções e evoluções tecnológicas, através do “trabalho em rede, a internet das coisas (IoT), a utilização do arquivamento em nuvens [...] linguagem computacional, IA” entre outras. Além disso o “*learning by doing* que traduzindo para o português é aprender por meio da experimentação, projetos, vivências e mão na massa”, passam a fazer parte do ensino de modo que “a informação passa a ser mais acessível, porém deverá ser interpretada para a tomada de decisões”. Encarando este “novo paradigma onde a informação encontra-se na rede das redes, nas aldeias globais e encontra-se acessível a todos de forma horizontal e circular, sem limite de tempo e espaço geográfico”, trabalhando as “habilidades para se comunicar de maneira disciplinada, crítica e criativa”, de modo a atuar autonomamente e no convívio democrático “em grupos cada vez mais heterogêneos” para construir o projeto de vida, diante de uma sociedade plural e global (Fonseca, 2021, p.5-6).

Educação 5.0: nesta perspectiva o que ganha mais importância é a “capacidade de fazer coisas realmente relevantes, que ofereçam soluções para melhoria de vida das pessoas e sociedade, contribuindo para um mundo melhor”, assim se estabelece uma espécie de aprendizado colaborativo e com a participação da sociedade, portanto as competências socioemocionais se tornam um pilar de grande importância. Fonseca (2021) destaca ainda que o conceito de Educação 5.0 não é algo que “elimina ou esgota as competências utilizadas e necessárias para educação 4.0, na realidade é uma evolução”. Portanto, trata-se de uma proposta de continuidade no processo de ensino e aprendizagem que encontra-se alinhada com “a Sociedade 5.0, onde os recursos como robótica, inteligência artificial, entre outros, integram áreas mais humanas para a gestão de pessoas”, de maneira que tanto os recursos digitais, quanto os recursos físicos, passam a conviver de forma harmônica com “o uso das tecnologias em cidades inteligentes, na preservação do meio ambiente, no desenvolvimento sustentável”, superando através do processo educativo, o descaso de décadas

com o meio ambiente, onde “a raça humana poluiu e utilizou as fontes de recursos naturais, sem se preocupar com a sua renovação ou o seu uso consciente, elemento que é primordial para manutenção da vida no planeta” (Fonseca, 2021, p.9-10).

De acordo com Fonseca (2021), a cada 5 anos em média e podendo até haver uma tendência de redução neste tempo, onde os novos profissionais precisam exercitar habilidades “que devem ser trabalhadas no ensino básico, como por exemplo lógica de programação, o incentivo a prática estatística, a valorização da criatividade, entre outros”. E assim ele vai elencar as “15 principais habilidades mais requisitadas pelo mercado de trabalho [...] que são apresentadas no relatório World Economic Forum (2020)”, são elas: Análise e avaliação de sistemas; Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem; Criatividade, originalidade e iniciativa; Inteligência emocional; Liderança e influência social; Orientação de serviço; Pensamento analítico e inovação; Pensamento crítico e análise; Persuasão e negociação; Projeto e programação de tecnologia; Raciocínio, resolução de problemas e ideação; Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade; Resolução de problemas complexos; Solução de problemas e experiência do usuário; Uso, monitoramento e controle de tecnologia (Fonseca, 2021, p. 10-11).

Conforme pudemos observar, através de Fonseca (2021), existe o termo Indústria 5.0 ou sociedade 5.0, que ganha força em eventos voltados para tecnologia e inovação como o Rio Innovation Week – RIW³ (2025), observamos que nesta perspectiva de educação 5.0 se apresenta um foco em competências digitais (programação, pensamento computacional e uso das IAs) e socioemocionais (empatia, colaboratividade, criatividade, responsabilidade e resiliência), um movimento que vislumbra o desenvolvimento mais sustentável e centrado no ser humano, integrando a tecnologia de maneira mais harmoniosa aos seres humanos e ao meio ambiente, buscando também melhorar a qualidade de vida.

Por sua vez, Melo (2020, p.14), ao observar documentos que retratam as tendências mundiais na educação, revela que estes “nos mostram o quanto o Brasil está distante do contexto mundial, embora já estejamos na Educação 5.0, esta que vai além da sala de aula, das questões técnicas, tecnológicas e habilidades humanas”. Sobre isso, entendemos que, ainda que já exista a discussão sobre uma sociedade, indústria e sociedade ou educação 5.0, consideramos importante trazê-la à discussão, por acompanhar todo um arcabouço de iniciativas dos governos, e na perspectiva brasileira, conforme serão indicadas algumas destas iniciativas

³ Trata-se de um evento que ocorre anualmente na cidade do Rio de Janeiro e é considerada a maior conferência global de tecnologia e inovação da América Latina.

(Colaboratório, Sala Maker e Rede Maker), talvez as mais marcantes e as quais temos relativa proximidade geográfica, mais adiante no texto.

Assim, observando este cenário recente, onde a última década (2010-2020) representa um período de grande movimentação no cenário da presente pesquisa, considera-se que é possível que seja tratada até como uma espécie de marco inicial de inovação, o movimento da Educação 4.0, como um estopim para esta efervescência de iniciativas no cenário local e nacional. Diante destes novos desafios, especialmente a Educação 4.0, por talvez ter representado um ponto marcante nesta temporalidade, seja significativo falarmos um pouco mais dela, especialmente por se tratar de estar localizada em um momento mais maduro de um tempo maior, considerado como era digital. Desta forma, podemos destacar um livro publicado pelo Ministério da Educação/Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, “o “Aprender Fazendo” da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica – Manual Maker” (2022), nele podemos conferir o seguinte trecho:

Os Laboratórios Maker são ambientes projetados para proporcionar inovação, por meio da criatividade e da produção customizada de materiais: são ambientes colaborativos que se organizam a partir do compartilhamento de espaços, materiais, ferramentas digitais e tecnológicas. Por conseguinte, a sua filosofia está fundamentada na liberdade de criação, de inovação e de processo produtivo, colaborativo, e de pessoas (MEC, 2022, p.165).

De acordo com o Manual Maker (MEC, 2022, p.218) o termo Educação 4.0, serve para designar uma abordagem educacional e um conjunto de estratégias “que seriam desejáveis para contemplar as necessidades da chamada Quarta Revolução Industrial”, portanto este termo “está ligado à revolução tecnológica que inclui linguagem computacional, inteligência artificial, Internet das coisas (IoT) e contempla o *learning by doing* que, traduzindo para o português, é aprender por meio da experimentação, projetos, vivências e mão na massa”. Ainda sobre o *learning by doing*, o Manual Maker (MEC, 2022), indica que trata-se de “uma abordagem prática de aprendizagem, o que significa que os estudantes devem interagir com seu ambiente para se adaptar e aprender”, que o filósofo americano John Dewey teria implementado essa ideia ao criar a University of Chicago Laboratory School (MEC, 2022, p.221). Acerca disto, podemos observar o trecho:

A cultura *maker* já está dentro de algumas salas de aula, assim como nas grandes empresas, ou até mesmo na garagem de casas, fazendo a lógica do “faça você mesmo”

um evento tecnológico e coletivo, onde ocorre o processo *learning-by-doing* (ou o ‘aprender fazendo’, em português), termo cunhado por John Dewey (2010)” (MEC, 2022, p.27).

Ainda neste Manual Maker (MEC, 2022) o Movimento Maker ou cultura *maker*, é considerado como um movimento que “articula arte, design, ciência e tecnologia em espaços que prezam tudo aquilo que é coletivo e que pode e deve ser compartilhado”, assim o foco será “a prática, por meio da valorização do fazer” (MEC, 2022, p. 23). Além disso, as origens de tal movimento, estão “relacionadas às práticas da cultura do Do It Yourself (DIY – Faça Você Mesmo), a cultura *maker* vai além ao estabelecer que qualquer pessoa pode construir, consertar, modificar e fabricar objetos, máquinas, projetos e processos com suas próprias mãos”. (MEC, 2022, p.27). Acrescenta-se ainda que uma aliada da cultura *maker* seria a robótica, pois “com seus kits aéreos, aquáticos e terrestres, ou à própria modelagem eletromecânica”, podem possibilitar “novas e motivadoras experiências na formação científica”, impulsionando a consolidação do “denominado Letramento Científico do estudante” e ainda reforçar o “seu Letramento Digital”. De modo que, “tais tecnologias e abordagens vão de encontro [...] às atuais necessidades do mundo do trabalho e à realidade da cultura de cada estado do Brasil” (MEC, 2022, p.28).

Portanto, conforme pudemos observar, tal movimento ou cultura, que representam uma perspectiva de Educação Maker, se pauta em apresentar uma ênfase na aprendizagem ativa e personalizada, que utilizando-se da integração de diferentes tecnologias e/ou ferramentas digitais, se propõe a desenvolver habilidades capazes de contribuir para aprendizagem, através de abordagens como a do aprender fazendo (*learning by doing*) ou mão na massa e faça você mesmo (*do it yourself* - DIY).

Conforme pudemos observar já existe um movimento de iniciativas no mundo e que não é só o governo federal que tem se empenhado por aqui em iniciativas deste gênero. Portanto, são criadas uma grande variedade de iniciativas e ofertas através dos diversos entes federativos, que fomentam novos espaços dentro das instituições educacionais públicas de ensino, e vamos observar este e outros dois exemplos para demonstrar a tessitura que tem alcançado este movimento e algumas de suas projeções.

Especificamente, A partir de 2022, a Prefeitura do Rio de Janeiro criou o Programa Ginásio Experimental Tecnológico (GET), instituído pelo Decreto nº 50.434/2022 (RIO DE JANEIRO, 2022) e posteriormente alterado pelo Decreto nº 53.939/2024 (RIO DE JANEIRO, 2024). Trata-se de um modelo de ensino inovador que faz parte de um programa da rede

municipal de ensino que prevê atingir a meta de 500 unidades da rede até o final de 2028. Nos GETs encontram-se os os chamados Colaboratórios; o Estado do Rio de Janeiro cria as Salas Maker e uma Rede de Espaços Maker em Escolas Públicas Estaduais, em seguida através Projeto das Escolas de Novas Tecnologias e de Oportunidades (E-TEC), como um caminho de modernização dos Cieps, por conta do Novo Ensino Médio (resolução SEEDUC nº 6035 de 28 de janeiro de 2022), assim os E-TECs surgem com a “premissa a implantação de espaços de tecnologia educacional (salas interativas e Espaços Maker) tendo como foco ações educativas ligadas a cultura *maker*, Digital e Steam” (Silva, 2023, p.2); e o Governo Federal cria a Rede Maker (2020), que são Laboratórios de Prototipagem, alguns conhecidos como Laboratórios Makers ou IFMakers, presentes na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT).

Mediante tais iniciativas e perspectiva, entende-se que somos ou nos transformamos ao longo do tempo em seres tecnológicos, de modo que estamos cada vez mais imersos no uso das tecnologias, na medida em que hoje, identificamos diversas iniciativas que estão inseridas nas escolas através de espaços denominados como: Sala Maker, GETs, Laboratórios IFMaker etc. Sobre isso, considera-se que a cultura *maker*, aliada a uma perspectiva ampliada da continuidade de reprodução e/ou desenvolvimento e inovação em ciência e tecnologia, possam estimular estratégias que favoreçam a aprendizagem dos alunos e, em relação ao ensino. Ressalta-se, contudo, a necessidade de se fomentar a discussão de desafios éticos e pedagógicos, da atualidade, de maneira dinâmica, colaborativa e singular, bem como, incentivar também a criatividade para resolução de problemas, ou ainda, que o uso de propostas desenvolvidas através de projetos e outras abordagens ou estratégias possam oferecer oportunidades de maior engajamento dos alunos e a possível promoção de uma aprendizagem mais significativa ao ensino de Ciências e Matemática.

Segundo Moreira (2011 apud Boff *et al.*, 2019, p. 60), complementa-se o pensamento de Ausubel ao introduzir a perspectiva da aprendizagem significativa crítica, onde o último passo de ação docente consiste em “levar para a vida”, nesta atitude o conhecimento se reflete em transformação e intervenção na realidade. Atentos a estes movimentos, considera-se inicialmente como essenciais para a discussão deste trabalho o aporte teórico de Bruno Latour (2012), George Basalla (2001), Marcelo de Carvalho Borba (2004), Mitchel Resnick (2020), Paulo Blikstein (2018) e Pierre Lévy (2007) entre outros.

Mediante tal cenário, inquietações e possibilidades, a questão que emerge destas reflexões e nos impele neste trabalho consiste em tensionar: “Quais indícios de aprendizagem pode-se notar em professores de ciências e matemática em formação continuada que participam

de uma oficina com proposta de uso consciente de recursos tecnológicos em iniciativas de Laboratórios *Markers*?”

A partir da perspectiva de professores inseridos no cenário interdisciplinar de Laboratórios Maker, e participantes de propostas de formação continuada, quais indícios de processos de ensino-aprendizagem de conteúdos e práticas podem ser identificados, bem como de que modo a busca pelo uso responsável dos dispositivos e tecnologias disponíveis pode ser compreendida como suporte ao desenvolvimento educacional?

Para responder a tal questão, cabe ressaltar que este trabalho busca promover uma breve compreensão histórica acerca do desenvolvimento tecnológico, contribuindo para a análise de alguns aspectos relacionados à evolução de ferramentas, instrumentos e dispositivos ao longo do tempo. Tal perspectiva permite compreender os movimentos de transformação tecnológica, marcados por aproximações entre aquilo que se apresenta como tangível e aquilo que, em determinados contextos históricos, ainda figurava como não alcançável, evidenciando processos contínuos de avanços, rupturas e reformulações até o que atualmente reconhecemos como tecnologia. Nesse sentido, torna-se possível compreender a tecnologia como um conjunto de instrumentos, artefatos e conhecimentos produzidos pela humanidade com vistas ao atendimento de objetivos previamente estabelecidos.

Sob essa ótica, observa-se, na contemporaneidade, a presença de ferramentas amplamente difundidas, como os smartphones, que reúnem múltiplas possibilidades de utilização por meio de aplicativos com finalidades diversas. Tal cenário decorre, entre outros fatores, do avanço da computação, da miniaturização de componentes eletrônicos, do desenvolvimento das tecnologias de comunicação e da ampliação das capacidades de processamento e conectividade. Como diria um dos meus professores, carregamos no bolso um computador absurdamente mais potente do que o que levou o homem à Lua! Impactante, mas nos ajuda a entender a potência das ferramentas populares que temos disponíveis e a sua capacidade.

Portanto, tal qual nossos telefones podem ser interpretados como uma espécie de canivete suíço, ou ainda, apenas um instrumento ou artefato que foi criado pela humanidade e que serve de meio para alcançar determinados objetivos, neste caso uma quantidade imensa de possibilidades do mundo contemporâneo. Assim, podemos imaginar existir também uma infinidade de alicates ou martelos úteis e que estes artefatos seriam em sua essência um reflexo de como os criamos e orientamos sua construção, seja por seus usos ou finalidades.

Assim, as tecnologias disponíveis seriam um produto da criatividade humana, seriam um reflexo da necessidade de resolver algo e que não existe uma ferramenta capaz de atender a

essa determinada demanda. Nessa perspectiva, diante de situações que requerem soluções específicas e que extrapolam, em determinados contextos, as capacidades humanas imediatas — sejam elas físicas, operacionais ou intelectuais —, surgem diferentes possibilidades de intervenção e criação. Entre essas possibilidades, destacam-se os recursos computacionais, desenvolvidos para lidar com elevados volumes de dados, ampliar capacidades de processamento e otimizar procedimentos complexos. Do mesmo modo, observa-se a criação de dispositivos, ferramentas e protótipos que buscam apresentar alternativas viáveis para a resolução de problemas concretos. Na mesma linha, a tecnologia pode ser entendida não apenas como resultado do avanço técnico, mas também como expressão das necessidades humanas, da inventividade e da busca contínua por meios capazes de transformar e intervir na realidade.

Frente ao exposto, podemos pensar que como uma característica humana, buscamos transformar a nossa realidade ao produzir ferramentas para tornar certas atividades mais práticas e ágeis ou ainda, que seriam impossíveis de serem realizadas não fosse a existência de um capital cultural investido e acumulado como é o caso do desenvolvimento das ferramentas e que com o tempo se tornaram escaláveis, transformaram-se em máquinas ou sistemas mais elaborados, entre outras tantas coisas que passaram a assimilar as necessidades humanas. Neste cenário, surgem como proposta diversos artefatos digitais e que apresentam um aparente estado de contínuo desenvolvimento, estabelecido através de suas versões. Especialmente, se tratamos do tema Educação, estima-se que o exercício de boas práticas no uso das tecnologias especialmente as que podem estar disponíveis em um Espaço Maker, devam ser pensados de maneira a ajudar a promover caminhos ou possibilidades de alcançar e consolidar as competências gerais da educação básica, estabelecidas pela BNCC (2018). Portanto, dentre outras questões relacionadas a estas competências podemos destacar o protagonismo do indivíduo, em suas práticas sociais, para produzir conhecimentos de maneira significativa, crítica, reflexiva e ética, visando a construção de uma sociedade mais justa, inclusiva e democrática, ou ainda, o exercício de sua autonomia, construída através do exercício de sua consciência crítica, com responsabilidade, sobre si, sobre o outro, sobre sua comunidade e sobre o planeta (sustentabilidade). Mediante este panorama e a problemática que apresentamos, diretamente vinculadas à realidade do professor, exporemos nosso propósito e direcionamento de pesquisa.

1.3 OBJETIVOS

A partir do prisma de uma escola amparada por recursos *makers*, o objetivo geral foi de investigar a integração dos princípios da abordagem *maker* ao exercício da atividade docente em sua perspectiva ampliada, pois considera-se que ao estarem inseridos em espaços adequados, em tese, encontram-se atrelados ou vinculados a uma demanda que envolve ciência, tecnologia e inovação no ambiente escolar. Neste sentido, tendo em vista que se trata de uma demanda repentina, se faz necessário pensar a formação inicial e continuada. Supondo tal necessidade, se tratando de um mestrado profissional, tratou-se de propor um curso de extensão aos professores da escola selecionada, que dialogasse com a realidade dos recursos disponíveis e que fosse possível realizar momentos de trocas, buscando refletir e dialogar sobre as diferentes estratégias e abordagens utilizadas, para então avaliar os possíveis impactos deste tipo de iniciativa mediante esta perspectiva, presente nas escolas. Dentre os objetivos específicos pretende-se analisar o cenário atual relacionados ao desenvolvimento da tecnologia que culmina em uma forte presença da abordagem *maker*, no âmbito da educação; identificar os desafios, de forma crítica, no campo da educação com atenção a conflitos de ordem ética, sobretudo; apresentar uma proposta de recorte histórico acerca da evolução científica e tecnológica que possam ter ajudado a alcançar o momento do desenvolvimento atual; elaborar propostas que dialoguem com a formação inicial e continuada de professores com a perspectiva crítica acerca da cultura *maker* e o uso dos recursos tecnológicos envolvidos, de modo a viabilizar as potencialidades que estas podem oferecer.

No início do trabalho, uma grande preocupação foi entender a composição dos recursos disponíveis naquela unidade escolar. Cabe destacar aqui, que ainda que estejamos falando sobre Laboratórios de Prototipagem ou Laboratórios Maker, sempre iremos identificar singularidades, neste sentido, cada laboratório encontraremos destaque maior para determinados recursos que foram selecionados ou escolhidos na sua origem ou ao longo de sua estruturação. Portanto, ao estabelecer o vínculo inicial do trabalho se buscou estruturar uma proposta de formação que fosse capaz de dialogar com maior transividade no ambiente, justamente por sua configuração que lhe é própria. Infelizmente, dado o tempo disponível para realização deste trabalho não caberia esgotar as possibilidades de formação no espaço daquela escola, de forma que ao observar a maior disponibilidade de recursos e em diálogo com a maior demanda, foi pensado e planejado alguns eixos formativos que trataremos deles com mais detalhes mais adiante neste trabalho.

Portanto, a unidade de ensino da rede pública estadual localizada no interior do Rio de Janeiro, conforme estamos indicando, conta com um espaço que favorece a realização desta pesquisa, com uma variedade de oportunidades para realizar as possíveis atividades compatíveis

e pertinentes a este trabalho. Pois, a unidade é uma das que integra o programa de Escolas de Novas Tecnologias e Oportunidades (E-Tec). Tal iniciativa de âmbito governamental busca promover a modernização da estrutura física e pedagógica das escolas estaduais através da implementação de tecnologia, inovação e sustentabilidade nas escolas.

Frente ao que tratamos sobre a formação continuada, percebemos a necessidade de estreitar laços entre a Universidade e a comunidade escolar. Com isto, este trabalho irá realizar uma extensão que se propõe a um olhar mais cuidadoso sobre a perspectiva de formação, de modo que se dialogue diretamente com as características inerentes à sua própria Sala Maker, e investigar sobre o processo de consolidação da cultura *maker* na escola e observar de que maneira essa abordagem afeta hoje a educação, especialmente no olhar sob a perspectiva dos professores e provocar um grande debate e/ou embates sobre esta realidade. Além disso, considera-se a importância de analisar o cenário atual de tendências neste campo da educação, naquilo que for possível e tangível diante das possibilidades de recursos disponíveis naquele espaço, em particular abordagens no âmbito da educação, sobretudo, com o objetivo de identificar os desafios, de forma crítica, no campo educacional, inclusive, que requer a atenção a conflitos de ordem ética. Entende-se que o objetivo de apresentar um recorte histórico acerca da ciência e tecnologia, além de questões sobre diferentes perspectivas de abordagem de desenvolvimento da Educação Maker, funcionam de modo complementar para realizar um trabalho mais estruturado. Ademais, o produto educacional que emergirá desta iniciativa refere-se à elaboração de propostas que dialoguem com a formação inicial e continuada de professores a partir de uma perspectiva crítica acerca da cultura *maker* e os usos das tecnologias que podem se encontrar a esta associadas, de modo a viabilizar as potencialidades que estas podem oferecer. Além disso, nosso trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e aprovado, conforme pode ser observado com mais detalhes nos anexos deste trabalho.

CAPÍTULO II

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 UM BREVE PANORAMA E HISTÓRICO DA VISÃO X PONTO ZERO

Com a finalidade de realizar um panorama histórico, Reis, Brandão e Santos (2024) realizaram uma revisão sistemática da literatura (RSL) sobre a Cultura *Maker* e a modelagem matemática, para isto, basearam-se em estudos e pesquisas que foram extraídas da base de dados da Capes, Scielo, Google Scholar, ACM Digital, ERIC e Science Direct, “a fim de quantificar e analisar os trabalhos que abordavam o uso da modelagem como metodologia orientadora da prática *maker*”. Identificando que cerca de 80% dos estudos, ainda que não fizessem uso de forma efetiva, estariam identificadas com os pressupostos da modelagem matemática.

Além disso, durante a atividade dos autores de mapeamento de metodologias adotadas em atividades relacionadas ao contexto de sua pesquisa constataram “que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é a metodologia que mais integra projetos relacionados à Cultura *Maker*”. De acordo com estes autores, “a modelagem matemática [...] possui características muito similares às observadas em uma prática *maker*, como: investigação, colaboração e resolução de problemas” (Reis *et al.*, 2024, p.70), pois em geral, a modelagem consiste em aplicar ferramentas matemáticas para traduzir e compreender eventos do mundo real, trazendo significados que estão além do domínio puramente da matemática. Dessa forma, considera-se trazer a seguir um breve panorama de políticas associadas às práticas *maker* distintas que vem sendo implementadas, para que tenhamos uma ideia do seu alcance e projeção.

Deste modo podemos compreender que estes autores, consideram ainda em seu trabalho, a importância da inserção de metodologias ativas, com vistas a estabelecer pontes conceituais mais sólidas entre Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e a Modelagem Matemática na Educação, no contexto da Cultura *Maker*. Pois apresentam grande e relevante potencial, para a elaboração de estratégias que possam ajudar a mitigar uma possível aversão histórica ao ensino da matemática. E que, seriam viabilizadas por meio de propostas que integrem ambas as metodologias de forma mais consciente e intencional. Assim, com a finalidade de se propor uma melhoria nas dinâmicas construtivas que foram observadas de forma oculta, os autores demonstram que existe um grande potencial para desenvolver o aprendizado matemático de alto nível através deste tipo de proposta, mas que estas carecem de uma maior mediação docente e, também, mais direcionada.

Assim, considerando um marco territorial de relativa proximidade, pretende-se resgatar um pouco do que é o cenário atual daquilo que encontra-se já implantado através das redes públicas de ensino e trazendo um pouco do contexto local, estadual e federal, para facilitar a

visualização do cenário atual e alguma possível projeção destes espaços, para isto, apresenta-se a tabela a seguir.

Tabela 2: Previsão de unidades escolares na esfera federal, estadual e cidade do Rio de Janeiro.

Iniciativa	Ano de Início	Unidades Implementadas	Previsão e Total de Unidades na Rede
Governo Federal (Laboratórios IFMaker)	2019 (projeto Rede Maker e Edital 35/2020 SETEC/MEC)	113	Previsão de +60 = 173 das 685 unidades (em 2024)
Prefeitura do Rio (GET / Colaboratório)	2021(Decreto nº 50.434, de 23 de março de 2022 e alterado pelo Decreto nº 53.939 de 16 de fevereiro de 2024)	200	Previsão de +500 = 700 das 1544 unidades escolares (em 2025)
Governo do Estado RJ (Salas Maker/Escola de Novas Tecnologias e Oportunidades – E-TEC – 2022)	2021 (início do repasse às unidades escolares para compra)	Meta de 50 unidades E-TEC na fase inicial (2021-2022) Previsão de alcançar 100% das escolas em 2024	Sem estimativa oficial de E-TECs + Salas Maker das 1233 unidades (em 2024)

Fontes: Ministério da Educação, Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro e Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

Como pode-se observar, temos através do Governo Federal a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), onde podemos localizar os Laboratórios IFMaker, que por vezes podem ser “batizados” com nomes distintos como “Laboratório Maker”, porém todos compondo a chamada “Rede Maker”. De acordo com o Ministério da Educação (2022), “O projeto Rede Maker foi iniciado em 2019, a partir da elaboração do Edital 35/2020 para criação de Laboratórios de Prototipagem” (Ministério da Educação, 2022). O Governo do Estado do Rio de Janeiro implantou a partir de 2021 as "Salas Maker", com previsão de levar estas salas à toda rede até 2024, segundo a SEEDUC-RJ (2021, p.58):

Com a tais inovações aos estudantes, a Secretaria apresenta o Projeto Maker, que tem como objetivo mor a instrumentalização das escolas com recursos para promover múltiplas possibilidades de aprendizagem, de forma a auxiliar na preparação dos jovens para as novas demandas do século XXI.

A ideia é estimular a criação de projetos, ideias e soluções, possibilitando que cada estudante consiga explorar sua curiosidade, habilidade de resolução de problemas, criatividade e confiança. Esses espaços são próprios para a aplicação de atividades e projetos pedagógicos transdisciplinares, com uso de variadas tecnologias. (SEEDUC-RJ, 2021, p. 58-59).

No ano seguinte, em 2022, foi criado o programa para Escola de Novas Tecnologias e Oportunidades (E-TEC), dentre os recursos tecnológicos estava incluso a "Sala Maker", com robótica, conexão à internet de alta qualidade, lousa digital, área para atividades de produção audiovisual etc. Sobre as E-TECs podemos observar que:

No ano em que se comemorava o centenário de Darcy Ribeiro, a SEEDUC lançou o projeto Escola de Novas Tecnologias e Oportunidades (E-TEC), inspirado no projeto dos CIEPs. Inicialmente o projeto foi intitulado como Escola Criativa e de Oportunidade (ECO) e com o amadurecimento do projeto, o nome também foi alterado. O projeto previu inicialmente a (re)inauguração de 50 unidades escolares em áreas do estado com maior vulnerabilidade social, a serem desenvolvidos em escolas que já abrigaram CIEPs, mantendo, portanto, a estrutura física proposta por Oscar Niemeyer, que no município do Rio de Janeiro, foi tombada em 2010 como patrimônio urbanístico e histórico, além de se tornar uma referência de arquitetura e design (Vasques, 2024, p. 46).

Como não foi possível localizar o número de escolas já implantadas, vale lembrar que o governo do Estado do Rio de Janeiro vive uma grande crise política que parece se acirrar a cada ano que passa. Especialmente no Estado do Rio de Janeiro, parece que não houve um planejamento mais bem estruturado, como parece ter ocorrido nos outros entes federativos, ou que percalços encontrados ao longo da implementação geraram dificuldades de ordem prática e tiveram que fazer reformas, modificações, alterações ou, simplesmente, foram simplesmente deixados em segundo plano, ou até mesmo, descontinuados, abandonados e esquecidos. Especialmente o Projeto Cultura Maker (2021) que viabilizaria “Espaços Maker” ou “Salas Maker”, aparentemente o investimento chegou, porém, parece não ter sido estruturado ou direcionado de forma adequada, já que chegou a ser suspenso em 2023. Paralelo a esta questão, Vasques (2024), nos faz refletir até que ponto a Lei de Acesso à Informação possa ter sido afetada pela Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), ao afirmar que: “a partir do ano de 2023, o acesso foi bem dificultado, incluindo a proibição de aplicação de questionário semiestruturado sob alegação de ferir a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)” (2024, p. 109). Vasques (2024)

também ressalta que diante da nova gestão, o projeto das E-TECs poderia ter sido esquecido ou deixado de lado, pois não se consolidou o número total de escolas (50) eleitas a receber o projeto.

O Programa do GET (Ginásio Experimental Tecnológico) é uma iniciativa da Prefeitura do Rio de Janeiro que visa modernizar o ensino. Esta nova concepção de escola com vocação inovadora, possui foco em metodologias ativas e tecnologia, conforme descrito na seguinte passagem:

O Programa do GET foi instituído pelo Decreto nº 50.434, de 23 de março de 2022 e alterado pelo Decreto nº 53.939 de 16 de fevereiro de 2024, com a proposta de ser uma escola vocacionada para a inovação tecnológica e pedagógica, através de atividades “mão na massa”, metodologias ativas e especialmente a partir da abordagem STEAM – acrônimo das áreas de conhecimentos que correspondem a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Ainda é importante salientar que uma unidade escolar para ser transformada em um GET deve obedecer ao requisito básico de ser uma escola de turno único (Rio de Janeiro, 2025).

Conforme a Prefeitura do Rio de Janeiro (2025), "Já são mais de 200 GETs e mais de 100 mil alunos atendidos em toda a cidade. Até o fim de 2028, teremos 500 unidades. Isso faz com que nossos alunos tenham melhor perspectiva de futuro", afirma o secretário municipal de Educação da cidade do Rio de Janeiro, em exercício. Todo GET possui um espaço que é chamado de “Colaboratório”, segundo a Prefeitura do Rio de Janeiro (2025) esta iniciativa já alcançou 200 escolas no período de 2022 a 2024 e a previsão é de alcançar mais 500 unidades até o final de 2028, conforme podemos observar a seguir:

Para o período de 2022 à 2024, foram inaugurados 200 GETs. Este número representa cerca de 20% das escolas, que atenderão alunos de todas as idades da rede municipal, distribuídos entre as 11 Coordenadorias Regionais de Educação, abrangendo todo o território do município do Rio de Janeiro. Há o planejamento de expansão para 500 GETs até o final de 2028. (Rio de Janeiro, 2025)

Considera-se então que essa nova perspectiva de formação ganhou força, como aconteceu na cidade do Rio de Janeiro que depois de ter criado um projeto piloto o Ginásio Experimental de Novas Tecnologias Educacionais – GENTE, que foi lançado na Escola Municipal André Urani, na Rocinha em 2013, ganhou força se consolidando com uma proposta significava e com isso ganhando força, apoio e aderência para implantação desta nova proposta

de formação. Assim, acredita-se que é um processo e que seja uma questão de tempo para que este novo modelo possa alcançar cada vez mais cidades, seja através das prefeituras, governo do Estado ou governo federal.

Conforme observamos, são muitos os termos próprios do universo da tecnologia que são associados, dentre os mais utilizados relacionados à estas ideias de uma formação voltada para uma cultura ou educação digital podem ser: a cultura *maker*, que é a ideia de colocar a “mão na massa”; a abordagem STEAM que é um acrônimo das áreas de conhecimentos que correspondem respectivamente a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática; metodologias ativas de aprendizagem. Dentre as metodologias ativas, pode-se destacar: a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, atividades de aprendizagem em grupo ou aos pares, a gamificação e o Design Thinking, este último envolve um processo em etapas que envolve a escuta, observação e investigação para então implementar a solução ou melhoria.

Podemos observar que a BNCC, já nos traz temas que nos fazem refletir sobre uma linguagem digital e tecnológica, e percebemos que a perspectiva atual requer a discussão sobre letramento computacional, além da necessidade de aperfeiçoamento profissional (professores e educação tecnológica). Tal documento apresenta 10 competências gerais para a educação básica, embora possamos contextualizar grande parte, senão todas, podemos destacar algumas que dialogam mais com uma proposta de cultura digital. Cabe destacar um tema de grande importância e relevância, que em sua competência número seis nos fala sobre “escolhas alinhadas ao exercício da cidadania, ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade”.

Neste sentido cabe destacar algumas que se expressam com maior especificidade e de forma mais direta se propondo a um diálogo sobre essa cultura digital. A competência número um, fala sobre os “os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital”, em seguida a competência número dois fala sobre o caráter ou abordagem científica, “incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas)”, e a competência número cinco, que talvez seja a mais central, pois visa “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética”. Em se tratando esta última (a cinco) de comunicação, as competências quatro e sete poderiam ser complementares, tendo em vista que uma visa “utilizar diferentes linguagens”, dentre elas a digital e a outra seria para embasar a argumentação “com base em fatos, dados e informações confiáveis” (Brasil, 2017,

p. 9).

Além disso, com a homologação do complemento à BNCC voltado à Computação em 2022, o ensino da área tornou-se obrigatório em todas as etapas da educação básica, estruturando-se em três⁴ eixos fundamentais: pensamento computacional, mundo digital, e cultura digital. Portanto desde o documento principal e anterior (2017), as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) estão cada vez mais presentes e ganhando forte projeção em nossas vidas e, por isso, precisamos pensar em desenvolver, não só o pensamento computacional, o mundo digital, a cultura digital... Faz-se necessário que a partir desta trajetória torne-se possível ampliar o espaço de diálogo para se pensar em construir uma perspectiva de letramento digital, computacional e tecnológico. No que se refere aos documentos oficiais que regem a educação básica no Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância de um ensino que supere ou ultrapasse o uso instrumental das tecnologias digitais, incentivando a reflexão crítica dos estudantes:

Eis, então, a demanda que se coloca para a escola: contemplar de forma crítica essas novas práticas de linguagem e produções, não só na perspectiva de atender às muitas demandas sociais que convergem para um uso qualificado e ético das TDIC – necessário para o mundo do trabalho, para estudar, para a vida cotidiana etc. –, mas de também fomentar o debate e outras demandas sociais que cercam essas práticas e usos. É preciso saber reconhecer os discursos de ódio, refletir sobre os limites entre liberdade de expressão e ataque a direitos, aprender a debater ideias, considerando posições e argumentos contrários. (Brasil, 2018, p. 69)

[...] A cultura digital perpassa todos os campos, fazendo surgir ou modificando gêneros e práticas. Por essa razão, optou-se por um tratamento transversal da cultura digital, bem como das TDIC, articulado a outras dimensões nas práticas em que aparecem. (Brasil, 2018, p. 85)

[...] o potencial participativo e colaborativo das TDIC, a abundância de informações e produções requer, ainda, que os estudantes desenvolvam habilidades e critérios de curadoria e de apreciação ética e estética, considerando, por exemplo, a profusão de notícias falsas (*fake news*), de pós-verdades, do *cyberbullying* e de discursos de ódio nas mais variadas instâncias da internet e demais mídias. (Brasil, 2018, p. 488)

⁴ Os três conceitos podem ser definidos à luz da BNCC (BRASIL, 2018) da seguinte forma: *pensamento computacional*: envolve a capacidade humana de traduzir e resolver problemas complexos por meio dos fundamentos da computação; *mundo digital*: é o ecossistema que engloba a infraestrutura física, lógica e os artefatos tecnológicos de processamento e transmissão de dados; *cultura digital*: presume uma apropriação crítica, significativa, reflexiva e ética das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) nas diversas práticas sociais

As normas sobre Computação na Educação Básica foram oficialmente fixadas em caráter complementar à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) por meio do Parecer CNE/CEB nº 2/2022 (BRASIL, 2022). Dessa maneira, além de reforçar as normas que já haviam sido estabelecidas, a iniciativa definiu competências e habilidades relacionados à Educação Digital, que devem ser abordadas nas escolas nas etapas do Ensino Fundamental e Médio. Caso o leitor se interesse, existe uma linha do tempo com marcos da elaboração da BNCC, o qual foi chamado de: “Histórico da BNCC”, de modo que é possível acessar e conferir os documentos que fizeram parte desta trajetória e acompanhar com mais proximidade todo movimento realizado até aqui sobre a normatização.

A questão que emerge frente a tais iniciativas é, mas como surgiram todas essas tecnologias e revoluções e com chegamos ao ponto de desenvolvimento atual de nossa sociedade? A ideia é compreender como os fatos científicos acabaram por moldar as políticas públicas, as estruturas escolares e seus atores, o que nos permite um arcabouço teórico-epistemológico mais adequado para a investigação e o produto educacional (formação dos professores). A ciência não caminha de maneira tão linear, quanto nos pode parecer, ao observamos algumas formas simplificadas ou reducionistas, que estejam ou possam ser apresentadas até mesmo em alguns livros de história. Deste modo, Basalla (2001) nos fala sobre continuidade e descontinuidade e sua teoria moderna da evolução tecnológica, que apoia-se “sempre no estudo de casos de artefactos escolhidos de diversas tecnologias, culturas e épocas históricas”. Assim, considera-se que se pudermos olhar para alguns dos Principais Marcos Históricos da Ciência – PMHC, talvez possamos observar cientistas, criações e autores que colaboraram para a indústria 4.0, embora possamos já estar em algum outro xis ponto zero que estejamos vivendo pois em momentos de transição pode ser difícil definir a temporalidade, vamos tratar deste por ser o mais usual e bem definido atualmente. Fato é que estes momentos possuem alguma marca do que percebemos como o constante processo de evolução e o surgimento de novas tecnologias ou abordagens científicas que com seus avanços, acabam moldando o futuro. Faremos a partir daqui uma proposta de linha temporal ou do tempo, destacando os principais momentos, fatos ou invenções históricas relacionadas ao nosso tema:

1784: Watt notou que poderia ampliar a eficiência do motor de Newcomen, se os mantivesse aquecidos. Watt utiliza para o funcionamento de seu motor o vapor em expansão para empurrar o pistão, conhecido como “o motor a vapor de dupla ação com um condensador separado. Este motor surgiu pela primeira vez em 1784, e dominou a concepção de motores a vapor nos cinquenta anos seguintes” (Basalla, 2001). Revolucionando e impulsionando o uso de máquinas a vapor com movimentos mecânicos na produção, “em 1784 a energia do vapor

foi utilizada como meio de tração, com a construção de um modelo de locomotiva movida a vapor” (Dathein, 2003).

1799: Alessandro Volta inventa a pilha elétrica (voltaica), que permitiu o desenvolvimento de novas tecnologias elétricas “apesar de Volta ter realizado os seus experimentos no segundo semestre de 1799, somente divulgou o seu invento em 20 de março de 1800, através de um comunicado ao presidente da Sociedade Real de Londres” (Germano; Lima; Silva, 2012).

1820: Hans Christian Oersted descobre a relação entre eletricidade e magnetismo (eletromagnetismo), através de sua afirmação que: “um condutor pelo qual passa corrente produz um efeito magnético na sua vizinhança” (Basalla, 2001), abrindo caminho para o desenvolvimento de motores elétricos.

1826: De acordo com Manaia (2021, p. 162), este é o ano em que Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833) “obtem as primeiras imagens fotográficas, usando as propriedades fotossensíveis de um fotopolímero”. Cavenaghi, indica que tal foto foi “realizada da janela de sua casa-laboratório” e seria esta considerada “a primeira fotografia obtida, pelo processo fotográfico em si, ou seja, uma imagem reproduzida sobre um determinado suporte material, embebido por uma substância fotossensível” (Cavenaghi, 2008, p.9). Trata-se de uma imagem sobre estanho da “paisagem da janela da casa de campo de Niépce em Saint-Loup-de-Varennes , Le Grass , França,. 20,3 cm x 25,4 cm”(Cavenaghi, 2008, p.10).

1827: Segundo Oliveira (2015, p. 3-4) no intuito de aprimorar as descobertas de Alexander Volta, e tendo em vista se tornar professor universitário, “entre os anos de 1825 e 1827, concluiu [...], estabelecendo uma relação matemática entre o que chamava de fluxo elétrico num circuito voltaico, e a potência condutora da pilha”, dessa forma constitui-se o que se considera a lei básica da eletricidade, “que relaciona a tensão elétrica, a intensidade de corrente elétrica e a resistência elétrica”, conceitos publicados no seu livro, em 1827 (*Die galvanische kette mathematisch bearbeitet* – O Circuito Galvânico Matematicamente Analisado).

1831: Com base nas experiências de Faraday, “o físico americano Joseph Henry construiu um motor elétrico baseado nos mecanismos da máquina a vapor” (Basalla, 2001).

1831: A identificação do núcleo celular - Batisteti, Araújo e Caluzi (2009) realizada pelo botânico escocês Robert Brown (1773-1858), ao investigar orquídeas, pôde “analisar tecidos vegetais ao microscópio (com poder de aumento de 75 vezes) Brown observou uma estrutura que denominou de núcleo”, sendo esta a “primeira estrutura celular a ser observada”, além disso, confirmam que “o artigo de Brown sobre a identificação do núcleo celular foi

originalmente publicado em 1831”(Araújo e Caluzi, 2009, p. 22-23).

1839: “O daguerreótipo é conhecido como o primeiro processo fotográfico amplamente comercializado”, ele fora introduzido por Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851), ao publicar “o novo processo de fazer fotografias no Gazette de France, em 06 de janeiro de 1839”, e foi predominante até que houve a “a introdução do colódio-úmido na fotografia, que trouxe a nova possibilidade de fazer retratos através do ambrótipo e ferrótipo cerca de onze anos depois” com o tempo houve a necessidade de reprodutibilidade, que estimulou novos avanços (Costa, 2022, p.20-21). Vale destacar que, “governo francês, orientado pelo político e cientista François Arago, adquire o processo da daguerreotipia e torna-o público em 1839” e, após remunerar os criadores financeiramente, decidiu estender ao domínio público (Caldeira e Cavalcanti, 2012, p. 215). Segundo Manaia (2021), somente “na segunda metade do século XIX é que se descobrem novos métodos de impressão da fotografia sobre papel, a partir de uma matriz negativa. Em 1888, George Eastman lança a primeira câmara portátil Kodak, levando a uma democratização da fotografia” (Manaia, 2021, p. 162). Em meio a esta história, Turazzi(2011) nos apresenta a figura de Antoine Hercule Romuald Florence (1804-1879), que residia em Campinas (antiga vila de São Carlos) no Brasil, este teria “inventado um processo de impressão multifuncional” e o “encaminhou ao Ministério do Interior da França, em 1831, um pedido de recompensa” frustrada por a qual “jamais ter sido reconhecido em seu país de origem como o primeiro a concebê-las”, hoje este é “reconhecido no Brasil e no exterior como um dos múltiplos inventores de processos fotográficos, ao lado do próprio Daguerre”(Turazzi, 2008, p.11).

1844: A primeira linha telegráfica é inaugurada entre Washington e Baltimore, nos EUA, “a concessão de licenças a empresas privadas e por ação do mercado” fez se desenvolver “mais rápido do que na Europa”, sendo o “precursor da principal tecnologia americana” o pintor Samuel Finley Breeze Morse (1791-1872) que ao regressar da Europa em 1832, iniciou os seus experimentos de telegrafia e “patenteou o seu aparelho electromagnético em 1837, incluindo na patente um código de sinais com pontos e traços”, o aparelho era equipado com um eletroímã “capaz de acionar uma alavanca com uma pena na ponta que, quando pressionada contra um rolo de papel, traçava” a mensagem. O serviço teleográfico começou a funcionar com o sistema Morse, em 1846, entre Washington DC e Nova York. Na França, entre Paris e Lille, foi instalada uma rede telegráfica baseada no sistema do aparelho eletroquímico patenteado pelo escocês Alexander Bain (1811-1877), na Inglaterra em 1846. Tal sistema “se revelou mais rápido que o de Morse: permitia uma velocidade de 282 palavras em 52 segundos, enquanto o de Morse estava limitado a 40 palavras por minuto”, como consequência de uma batalha judicial, nos EUA, “em 1852 o Supremo Tribunal Americano declarou que o telégrafo de Bain infringia os

direitos da patente de Morse” (Leonardo, Martins e Fiolhais, 2009, p. 2601-2).

1846: Segundo Haidar (2018), o astrônomo e matemático francês Urbain Le Verrier (1811-1877), escreveu para um jovem astrônomo do Observatório de Berlim em 18 de setembro de 1846, realizando um pedido sem precedentes: que apontasse seu telescópio para o ponto no céu indicado por seus cálculos, quando finalmente procurou o ponto previsto, encontrou a menos de um grau da posição calculada o planeta o qual chamou de Netuno. De acordo com Rosa (2012, v. III), em 1859, Le Verrier constata anomalias no comportamento de Mercúrio. Considera-se que tal previsão matemática, que levou à descoberta de Netuno, pode ser considerada uma importante realização da mecânica, pois Rosa (2012, v.III), acrescenta que “a explicação para essa anomalia” seria apresentada por Albert Einstein (1879–1955), “em artigo de 1916, por meio de sua Teoria geral da relatividade”. De outra maneira, pode-se dizer que Le Verrier ao constatar anomalias que não encontravam amparo na mecânica newtoniana, levaram Einstein a investigar e propor uma nova compreensão acerca de uma das leis de Isaac Newton (1642 – 1727) através da Relatividade Geral.

1850: Buscando “detectar as velocidades da luz no ar e na água”, Jean Bernard Leon Foucault (1819-1868), ao fazer uso da “mesma técnica de roda dentada com espelho” que Hippolyte Fizeau (1819 – 1896), Foucault comprova que a luz viaja mais lenta na água que no ar. Tal resultado do experimento foi considerado como “marco comprobatório, aparentemente definitivo, da Teoria ondulatória da luz” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 135). No ano seguinte, em 1851, o físico francês Léon Foucault, considerou avaliar “o efeito da rotação da Terra no movimento de um pêndulo simples”. Assim, “construiu, em 1851, um pêndulo com fio de 67m de comprimento na extremidade do qual colocou uma massa esférica de 30Kg, assegurando, dessa forma, um grande período de oscilação (cerca de 16s) e um fraco amortecimento devido à resistência do ar”, conforme iniciado o movimento para oscilar com uma pequena amplitude, podemos verificar que “o plano de oscilação do pêndulo roda lentamente, demonstrando, dessa forma, a rotação da Terra” (Lage, 2018, p.1).

1852: Segundo Molveau (2024), desde o nascimento do balonismo em 1783, o balão de ar quente, dos irmãos Montgolfier Joseph (1740 – 1810) e Étienne (1745 – 1799), e o Charlière (o balão a gás), do Professor Jacques Charles (1746 – 1823), uma infinidade de pesquisadores sonhou em tornar o balão dirigível. O engenheiro Henri Giffard (1825 – 1882), foi praticante de balonismo desde os 18 anos, sob a orientação de um dos grandes nomes da época, Eugène Godard (1827 – 1890). Giffard teria registrado uma patente para a aplicação da energia a vapor à navegação aérea em 20 de agosto de 1851 e este viria a ser o primeiro projeto de aeronave motorizada bem-sucedido da história da humanidade. Ao utilizar-se de uma máquina a vapor

dentro do invólucro de seu balão alongado preenchido por hidrogênio, em 24 de setembro de 1852 realiza uma exibição pública, os princípios mecânicos desse balão a gás ainda são utilizados até os dias de hoje (Molveau, 2024, p.9-11).

1856: De acordo com Rosa (2012, vol II, Tomo II), Louis Pasteur (1822 – 1895) ao se debruçar sobre a pesquisa acerca da fermentação, teria realizado uma análise sobre a “fermentação láctica (1857), do álcool (1858/60), butírica (1851), e acética (1861/64)” [...] houve um período de “de muita discussão e acirrada controvérsia entre duas correntes de pensamento” uma sustentava uma visão “exclusivamente químico, enquanto outros, da corrente vitalista, defendiam que a fermentação resultava da ação de organismos vivos”. Em 1856, um industrial solicitou que Pasteur “buscasse uma solução para a fermentação que ocorria no processo de fabricação de alguns produtos, como álcool, açúcar e cerveja”. Através de suas investigações, em 1856, descobre “dois tipos de levedo: um produzia álcool e outro ácido láctico, sendo que o oxigênio não seria indispensável para que ocorresse a fermentação, mas que, entretanto, o processo envolvia, necessariamente, micro-organismos vivos”, comprovando assim que estaria equivocada a teoria de que a fermentação era um processo exclusivamente químico (Justus von Liebig, 1803 – 1873), “já que a célula viva do levedo era essencial à fermentação”. Pasteur ao prosseguir suas pesquisas, “descobriria que um pequeno aquecimento (pasteurização) mataria os micro-organismos e evitaria, assim, a fermentação, o que seria a definitiva refutação da teoria da geração espontânea” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 240).

Segundo Carreta (2006, p. 27, apud Portocarrero, 1991), a revolução pasteuriana, nos trouxe “um complexo de novos procedimentos médicos instituídos em função de um raciocínio causal”, onde se encontram “incluídos a identificação e isolamento de micro-organismos patogênicos e sua manipulação, métodos profiláticos através da vacina, soroterapia, teoria dos germes, atenuação da virulência dos microrganismos” e, para além disso, a revolução vai responder “pela mudança do gesto, da palavra, do vestuário, da arquitetura hospitalar e da legislação de saúde”. Destaca também que o conceito de micróbio não se configura como a principal contribuição de Pasteur e tampouco teria sido formulado por ele. Resgatando nomes como os de Girolamo Fracastoro (1478 – 1553), que realizou observações onde considerou que agentes vivos provocariam o contágio das doenças (1546); Anton van Leeuwenhoek (1632 – 1723), “a quem se atribui a invenção do microscópio, observou e descreveu o que classificaria como ‘animálculos’” (1673); Charles-Emmanuel Sédillot (1804 – 1883) é quem cria o conceito de “micróbio” (1878), “como reconheceu o próprio Pasteur” (Carreta, 2006, p. 27).

1858: Para estabelecer uma melhor compreensão do átomo, August Kekulé (1829 – 1896), desenvolve um conceito-chave que seria de autoria de grande importância: “a noção de

‘valência’”. Embora fosse de autoria (1852) do químico inglês Edward Frankland (1825 – 1899), Kekulé, apresenta uma visão ampliada “em seu trabalho (1858) em Química Orgânica (compostos de carbono)” e que viria a ser “adotada por Mendeleiev como base na formulação de sua Tabela Periódica dos Elementos” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 191).

Santin Filho (2023) aponta que o Congresso de Karlsruhe (3 a 5 de setembro de 1860), fora um encontro de grande importância entre os principais nomes da comunidade científica, em um momento em que “a Química ainda não havia consolidado seus alicerces e não havia acordo sobre como se determinar os pesos atômicos dos elementos e dos compostos”. A expectativa dos organizadores (Kekulé, Wurtz e Weltzien) era de que o congresso pudesse ajudar a colocar “um pouco de ordem a toda essa confusão” que o campo estava passando. Porém, havia certa dificuldade em se “tomar decisões sem a devida clareza do que é de fato ou do que é pura opinião ou especulação”. Demonstrando assim, “uma clara situação que se vive quando os pilares teóricos de uma Ciência estão ainda em estágio de formação”. Assim, “o congresso não teve um sucesso retumbante, no entanto, como veremos, ele deixou uma semente cujos frutos consolidariam, de fato, a Química como ciência madura” (Santin Filho, 2023, p. 34).

Tal episódio, nos mostra um exemplo muito interessante do caminho para a construção do conhecimento científico, muito embora, o congresso que contou com “a participação de 140 químicos de vários países” possa ter apresentado debates acalorados e terminar sem o desfecho que se esperava alcançar, o consenso acerca da polêmica sobre os pesos atômicos e os pesos equivalentes seria encontrado através de “uma definição [...] apresentada por Stanislao Cannizzaro (1826-1910)”, que tendo por base as idéias de Amedeo Avogadro (1776 – 1856), “no artigo *"Sunto di un Corso di Filosofia Chimica"* publicado no *Il Nuovo Cimento*, em 1858”, muito embora este artigo não tenha recebido “atenção da comunidade química naquele momento”, pois sua exposição durante o congresso “pouco convenceu a maioria”. Porém, seu “seu amigo e seguidor Angelo Pavesi (professor na Univ. de Pavia)”, ao término resolveu distribuir “separatas do seu artigo de 1858”. Desta forma, com “a posterior leitura desse artigo por alguns dos congressistas levou ao esclarecimento da questão”, assim “apesar do conceito de equivalente ter-se mostrado incorreto para caracterizar átomos” a “normalidade” em “equivalente grama por unidade de volume”, só viria recentemente em virtude de “recomendações da IUPAC” – *International Union of Pure and Applied Chemistry* (União Internacional de Química Pura e Aplicada) (Tolentino *et al*, 1996, p.105).

1859: Ao longo das últimas décadas do século anterior, “a análise química teria notável desenvolvimento”, se beneficiando do “aperfeiçoamento dos vidros ópticos, que permitiriam

melhor qualidade dos refratômetros, espectroscópios, polarímetros e microscópios”. Em 1859, Robert Bunsen (1811 – 1899) e Gustav Kirchhoff (1824 – 1887), desenvolvem a espectroscopia, que “levaria à descoberta de elementos – rubídio (Rb), célio (Cs), índio (In), tálio (Tl), hélio (He), argônio (Ar) – e à determinação da composição química das estrelas” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 184). Genin (2008), vai nos dizer que a análise espectral além de ser superior às análises químicas comuns (ou método anterior), oferece um meio indispensável para ampliar os conhecimentos científicos em áreas como a própria química, geologia ou astronomia. Pirolo (2010), considera em sua dissertação que a espectroscopia consiste em “um método em que a luz de uma determinada fonte é decomposta em cores através de um prisma, formando um espectro, no qual são formadas linhas que, de acordo com suas posições, indicam a presença de elementos químicos”, de tal maneira que este método “pode ser usado para saber a composição química de materiais terrestres e celestes”, ou seja, auxilia na realização de “análise e identificação de materiais na Terra ou em corpos distantes, como o Sol ou as estrelas fixas”, além disso, notou-se que “que muitos pesquisadores desenvolveram estudos em diversas áreas com o auxílio da espectroscopia”.

1859: De acordo com Basalla (2001), Charles Darwin (1809 – 1882) publica “A Origem das Espécies” em 1859, de modo que “a explicação religiosa da diversidade foi posta em causa por uma explicação científica”, de acordo com a nova abordagem interpretativa, “tanto a diversificação da vida num determinado momento como o aparecimento de novas formas de vida através dos tempos resultavam de um processo evolutivo”. Para Rosa (2012, vol II, Tomo II) a publicação seria “o tema mais polêmico no século XIX da Ciência em geral” pois esta “envolvia a rejeição do criacionismo e do fixismo das espécies, noções dogmáticas e arbitrarias, de cunho teológico e teleológico”. Acrescenta que é necessário “considerar suas amplas implicações na Biologia e em outras Ciências”, em um termo mais contemporâneo podemos dizer que foi disruptivo, pois Darwin “explicaria o processo evolutivo dos seres vivos sem apelar para forças sobrenaturais, esclarecendo os fenômenos naturais pela aplicação de metodologia adequada e de conhecimentos de Paleontologia, Anatomia comparada e Embriologia”. Rosa (2012, vol II, Tomo II), antes de Darwin se casar, ao ser aconselhado pelo pai antes de se casar “a esconder cuidadosamente suas dúvidas”, em sua obra de 1868, “Variação de Animais e Plantas sob Domesticação”, ele declararia que “a opção era entre crer na seleção natural ou ‘num criador onipotente e onisciente que ordena e prevê tudo’”. Cabe acrescentar, que “No capítulo sexto, ‘Dificuldades da Teoria’”, em em A Origem das Espécies, “Darwin reconhece que ‘nossa ignorância sobre as leis da variação é muito profunda’, conhecimento que só viria com a Genética e a redescoberta das Leis de Mendel”, tendo em vista que “as Leis de

Mendel só vieram a ser conhecidas a partir de 1900”, esta consistia em um conjunto de fundamentos que descrevem o mecanismo hereditariedade (genes ou genética, como conhecemos hoje).

1860: Na Inglaterra, em 1791, foi concedida a patente de “um motor de bomba de combustão interna que funcionava a terebintina vaporizada”. Mas, seria no ano de 1860, que ocorreria “a primeira produção mundial de um modelo de um motor de combustão interna”, projetado pelo inventor belga Jean Joseph Étienne Lenoir (1822 – 1900), este teria seu funcionamento à base de “gás de iluminação” e apresentava “um padrão próximo do motor a vapor horizontal de ação dupla”, este funcionava em ambos os sentidos por receber “vapor dos dois lados do pistão”, semelhante ao “motor de acção dupla” (1784) de James Watt (1736 – 1819). No motor de Lenoir, o pistão se desloca “para a frente e para trás” por ação da explosão de “uma mistura gás e ar nas duas extremidades do cilindro”. Nikolaus Otto (1832 – 1891), realiza melhorias no motor a gás em 1876, criando “o modelo de acção única a quatro tempos”, tal modelo, “serviu de protótipo ao atual motor de automóvel”, embora mudanças ocorram no tipo de mistura, “as configurações básicas do cilindro e do pistão permaneceram” (Basalla, 2001, p. 42).

1864: James Clerk Maxwell (1831 – 1879), a descoberta da “onda eletromagnética”, considera-se que “além de extraordinário marco na História da Física, teria uma influência decisiva para a credibilidade da Teoria ondulatória da luz”. De modo que, “após ter estabelecido as quatro famosas Equações do campo eletromagnético, Maxwell constatou que elas tinham por solução ondas, as quais se propagavam no espaço a uma velocidade de 300 mil km por segundo” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 135-136). A grande obra de Maxwell, “*A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*” (1864), onde foi realizado a demonstração matemática onde “o comportamento de uma corrente elétrica e de seu campo magnético associado era semelhante, em todos os aspectos, ao das ondas de luz”. Ao se utilizar de “valores determinados experimentalmente por Weber e Kohlrausch em 1857”, Maxwell ao utilizar “valores determinados experimentalmente” (Weber e Kohlrausch, 1857) obteve o valor de “o valor de 310.740 km por segundo, bastante próximo da velocidade da luz, estabelecida por Jean Leon Foucault, em 1850, de 298.360 km por segundo”, confirmando assim a “sua conjectura de que a luz era uma onda eletromagnética (nessa época, admitia-se a natureza ondulatória da luz)”. De acordo com Rosa, Maxwell teria escrito que: “a velocidade é tão próxima da luz que temos fortes razões para concluir que a própria luz (incluindo a radiação de calor e outras radiações) é um distúrbio eletromagnético na forma de ondas propagadas através do campo eletromagnético, segundo as leis eletromagnéticas”. O que leva a crer que, Maxwell incorporou

“numa única teoria fundamental, a Óptica, a Eletricidade e o Magnetismo, feito comparável, para muitos autores, à Mecânica de Newton” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 147).

No início Maxwell teve em sua Teoria do Eletromagnetismo “muito poucos seguidores na Inglaterra, em parte pela complexidade da Matemática envolvida, em parte pela confusa explicação da nova Teoria, em parte pela resistência no meio científico inglês de aceitar ideias contrárias à Física de Newton”. Somente com “o apoio do cientista alemão Helmholtz à Teoria de Maxwell”, por ocasião da oferta de “um prêmio por sua verificação experimental” (1879) é que o físico Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) ficaria incumbido de estudar o Eletromagnetismo. Assim foi entre 1885 e 1889, que Hertz ao se utilizar de “um detector e um oscilador que construía, foi capaz de produzir ondas eletromagnéticas de comprimento suficientemente curtas para estudá-las em laboratório” e conclui que “as propriedades das ondas eram similares às da luz”, além disso, “as ondas de luz eram radiações eletromagnéticas, segundo as equações de Maxwell”, de modo que este seria “o primeiro passo para o conhecimento do efeito fotoelétrico” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 137).

1869: O russo Dmitri Mendeleiev (1834 – 1907), constrói a “célebre Tabela Periódica dos Elementos” (1869), tal feito “no domínio da Química Inorgânica”, significava um “extraordinário progresso no entendimento da constituição e das propriedades dos 63 (sessenta e três) elementos conhecidos na época, ao descobrir que suas propriedades se repetiam numa série de intervalos periódicos” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 178-179). Cabe ressaltar que “dois químicos enunciariam, pela mesma época, uma classificação periódica dos elementos químicos: a de Mendeleiev, publicada em 1 de março de 1869” e a de Julius Lothar Meyer (1834 – 1907), em 1870. Nota-se que “o mérito da descoberta” seria conferido à obra de Mendeleiev, “tanto pela precedência de sua divulgação, quanto pela qualidade e visão no preparo do sistema”, de modo que “a superioridade do trabalho de Mendeleiev ofuscaria, em pouco tempo, a proposta de Meyer, cujas falhas, anomalias, lacunas e deficiências não chegaram a ser cabalmente esclarecidas”. Os dois foram professores universitários e ambos escreveram obras consideradas “de grande valor científico: Mendeleiev, o livro *Princípios de Química* (1868/70), que trata, inclusive, dos elementos e suas propriedades, e Meyer, a *Moderna Teoria da Química* (1864), que contém um esquema preliminar de ordem dos elementos”, classificados através de “seus pesos atômicos”, além de examinar “a relação entre o peso atômico e as propriedades do elemento” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 192-193).

1874: Rosa (2012), indica que “as pesquisas em Estereoquímica prosseguiriam com Jacobus Henricus Van’t Hoff (1852 – 1911), primeiro ganhador do Prêmio Nobel de Química, e Achille Le Bel (1847 – 1930), em 1874, com a explicação de arranjo espacial em forma de

tetraedro das ligações do carbono”, publicado em “*A Suggestion Looking to the Extension into Space of the Structural Formulas at Present Used in Chemistry*”. Além disso, ao final do século seria “consignada a contribuição” de Hermann Emil Fischer (1852 – 1919), por inventar um “método de representar carbonos tetraédricos no papel”. (Rosa, 2012, vol III, p. 255). O químico Alfred Werner (1866 – 1919), “estenderia as ideias de Van’t Hoff e Le Bel a outros átomos além do carbono” e viria elaborar uma “Teoria de Coordenação da Estrutura Molecular”, a partir de 1893. Assim, “juntamente com Kekulé e Van’t Hoff, Werner é considerado como um dos fundadores da moderna teoria estrutural e espacial atômica” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 221).

1876: De acordo com Reid e Ronke (2018), Alexander Graham Bell (1847 – 1922) costuma ser frequentemente citado como o inventor do telefone. Porém, é interessante notar que existe um raro instrumento emissor telefônico que antecede, em cerca de 13 anos, os primeiros esforços de Bell. Independentemente do que os tribunais americanos tenham dito na época sobre as patentes de Bell de 1876 e 1877, Bell não foi quem inventou o conceito do telefone, nem a maior parte da tecnologia que o tornou possível. Pode-se dizer que os produtos de todos os primeiros inventores eram vistos como brinquedos, incluindo o de Bell. No entanto, Bell teve a visão de enxergar além e com a ajuda de patrocinadores, acelerou o desenvolvimento de uma aplicação comercial de sua versão. Sem este impulso e talvez devemos considerar ainda a competição entre Bell e Thomas Edison (1847 – 1931). O telefone poderia ter levado muito mais tempo para se tornar um "item cotidiano" a serviço de empresas e indivíduos em todo o mundo.

Basalla (2001) indica que Maxwell na primeira vez em que viu o novo telefone de Bell (1878), realizou o seguinte comentário desdenhoso dizendo que a sua “decepção causada pela aparência humilde só tinha sido parcialmente apagada pela constatação de que realmente falava”. Maxwell, considerava que tal instrumento era constituído por “elementos conhecidos que podiam ‘ter sido reunidos por um amador’”. Além disso, a “necessidade de se desenvolver uma telefonia a longa distância eficaz”, levou ao surgimento do laboratório da Bell System, para então buscar “responder ao desafio colocado pelas experiências em curso com comunicação sem fios (rádio)”.

1887: De acordo com Van Bakkum (2018, p.10), a cadeia de reprodução mecânica do modo como a conhecemos hoje — gravar e reproduzir sons — tem sua origem em dois franceses: Édouard-Léon Scott de Martinville (1817 – 1979) e Émile-Hortensius-Charles Cros (1842 – 1888), que inventou o fonautógrafo em 1885 e o paleofone em 1887, respectivamente. Embora a invenção de Martinville apenas transcrevesse o som físico para o papel (tornando-o

assim até recentemente impossível de reproduzir) e nenhuma das máquinas de Cros foi encontrada, elas ainda podem ser creditadas por dar o primeiro passo. Infelizmente para ambos, foi o famoso (ou infame) inventor americano Thomas Edison (1847 – 1931), quem criou e patenteou o primeiro dispositivo de gravação funcional: o fonógrafo. Assim, os astuciosos instintos comerciais de Edison permitiram-lhe comercializar o seu dispositivo a um público mais vasto e essencialmente dar o pontapé inicial para a indústria fonográfica. Conforme indica Leonard (2022, p.5) o anúncio de Cros acerca do paleofone foi precedido, alguns meses depois, pela demonstração pública do modelo funcional do fonógrafo de Thomas Edison, embora os dispositivos tenham algumas semelhanças, a história atribui ao americano como o inventor do primeiro dispositivo capaz de gravar som.

1881: Patenteado nos Estados Unidos em 22 de março de 1881 (US239149A) a lâmpada elétrica incandescente de Thomas Edison. Basalla (2001) nos diz que Thomas Edison começou a trabalhar em um projeto de iluminação em 1878, quando “já existiam em funcionamento dois sistemas de iluminação nas cidades europeias e americanas” uma delas seria à gás, por meio de distribuição através de gás encanado e o outro sistema seria por lâmpadas de arco elétrico, que por estarem ligadas em série, “significava que tinham de ser todas ligadas e desligadas ao mesmo tempo”. Ambas apresentavam inconvenientes, o gás ao queimar e poluir o ambiente dentro de casa e uma luz fraca (equivalente a 12 watts) e “as lâmpadas de arco tremeluziam à medida que as suas varas de carbono eram consumidas” e “também libertavam fumos nocivos” além de uma luminosidade excessiva para espaços habitacionais ou comerciais. Segundo Kennelly (1932), depois de grande número de fracassos, sua primeira lâmpada parcialmente bem-sucedida tinha um filamento de fio de algodão carbonizado, montado em um globo de vidro altamente evacuado, com fios de platina selados. Esta lâmpada, em outubro de 1879, brilhou por 45 horas antes de quebrar e após isso, o sucesso foi alcançado gradualmente.

Nikolaus Otto (1832 – 1891), conforme sinalizado anteriormente, em 1876, foram realizadas melhorias no motor a gás, que levaram ao modelo de ação única com quatro tempos. Este modelo é o que vai servir como base para o protótipo do atual motor de automóvel, apenas com pequenas mudanças como o tipo de mistura e permanecendo as configurações básicas do cilindro e do pistão. (Basalla, 2001, p. 42). De acordo com Souza (2018), “o primeiro motor de combustão interna alimentado a gasolina foi desenvolvido e fabricado em 1883 por Gottlieb Daimler”, este teria trabalhado com Nikolaus Otto em sua companhia. Além disso, Daimler teria fundado “a companhia responsável pelo primeiro automóvel de quatro rodas, em 1886” (Souza, 2018, p. 32).

1887: Conforme observações anteriores a descoberta das ondas eletromagnéticas, se deu

ao seguir as pesquisas de James Clerk Maxwell e “devido à sua morte prematura, não pôde Maxwell comprovar sua Teoria, já que não se sabia, ainda, emitir e detectar a onda eletromagnética” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 148). Quando então, o físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894), professor de Física em Karlsruhe, consegue verificar sendo “publicada em três importantes Memórias: em 1887, Sobre os efeitos de indução produzidos pelos processos elétricos nos isolantes, e, em 1888, Sobre a velocidade da propagação das ações eletrodinâmicas e Sobre as ondas eletrodinâmicas no ar e suas reflexões”. Assim, Hertz relatou suas “experiências realizadas com ‘osciladores’, quando produziu radiações eletromagnéticas, hoje conhecidas como ‘ondas hertzianas’ ou ondas de rádio” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 148). Considera-se aqui o potencial técnico da invenção à época, pois sua descoberta ajudou a desenvolver a comunicação sem o uso de cabeamento/fios tais quais: o telégrafo sem fio, a radiofonia, *bluetooth* e os mais variados tipos de comunicação baseada em ondas eletromagnéticas.

1889: Basalla (2001), nos fala sobre o pioneirismo na “investigação industrial” que se deu através do “laboratório privado de Thomas A. Edison, em Menlo Park, New Jersey, criado em 1876”, tal espaço seria um exemplo precursor “do que seria possível alcançar ao colocar a investigação organizada ao serviço da solução de problemas técnicos”. Em 1889, Edison fundador da General Electric Company (GE), já “desempenhava um papel menor nos negócios da companhia, e a GE estava a caminho de se tornar um grande produtor de produtos elétricos, de lâmpadas a dínamos”. Desta forma, em 1901, a GE decidiu, em 1901, “criar o seu próprio laboratório de pesquisa” e este viria a ser “o primeiro espaço industrial de investigação na América” (Basalla, 2001, p. 133). Diante dos fatos, especialmente a introdução de um cenário de investigação industrial, nos leva a aferir que a introdução da energia elétrica na produção, pode ter permitido maior automação e controle, causando impactos na Segunda Revolução Industrial (segunda metade do século XIX), especialmente através de um de seus marcos, conhecido como a Revolução da Eletrificação.

1895: Segundo Mascarelo (2006), “os irmãos Lumière não foram os primeiros a fazer uma exibição de filmes pública e paga”. Sendo assim, dois meses antes da famosa apresentação dos irmãos do cinematógrafo Lumière no Grand Café, “os irmãos Max e Emil Skladanowsky fizeram uma exibição de 15 minutos do bioscópio, seu sistema de projeção de filmes, num grande teatro de vaudeville em Berlim”, no dia 1 de novembro de 1895. Assim, Auguste e Louis Lumière, não foram os primeiros a iniciar a corrida. Dentre os primeiros filmes dos irmãos podemos citar: “a bailarina de Annabelle butterfly dance (Dickson, 1895)” e “o grupo de trabalhadores saindo da fábrica em *La sortie des usines Lumière* (Louis Lumière, 1895)”,

considera que “os primeiros filmes têm como assunto sua própria habilidade de mostrar coisas em movimento [...] em vez de mostrar uma narrativa baseada em personagens que atuam num ambiente ficcional cuidadosamente construído”.

Assim, apesar de não serem os primeiros, o trabalho dos irmãos ficaria mais famoso, por serem “negociantes experientes, que souberam tornar seu invento conhecido no mundo todo e fazer do cinema uma atividade lucrativa, vendendo câmeras e filmes”. Considera ainda que “parte do sucesso do cinematógrafo Lumière deve-se a suas características técnicas”. Pois seu possível concorrente, o vitascópio, teria um peso próximo de 500 quilos e seria necessário eletricidade para o seu funcionamento, “já a máquina dos Lumière podia funcionar como câmera ou projetor, e ainda fazer cópias a partir dos negativos” e “seu mecanismo não utilizava luz elétrica”, pois existia nela um mecanismo acionado por manivela. Assim, devido ao “seu pouco peso, o cinematógrafo podia ser transportado facilmente e assim filmar assuntos mais interessantes que os de estúdio” de modo que poderia tratar de “paisagens urbanas e rurais, ao ar livre ou em locais de acesso complicado” ao invés das limitações que o espaço de um estúdio pode oferecer. Mascarelo (2006) considera que “o Grand Café, em Paris, onde o invento dos Lumière foi demonstrado para o público, em 28 de dezembro de 1895, era um tipo de lugar que foi determinante para o desenvolvimento do cinema nos primeiros anos”.

Uma outra questão seria que naquele momento, em que ocorre a exibição pública do cinematógrafo dos irmãos Lumière, “Edison ainda não tinha conseguido aperfeiçoar um projetor que funcionasse satisfatoriamente”. Somente em janeiro de 1896, em face da notícia do cinematógrafo, “Edison começou a fabricar o vitascópio, um projetor que tinha sido inventado em Washington por Thomas Armat e Francis Jenkins. Norman Raff e Frank Gammon, vendedores exclusivos do quinetoscópio desde setembro de 1894”. Quinetoscópio ou cinetoscópio, era um aparelho que permitia às pessoas, individualmente, através de um visor pudessem observar imagens em movimento ou conforme Mascarelo (2006), “o quinetoscópio possuía um visor individual através do qual se podia assistir, mediante a inserção de uma moeda, à exibição de uma pequena tira de filme em looping, na qual apareciam imagens em movimento de números cômicos, animais amestrados e bailarinas”, a câmera que realizava estes filmetes se chamava quinetógrafo e os filmes eram produzidos em um “pequeno estúdio construído nos fundos de seu laboratório”, dentro dele, “dançarinas, acrobatas de vaudeville, atletas, animais e até mesmo as palhaçadas dos técnicos de Edison eram filmados contra um fundo preto, iluminados pela luz do sol”, deste modo, esta construção seria “totalmente pintada de preto”, e teria “um teto retrátil, para deixar entrar a luz do dia, e que girava sobre si mesma, para acompanhar o sol”, este seria “o primeiro estúdio de cinema do mundo” e seu apelido “Black

Maria - como se designavam os camburões da polícia na época”. Além disso, “o primeiro salão de quinetoscópios, com dez máquinas, cada uma delas mostrando um filme diferente, iniciou suas atividades em abril de 1894 em Nova York”.

Nesta trajetória para a construção do cinema, em uma pesquisa breve, podemos encontrar uma diversidade de aparatos e inventos anteriores que estimularam o desenvolvimento, tais como o fenacistoscópio, um dispositivo que foi um dos primeiros a produzir uma ilusão de movimento fluida, inventado em 1829 por Joseph Plateau, teria sido criado para demonstrar a teoria da persistência da retina, um fenômeno onde a imagem permanece na retina por uma fração de segundo após ser vista; e o praxinoscópio, um aparelho de ilusão óptica que cria o efeito de movimento, no seu conceito ele se utiliza de um cilindro com uma sequência de imagens e um prisma de espelhos para observação da ilusão de movimento, foi inventado pelo francês Émile Reynaud em 1877.

1985: De acordo com Lima et. al. (2009), visando “detectar a radiação eletromagnética de alta frequência prevista por Heinrich Hertz (1857-1894)”, Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923) no dia 8 de novembro de 1885, repetia “o experimento de Joseph John Thompson (1856-1940) em seu laboratório, na Universidade de Wurzburg, Alemanha”. Ele buscava investigar “um estranho fenômeno descrito pelo físico Philipp Lenard [1862-1947]”, suas observações o levaram “à conclusão de que se tratava de um novo tipo de raio invisível, com poder de penetração ainda desconhecido, capaz de atravessar materiais opacos à luz e a outras radiações conhecidas (raios catódicos, raios ultravioleta e infravermelho)” e assim, “menos de 2 meses depois de sua primeira observação, Roentgen fez o primeiro comunicado sobre os dados de suas observações sobre os raios-x”.

Acerca da repercussão dos raios-x na imprensa e no cenário científico, é apresentado o seguinte recorte: “O professor fotografou com sucesso objetos maciços de metal que se encontravam dentro de uma caixa de madeira; também a mão de um homem, que mostrava apenas os ossos, a carne sendo invisível”, tal notícia seria uma publicação realizada no “jornal Daily Chronicle de Londres, em 6/1/1896”. Curiosamente, “as primeiras radiographias executadas no Brasil foram no Laboratório de Physica da Escola Polytechnica do Rio de Janeiro [...] os originais dessas radiographias trazem a data de 20 de março de 1896”. Além disso, “experiências pioneiras em que se radiografavam caixas de madeira fechadas com peças metálicas no interior são hoje feitas em aeroportos, onde as bagagens são radiografadas pelo pessoal da segurança”.

1905: Rosa (2012. v. III) nos fala que Albert Einstein (1879-1955), colaborações fundamentais para “o surgimento da denominada Física moderna, com suas obras (Teoria da

Relatividade Especial, Uma Nova Determinação das Dimensões Moleculares, O Movimento Browniano, O Quantum e o Efeito Fotoelétrico) do chamado ‘ano milagroso’ (1905)”. Ao ser publicada no no *Annalen der Physik* de 1916, sua Teoria da Relatividade Geral (1915), Einstein estaria criando “uma nova Física celeste, em que a Lei da gravitação universal de Newton não teria aplicação para massas muito grandes (estrelas, por exemplo); em consequência, estabeleceria uma nova da Teoria da gravitação, da qual a teoria clássica de Newton seria um caso particular”.

Através de um livro de divulgação científica, sob título Teoria da Relatividade Especial e Geral (1917), Einstein reitera que “a relatividade do movimento e da velocidade, rejeitaria a noção do éter, estabeleceria a constância da velocidade da luz (independentemente da sua fonte ou do seu detector) como limite insuperável no Universo” e assegura “o caráter relativo de Tempo e Espaço”. Ao incluir sua brilhante fórmula, datada “de 1907, que relaciona (aspectos diferentes do mesmo fenômeno) Energia com massa, a qual é multiplicada pela velocidade da luz ao quadrado (9×10^{16}) – ‘ $E=mc^2$ ’”, criando a interpretação necessária para justificar “pequena quantidade de massa conter uma quantidade gigantesca de energia” e, portanto, trataria também dos fenômenos ligados à gravitação.

Basalla (2001) indica “o físico húngaro Leo Szilard, que fugira da Alemanha Nazi em 1933”, viria a ser uma “figuras-chave na promoção da energia nuclear para fins militares”, pois ele “constatou que uma cadeia de reação nuclear autossustentada era capaz de libertar uma vasta quantidade de energia para usos militares e industriais de grande escala”. Desta forma, ele vai escrever “o rascunho de uma carta ao presidente Franklin D. Roosevelt” em outubro de 1939, “para ser assinada por Albert Einstein, informando o líder americano de que os recentes desenvolvimentos na física nuclear tornavam possível a construção de um novo tipo de bomba” que seria extremamente poderosa. Passados três anos da “carta de Szilard-Einstein, foi entregue ao Exército dos Estados Unidos da América a responsabilidade de dirigir o Projecto Manhattan para criar uma bomba atômica”.

De acordo com a National Aeronautics and Space Administration – NASA (2020), a Teoria Geral da Relatividade de Albert Einstein, aponta observações que corroboram a previsão de que o tempo em campos gravitacionais intensos se passa mais lentamente, assim tal fenômeno está associado como algo necessário ao funcionamento e a precisão dos sistemas Global Positioning System – GPS. Ocorrendo da seguinte maneira: se a gravidade afeta a passagem do tempo, e faz com que relógios em lugares com maior força gravitacional (Terra), funcionem mais lentamente do que relógios em locais com gravidade mais fraca (satélites em órbita), essa diferença de velocidade deve ser corrigida para que o GPS opere com alta precisão,

e caso a gravidade não fosse levado em conta, haveriam pequenas variações no tempo que ao se acumularem levariam a uma imprecisão nos cálculos de posicionamento global.

1947: Com “a expansão do cinema e do rádio”, Theodor Adorno e Max Horkheimer, analisam “a importância da técnica nesse desenvolvimento”, e ambos realizam uma reflexão de que “não deveriam ser considerados como arte, mas como negócio e indústria, por se tratar de meros negócios programados para a exploração de bens culturais”. Assim, a tal exploração, atribuiriam “o nome de indústria cultural, expressão que usariam em 1947, em *A Dialética do Iluminismo*, que substituiria cultura de massa, que induz ao erro de se tratar de uma cultura surgida espontaneamente das próprias massas”. Além disso, de acordo com Adorno, “se a indústria cultural adapta seus produtos ao consumo de massa, ela igualmente determina o próprio consumo e exerce seu papel de portadora da ideologia dominante” (Rosa, 2012, vol II, Tomo II, p. 145).

De acordo com a pesquisa FAPESP (Marcolin, 2008), a Bell Labs foi quem apresentou o transistor, um componente eletrônico, que é a base da revolução da informática. Após a “Segunda Guerra Mundial a norte-americana Bell Telephone Laboratories, ou Bell Labs, companhia com forte tradição de pesquisa básica orientada para tecnologia”, resolveu ampliar seus investimentos “para conhecer melhor os semicondutores” e resolve “reunir especialistas de várias áreas” para criar um “grupo de física do estado sólido dentro da empresa” de modo que em 1º de julho de 1948 a Bell anunciava a invenção do o transistor, “dispositivo eletrônico que controla e amplifica sinais elétricos e viria a se tornar base de toda a revolução da informática” que visava substituir a válvula a vácuo, pois esta teria um alto consumo de energia, apresentava baixa durabilidade, além de ser frágil e cara. O físico William Shockley teria formado a equipe Walter Brattain e John Bardeen, “também físicos, foram [...] atraídos para o projeto”. Assim, após os 3 desenvolverem uma teoria, em 1947, “resolveu de forma efetiva alguns problemas que levaram ao primeiro transistor construído”, e apresentam o trabalho realizado em julho de 1948. “O nome transistor surgiu porque é um resistor (apresenta resistência à eletricidade) que transfere elétron e amplifica sinais”, tal dispositivo, que nasce com 1,5 cm, “foi miniaturizado e se transformou no coração dos circuitos integrados e, conseqüentemente, dos computadores”. Por consequência do feito, “Shockley (1910-1989), Brattain (1902-1987) e Bardeen (1908-1991) ganharam o Nobel de Física em 1956”. Afere-se também que a invenção do transistor, possibilitou a miniaturização dos circuitos eletrônicos.

1969: Advanced Research Projects Agency Network – ARPANET, a precursora da internet, é criada e ocorre a primeira transmissão de dados bem-sucedida, em 29 de outubro de 1969, entre a University of California, Los Angeles (UCLA) e o Stanford Research Institute

(SRI). Considerada como a Invenção da Internet, por se tratar da criação do primeiro sistema de comunicação entre computadores, permitindo a troca de informações e colaboração a distância.

1971: "O primeiro microprocessador completo (em um só chip) foi o 4004, projetado pela Intel em 1969 e lançado ao mercado em 1971"(Pinto, 2012, p. 50). Starke (2012) destaca que este microprocessador consistia "em uma máquina de 4-bits com aproximadamente 2300 transistores" e que "sua aplicação inicial era a construção de calculadoras."(Starke, 2012, p. 151). Contudo, Pinto (2012), destaca que "o 8086 representou um grande avanço para sua época", pois seria "o primeiro microprocessador a suportar a Arquitetura Intel x86" e "possuía registradores e barramento de dados externo de 16 bits, e barramento de memória de 20 bits, o que permitia um endereçamento de até 1MB"(Pinto, 2012, p. 50).

1972: "Ray Tomlinson, da BBN, escreveu o primeiro programa de e-mail" (Kurose; Ross, 2013, p.45) e revolucionou as comunicações.

1981: "a IBM lançou o seu primeiro computador pessoal (Personal Computer – PC)" (Nunes, 2010, p. 79). De acordo com Nunes (2010), tal lançamento da IBM teria impulsionado de maneira definitiva o mercado de computadores pessoais, além de consolidar a indústria de softwares comerciais.

1989: De acordo com Britto (2018), "A World Wide Web foi criada por Tim Berners-Lee em 1989, quando trabalhava no Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) na Suíça" (Britto, 2018, p.69) e revoluciona a forma como as pessoas acessam e compartilham informações ao possibilitar o acesso à informação em tempo real.

1998: "O Google foi fundado em 1998 por Stanford Larry Page e Sergey Brin. A ideia inicial era criar um mecanismo de pesquisa (inicialmente chamado de BackRub) que usava links para determinar a importância de páginas de internet" (Silva Junior, 2015, p. 127) e impulsionou o desenvolvimento de tecnologias de informação e comunicação, como o Google Search e o Android.

2007: "As redes sociais desempenham um papel central e crescente na vida das pessoas, sobretudo a partir do lançamento do iPhone em 2007, que popularizou os smartphones e nos tornou indivíduos permanentemente conectados a todos os tipos de informações" (Silvestre Júnior, 2020, p. 25).

2011: O termo "Indústria 4.0" é cunhado na Alemanha, referindo-se à quarta revolução industrial, que envolve a integração de tecnologias digitais e físicas.

2014: Alexa foi lançada pela Amazon em 2014, uma assistente virtual ativada por voz que utiliza inteligência artificial e "opera por meio do reconhecimento de linguagem natural"

para executar tarefas e controlar dispositivos, “foi projetada para funcionar como uma interface conversacional capaz de responder a comandos, executar tarefas e controlar dispositivos conectados” (Catunda Neto, 2026, p. 22).

2017: “A Google Assistente foi lançada no início de 2016, na versão em inglês, e, no ano seguinte, já estava disponível em português, sendo a empresa mais rápida do mercado na tradução das assistentes para outros idiomas (Santos, 2020, p. 78).

Em tempo, gostaria de destacar que não se pretendeu esgotar o assunto sobre uma possível transição de uma era analógica até a era digital, nem tão pouco, tratar de toda uma infinidade de dispositivos que surgem com a era digital, tal qual temos uma grande diversidade de equipamentos nos laboratórios de prototipagem. O exercício proposto aqui é de um resgate histórico para entender como alcançamos a era digital, para percebermos que em sua natureza a tecnologia se torna, essencialmente uma ferramenta e que o progresso da ciência é um processo em constante construção coletiva, para que seja possível conquistar avanços e a respectiva evolução do conhecimento. E que, nem sempre é tão linear ou contínuo, pois podem existir idas e vindas, onde ideias ora são deixadas de lado e, noutro momento, são retomadas para que se possa enfim voltar a avançar. Para além disso, como já realizamos observações sobre influências indicadas por Fonseca (2012), também podemos notar determinados aspectos sob a ótica das revoluções industriais. Portanto, para que possamos ter uma melhor compreensão, destaca-se brevemente algumas observações sobre cada período, faremos um breve recorte que pode ajudar ao leitor a obter uma melhor contextualização do fenômeno. Deste modo, temos, em linhas gerais, algumas periodizações com datas, mas é importante lembrar que tais mudanças foram processuais, e a cronologia é somente um indicador e facilitador à compreensão:

- Período pré-industrial (até 1750): Invenção da roda (4000 a.C.): A roda permitiu o transporte de mercadorias e pessoas; Invenção da escrita (3500 a.C.): A escrita permitiu o registro do conhecimento e a sua transmissão para as gerações futuras; Invenção da imprensa (1440): A imprensa permitiu a disseminação do conhecimento em massa; Invenção da máquina a vapor (1712): A máquina a vapor forneceu a energia necessária para a Revolução Industrial.
- Revolução Industrial (1750-1840): Invenção da fiadeira (1769): A fiadeira mecanizou a produção de fios; Invenção do método científico (1776): O método científico promoveu o desenvolvimento do pensamento crítico e da resolução de problemas; Invenção do tear mecânico (1785): O tear mecânico mecanizou a produção de tecidos; Invenção da escola pública (1791): A escola pública tornou a educação acessível a um

número maior de pessoas; Invenção da linha de montagem (1799): A linha de montagem permitiu a produção em massa de bens; Criação da pedagogia moderna (1806): A pedagogia moderna promoveu o desenvolvimento de métodos de ensino mais eficazes.

- Segunda Revolução Industrial (1840-1914): Invenção do motor a combustão interna (1885): O motor a combustão interna permitiu a produção de veículos automotivos e aeronaves; Invenção da eletricidade (1879): A eletricidade forneceu uma fonte de energia mais eficiente e limpa do que a máquina a vapor; Criação da escola profissional (1880): A escola profissional preparou os alunos para o mercado de trabalho; Invenção da linha de montagem Fordista (1913): A linha de montagem Fordista introduziu o conceito de produção em massa em larga escala; Invenção do computador eletrônico (1946): O computador eletrônico revolucionou a forma como trabalhamos e nos comunicamos.

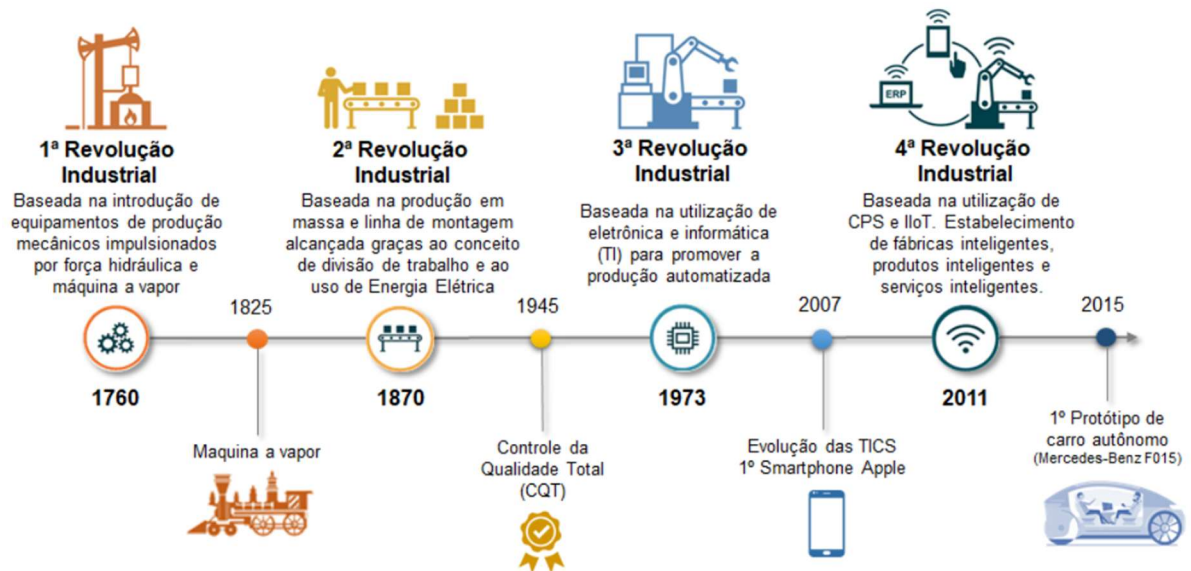
- Terceira Revolução Industrial (1950-início do século XXI): Invenção da robótica (1954): A robótica permitiu a automação de tarefas repetitivas e perigosas; Invenção da internet (1969): A internet permitiu a comunicação e a colaboração em escala global; Invenção da manufatura aditiva (1980): A manufatura aditiva permite a produção de objetos tridimensionais a partir de um modelo digital; Criação de novas metodologias de ensino, como o ensino à distância e o ensino híbrido: Essas metodologias tornaram a educação mais acessível e flexível.

- Quarta revolução industrial (primeira década do século XXI – até os dias atuais): É marcada pelo desenvolvimento de novas tecnologias, tais como a Internet das Coisas (IoT), a inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina (ML – *Machine Learning*): Essas tecnologias estão permitindo a integração de sistemas físicos e digitais, levando à maior automação, flexibilidade e eficiência na produção; ainda em curso, demonstra uma proposta de integração entre as tecnologias emergentes de forma interconectada (IoT: *Internet of Things*, conectividade entre objetos ou internet das coisas) e colaborativa, com maior eficiência e personalização; grande processo de automação/robótica, reduzindo custos e melhorando a produtividade; alto tráfego e volume de dados (big data) para tratamento e que ajudam na tomada de decisão.

Tendo em vista um recorte mais bem definido, optou-se por não tentar expandir para as discussões sobre uma possível revolução atual ou suas possíveis transformações. Neste sentido podemos fazer um destaque sobre as revoluções, conforme a perspectiva de Rodrigues (2021), quando nos afala sobre a indústria 4.0 e o que chama de “tecnologias habilitadoras”, tais como:

Robótica; Internet das Coisas (IoT); Modelagem e Simulação; Realidade aumentada; Impressão 3D (manufatura aditiva); Inteligência Artificial (IA), Big Data; Sistemas CiberFísicos (CPS); Fabricação em nuvem e outras (Rodrigues, 2021, p.41).

Figura 1: Histórico das Revoluções Industriais



Fonte: Rodrigues (2021, p.32)

Após observarmos algumas possibilidades distintas, nota-se que podemos abordar de diversas formas a trajetória da história da ciência. Conforme nos indica Stefanovits (2016), o filósofo Augusto Comte (1798-1857) teria idealizado a “História da Ciência”, no século XIX, e projetava essa nova disciplina como um meio de enfrentamento ao processo de especialização em grau de aprofundamento, que poderia levar a uma dispersão do conhecimento. Além disso, George Sarton (1844-1956) é quem vai realizar a institucionalização desta disciplina, visualizando uma espécie de ponte para unir “duas culturas” (as ciências naturais/da natureza e as ciências humanas e sociais – levando a interdisciplinaridade), “ele sustenta que o progresso da arte e da política depende dos progressos científicos e tecnológicos” (2016, p.24). Portanto, pretende-se realizar um novo recorte, com a finalidade de complementar a contextualização deste trabalho, deste modo, vamos promover um resgate dos principais autores que teriam influenciado a educação 4.0, conforme podemos observar a seguir.

Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), nasceu em Genebra (Suíça). De acordo com Alves e Toledo (2019, p.172), “trazendo a responsabilidade da harmonia social para o campo pedagógico, Rousseau retirou os holofotes das instituições para tratar sobre o modo como os indivíduos eram educados e as consequências dessa educação” e a partir disto iniciou sua

crítica” realizada através de sua obra “Emílio ou Da Educação”, publicada em 1762. Neste trabalho o estudioso realizou uma crítica à concepção elitista de educação que seria privilégio de poucos. Segundo Baptista (2015, p.117) ele vai contrariar “frontalmente a teoria hobbesiana” seria necessário destruir a igualdade natural e substituir por uma igualdade moral e legítima, todos se tornam iguais por convenção e direito. Assim, a sociedade e as instituições corrompem os seres humanos, pensamento contrário ao hobbesiano, que via os homens como naturalmente egoístas e violentos. Rousseau era crítico da pedagogia jesuítica e a julgava rígida, hierárquica e praticante de uma pedagogia de transmissão do conhecimento. Acreditava que a educação estava baseada na natureza, contribuindo para a ideia de que a educação deveria ser centrada no aluno e no seu desenvolvimento individual, portanto deveria ser focada no desenvolvimento natural, com liberdade e autonomia individual, o conteúdo programático seria baseado na experiência e no interesse dos alunos. Ele também defendia educação “básica” e autodidata, e na aprendizagem através de exploração e da experiência prática.

Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827), nasceu em Zurique (Suíça) e leu a obra “Emílio ou da educação” (Rousseau, 1762). Colocou em prática o método intuitivo, através da experiência direta e observação concreta. De acordo com Medeiros (2023, p.8), “a tríade formativa, da cabeça, do coração e das mãos, deve se basear na integração que há no ser humano a partir de sua própria natureza”. Portanto, seu conceito de educação integral visava alcançar 3 dimensões: cabeça (intelecto), coração (moral/afetivo) e mãos (habilidades práticas e trabalho manual). Ele era contrário à ideia de transferência de conhecimentos, o aluno deveria buscar suas respostas próprias e de forma espontânea, com liberdade e autonomia. Conforme pode referendar Soëttard (2010, p.30) “Pestalozzi nunca deixou de buscar desde o começo: a realização da liberdade autônoma em cada um e em todos”. Além disso, contribuiu para a educação se tornar baseada na experiência e na aprendizagem ativa, uma educação centrada na criança (aluno). Sua pedagogia possuía uma dimensão afetiva e moral, não elitista (educação popular), além disso usou a educação física e as aulas passeios em sua metodologia.

Friedrich Wilhelm August Fröbel (1782–1852), Oberweißbach (Alemanha). Segundo Valdez (2014, p. 247), “Fröbel é pioneiro na utilização da psicologia do desenvolvimento como fundamento da educação através dos estágios identificados como primeira infância, infância e idade escolar”. Assim, através da fala e da atividade durante a brincadeira, o educador identifica a fase da criança. De acordo com Chamon (2016, p.17) “o *kindergarten*, ou jardim da criança, instituição educativa direcionada para crianças em fase pré-escolar, foi concebido por Friedrich Fröbel, na Alemanha” e, portanto, Arce (2012, p. 88) nos diz que, “pode ser considerado o pedagogo dos Jardins de Infância, instituição destinada a educar crianças menores de 06 anos

fundada em 1840 na cidade de Blankenburg”. Sobre o movimento que buscou modernizar o *kindergarten* nos Estados Unidos da América, um importante pesquisador faz suas considerações sobre Froebel:

Stanley Hall, importante pesquisador da psicologia do desenvolvimento infantil na virada do século 19 para o 20 e um dos fundadores do movimento child study nos Estados Unidos, foi uma das forças de modernização do *kindergarten*. Hall creditou a Froebel o desenvolvimento de uma pedagogia baseada nos jogos e brincadeiras e nas atividades infantis, especialmente ao ar livre, concluindo a partir de suas pesquisas **que as crianças que frequentavam os *free kindergartens* se saíam melhor nos primeiros anos do ensino elementar do que aquelas que não haviam passado por esse tipo de instituição.** Para ele, Froebel soube compreender a importância da psicologia infantil e dos estágios de desenvolvimento da criança, os quais deveriam ser respeitados e levados em conta na organização educacional (Chamon, 2016, p.29).

Para Fröbel a escola oferecia uma educação fragmentada e desprovida de vida. Segundo Arce (2004, p.10-11), “encontraremos em toda a obra de Froebel a constante comparação do desenvolvimento da criança com o das sementes; a criança para Froebel é como uma semente a ser cultivada”. Além disso, a educação deveria estar alicerçada em uma chamada “unidade vital” (Homem, Deus e Natureza) e os processos de interiorização e exteriorização deveriam ser norteadores de qualquer metodologia, na finalidade de ser utilizada com as crianças. Assim considerava que crianças são como plantas – necessitam de cuidado, atenção e um ambiente propício para crescer e se desenvolver. Aprendizagem se dava através de atividades práticas e de projetos; considerava as necessidades e habilidades individuais através de um conteúdo adaptado.

Maria Montessori (1870-1952), Chiaravalle (Itália): foi a primeira mulher italiana a concluir medicina (1896), Segundo Röhrs (2010, p.15) ela “foi uma das figuras autênticas da Educação Nova enquanto movimento internacional”, afirma ainda que “um dos conceitos de base do sistema educativo de Maria Montessori é a atividade independente” (2010, p.15). Portanto, Montessori contribuiu para que a educação fosse baseada na liberdade, autonomia e independência do aluno. Sua abordagem educacional enfatizou o ensino individualizado e a aprendizagem em ritmo próprio, ela acreditava que as crianças são naturalmente curiosas e capazes de aprender de forma independente. Sua famosa frase motivadora é: “ajude-me a fazer sozinho(a)”, retirada do trecho de seu livro em inglês, “*These very children reveal to us the most vital need of their development, saying: Help me to do it alone!*” (Montessori, 1948, p.67). De

acordo com Paixão (2021, p.14) “foi no ano de 1909 que Montessori publicou seu livro, *Il Metodo della Pedagogia Scientifica Applicato all’Educazione Infantile nelle Case dei Bambini* (O Método da Pedagogia Científica Aplicado à Educação Infantil nas Casas das Crianças)”, obra também conhecida como “Pedagogia Científica”, ou ainda, como “O Método Montessori”, é nesta obra onde ela expõe o seu método completo pela primeira vez.

Jean William Fritz Piaget (1896-1980), Neuchâtel Neuenburg (Suíça). Criador da Epistemologia Genética, de acordo com Pádua (2009, p.27) a grande preocupação desta teoria é “explicar a ordem de sucessão em que as diferentes capacidades cognitivas se constroem”. Assim, seu maior interesse esteve voltado para observação do desenvolvimento e a capacidade de adquirir conhecimento, no ser humano, através de observações de pessoas em idade infantil ou adolescência. Piaget, nos fala sobre o desenvolvimento mental e a inteligência que:

A inteligência não aparece, de modo algum, num dado momento do desenvolvimento mental, como um mecanismo completamente montado e radicalmente diferente dos que o precederam. Apresenta, pelo contrário, uma continuidade admirável com os processos adquiridos ou mesmo inatos respeitantes à associação habitual e ao reflexo, processos sobre os quais ela se baseia, ao mesmo tempo que os utiliza (1970, p.34, apud Silva, 2021, p.8).

De acordo com Silva (2021, p.9), para Piaget a inteligência se desenvolve através de dois processos complementares de assimilação e acomodação. Assim, na psicogênese piagetiana, ações ou atos inteligentes pressupõem o uso de arquétipos cognoscentes que irão possibilitar que os indivíduos compreendam e organizem o mundo. Definiu então que a gênese do desenvolvimento humano é um processo contínuo que cumpre uma ordem sequencial de estágios, movendo-se progressivamente de um estado de menor para um de maior equilíbrio, na seguinte ordem: sensório-motor (0-2 anos), pré-operatório (2-6 anos), operatório concreto (07-12 anos) e operatório formal (11/12 anos). Para ele existe uma capacidade inata de construir conhecimentos através da interação com o meio. Segundo Oliveira e Macedo (2014, p.196) a teoria de Piaget sobre o desenvolvimento do conhecimento é um modelo com ciclo de autorregulação, onde as interações entre o indivíduo e o ambiente são recíprocas e tendem a um equilíbrio superior, e a este processo chamado de equilibração majorante. Esse modelo, que une estruturas biológicas e cognitivas, é cada vez mais validado pela Biologia moderna.

Paulo Reglus Neves Freire (1921-1997), Recife (Brasil): Segundo Ramalho (2022, p.3) “é um dos mais renomados intelectuais brasileiros e um dos mais proeminentes pedagogos do mundo pós-guerra”. Dentre os livros publicados estão “Pedagogia do Oprimido” (1968) e

“Pedagogia da Autonomia” (1996). De acordo com Ramalho (2022, p.4), a primeira obra (pedagogia do oprimido) é também conhecida como método Paulo Freire de Educação. Segundo Beisiegel (2010, p.78) “o livro aprofunda reflexões longamente amadurecidas sobre a libertação dos homens da situação de opressão” e seu segundo capítulo é muito lembrado por se dedicar ao “estudo das concepções bancária e problematizadora da educação” (Beisiegel, 2010, p.79), em seguida, no “terceiro capítulo discute a relação entre a dialogicidade (a essência da educação como prática da liberdade) e o diálogo”, e por fim, o quarto seria “dedicado ao estudo da antidialogicidade e da dialogicidade como matrizes de teorias antagônicas da ação cultural: uma primeira, que serve à opressão e a segunda, comprometida com a libertação”. Para Beisiegel (2010, p.81) “mesmo a partir de Pedagogia do Oprimido” era notável que havia “um esforço de reflexão sobre as implicações políticas e mesmo revolucionárias da pedagogia que vinha investigando e praticando”, surgindo temas que perpassam livros anteriores e que são centrais, tais sejam tanto como presentes neste livro, quanto em anteriores, pois os tratavam como temas essenciais, conforme o trecho:

A reflexão sobre as características da consciência, a crítica à educação domesticadora, a discussão sobre a natureza do homem e o processo de sua humanização, o exame das linhas mestras de uma pedagogia libertadora, o papel do diálogo como fundamento da educação enquanto prática da liberdade (Beisiegel, 2010, p.82).

Por conta de sua discussão sobre a “ação dialógica”, contribuiu para combater a opressão e buscou a consolidação de uma “educação como prática da liberdade”, de maneira não alienante e, portanto, transformadora. Assim, vai nos falar sobre duas modalidades de educação, consideradas também como questão a dualidade educacional, conforme podemos observar a seguir:

A concepção bancária da educação, comprometida com a manutenção da ordem social e instrumento da opressão; e a concepção problematizadora da educação, comprometida com a superação da contradição opressores-oprimidos. Reapareciam, uma vez mais, nessas modalidades de concepção educativa, aqueles mesmos temas já trabalhados nos escritos anteriores (Beisiegel, 2010, p.84-85).

O estudioso acrescenta que, sobre tais fatos, Paulo Freire, ao longo de sua trajetória, irá tratar sobre a conscientização e empoderamento dos oprimidos, de modo a questionar as estruturas de poder que perpetuam desigualdades, o que nos mostra que a educação também

deve ser um instrumento de transformação social, pois argumentou contra a visão tradicional da educação, a qual chamou de “educação bancária”, identificada como uma ideia de transferência de conhecimento de um detentor do saber (professor), para uma “tábua rasa” receptora do saber (aluno). Para ele era necessário, conhecer a bagagem de experiência do aluno, portanto conhecer e reconhecer o ponto de partida, e não deveria haver hierarquia entre aluno e professor pois deveria prevalecer o diálogo, para juntos construírem o conhecimento, desenvolvendo a autonomia e a liberdade de pensar criticamente. Portanto, o saber não é meramente transmitido, ele é construído coletivamente e deve ser capaz de despertar uma consciência crítica.

Seymour Papert (1928 - 2016), Pretória (África do Sul): pioneiro na inteligência artificial. Considera que a construção de conhecimento é maximizada quando a criança está engajada na produção ativa, no desenvolvimento de coisas no mundo. Impulsionou a ideia de ensino por desenvolvimento de projeto. “Papert foi aluno de Jean Piaget e se diz influenciado pelo construtivismo piagetiano” (Mota, 2014, p. 13). Em uma pedagogia do aprender-fazendo e da robótica educacional, “tornou-se mais conhecido pela defesa do uso de computadores na educação, e criou, na década de 1970, uma linguagem de programação para computadores denominada de Logo, para crianças, além de ser considerado um dos pioneiros da inteligência artificial” (Mota, 2014, p. 12). Assim, desenvolveu recursos materiais e tecnológicos, como o LOGO (robôs programáveis com aparência de uma tartaruga), além de introduzir o computador e sua lógica computacional na educação, visou promover uma aprendizagem autônoma e orientada pelos alunos, para desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e promover a melhor compreensão conceitual. “Criou o construcionismo que, em linhas gerais, pode-se dizer que possibilita ao educando construir o seu próprio conhecimento por intermédio de alguma ferramenta, neste caso, o computador” (Mota, 2014, p. 12). Portanto seria o patrono da teoria gnosiológica (origem/limites de um conhecimento qualquer) construcionista.

Mitchel Resnick (1956, EUA): cientista da computação, educador e autor americano; além de pesquisador do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e líder do grupo de pesquisa Lifelong Kindergarten, ajudou a popularizar a linguagem de programação para crianças e jovens e a promover um novo paradigma para a educação, que enfatiza a aprendizagem criativa baseada em projetos de maneira colaborativa. De acordo com Gottschalck (2023, p.5698), suas abordagens de aprendizagens foram denominadas, por ele mesmo, como “Lifelong Kindergarten”, tal que esta pode ser entendida como: “Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos”,

de modo que podemos observar a sua defesa de que “essa forma de aprendizagem é a que a atual sociedade demanda ao enfrentamento de suas constantes mudanças”. Através da iniciativa do seu grupo de pesquisa, surge o Scratch, que conforme Souza (2018) indica “é uma plataforma criada pelo Lifelong Kindergarten Group, pertencente ao Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT), de Boston, EUA. Utiliza-se da programação por blocos para criação de objetos virtuais” (Souza; Costa, 2018, p. 10). Além disso, trabalha no desenvolvimento da aprendizagem criativa da seguinte forma:

A abordagem de Mitchel Resnick (2020) visa ao desenvolvimento de indivíduos capazes de refletir seus desafios diários com criatividade, testagem e experimentação, de forma que tal processo seja prazeroso. Mitchel Resnick (2020) é o idealizador dos 4 Ps (*Projects, Peers, Passion and Play*) da aprendizagem criativa, de forma a disseminar a relevância de desenvolverem-se soluções de forma criativa, empregando-se teorias que prestigiam o “aprender fazendo”. Desse modo, a aprendizagem criativa, descrita por Resnick (2017b), baseia-se na concepção dos 4 Ps (Projetos, Pares, Paixão e Pensar brincando), que é desenvolver projetos em pares, com paixão e de forma lúdica (pensando o brincar). Logo, visa ao desenvolvimento de uma postura mais ativa e autônoma do aluno. (Gottschalck, 2023, p.5697)

Complementarmente, uma possível síntese conceitual do diálogo entre Seymour Papert e Mitchel Resnick, nos revelaria que o verdadeiro fio condutor da educação *maker*, deve residir na transição destas ideias destes autores, e dada a ideia de uma possível continuidade dos trabalhos, talvez possamos considerar como uma fusão entre o construcionismo e a aprendizagem criativa. Conforme Resnick(2020a) indica em seu livro, o processo criativo era pensado em função da espiral da aprendizagem criativa, um ciclo de cinco passos, que segue iniciando da seguinte forma: imaginar, criar, brincar, compartilhar, refletir... E, assim se reinicia o ciclo. Podemos destacar o vínculo existente entre estes autores, presente em uma entrevista concedida por Resnick (2020b), ao refletir sobre sua trajetória e identidade construcionista, ele destaca que sua principal influência seria proveniente do trabalho com Seymour Papert. Ressalta-se ainda que em sua essência o construcionismo irá residir na interação entre construir coisas no mundo e construir através de ideias que se iniciam na mente. Considerava-se que o verdadeiro processo educativo deve se basear no engajamento e no encantamento do aluno pelo conhecimento, e não na mera transmissão de explicações. Portanto, temos uma transferência do protagonismo pedagógico ao estudante. Ao se valorizar as paixões pessoais, respeita-se seus estilos cognitivos singulares. Além disso, a figura do erro é ressignificada como um processo

de depuração autoral, pois se afasta de uma reprodução mecânica, para se consolidar como uma verdadeira prática emancipatória, onde a tecnologia serve de suporte para que o discente possa projetar, testar e compartilhar seu percurso de desenvolvimento intelectual e/ou cognitivo.

Passado a perspectiva de educação significativa para o presente trabalho, cabe um breve resgate do que seria o maior movimento para promover mudanças no cenário da educação nacional, a Escola Nova. Para Machado (2024, p.34), os precursores que fundamentam a Educação Nova em John Dewey (1859–1952), embora existam outros citados em seu trabalho, seriam dentre eles: Jean-Jacques Rousseau (1712–1778), Johann Heinrich Pestalozzi (1746–1827), Friedrich Fröbel (1782–1852). O que nos ajuda a retomar um pouco o ponto de Basalla (2001) ao falar sobre as continuidades e descontinuidades, para alcançarmos o ponto de desenvolvimento em que nos encontramos hoje ou as possíveis revoluções ao longo do processo de desenvolvimento da educação. Saito (2013) vai abordar a “continuidade” e “descontinuidade” para nos falar sobre “o processo da construção do conhecimento científico na história da ciência”, segundo o autor, busca-se em seu trabalho abordar as relações entre a história da ciência, a epistemologia e o ensino de ciências, ressaltando que é necessária uma visão contextualizada e historicamente situada do conhecimento científico. Ressalta ainda que dentre as tendências epistemológicas mais mencionadas pelos pesquisadores em educação, seriam ideias de Gaston Bachelard (1884-1962), Karl R. Popper (1902-1994), Thomas S. Kuhn (1922-1996).

Ao trazer a discussão sobre as epistemologias de Bachelard (obstáculos epistemológicos) e Kuhn (mudanças de paradigma) que enfatizam as descontinuidades ou rupturas presentes no desenvolvimento científico, mas ressalta ainda que essas epistemologias também carregam pressupostos próprios de seu tempo histórico. Portanto, propõe uma visão menos linear, em um diálogo mais amplo, para melhor compreensão da natureza da ciência e assim, estimular uma visão mais crítica da ciência através da realização de uma maior contextualização histórica, portanto:

A noção de ruptura, certamente, desconstrói a ideia de acumulação de conhecimento. Todavia, não rompe necessariamente com as ideias de linearidade e progresso. Para que possamos compreender o desenvolvimento do conhecimento científico, devemos voltar o nosso olhar para o próprio processo de construção da ciência Saito (2013, p.191).

Desta maneira, se propõe uma abordagem historiográfica que articule a esfera

epistemológica, historiográfica e contextual, a fim de evitar narrativas transcendentais e/ou simplistas, para estar alinhado ao processo de construção contextualizado do conhecimento. Em meio a este cenário, conforme podemos observar existe uma passagem e transição com mudanças que se deslocam do construtivismo para o construcionismo. Portanto vale fazer algumas observações para melhor distinção entre estas ideias, que nos pautamos sobretudo nos escritos de Mota (2014). No Instrutivismo (séc. XIX) o conhecimento é transmitido do professor para o aluno por meio de instruções e atividades. Desta maneira o professor é o centro, o aluno um receptor passivo, o conteúdo é linear e sequencial, atividades de aprendizagem são estruturadas e direcionadas pelo professor (exposição, prática e repetição). Dentre seus pontos positivos podemos destacar: o foco em transmitir informações e conceitos ou conteúdos, de modo "eficaz" em termos de tempo e recursos, sendo adaptada a diferentes contextos educacionais. Dentre os pontos negativos: trata-se de uma abordagem passiva e muitas das vezes desinteressante para os alunos, pois se torna uma aprendizagem mecânica e superficial e acaba por não atender às necessidades de diferentes aprendizagens de alunos.

Passamos ao Construtivismo, criado no início do séc. XX, que se trata de uma teoria da aprendizagem onde o conhecimento é construído pelo indivíduo a partir de suas experiências e o professor pode ser um facilitador ao longo deste "processo de acomodação" durante a aprendizagem. Nele é considerado a importância do contexto e a ênfase no interesse e habilidade. Seu princípio determina que o conhecimento é construído pelo aluno, de modo dinâmico, através de suas experiências e interações com o mundo. Portanto, os professores devem criar experiências de aprendizagem que sejam significativas e envolventes e capazes de encorajar os alunos a se tornarem ativos no processo de aprendizagem.

Chegamos ao Construcionismo, já em meados para o final do séc. XX, é considerada uma abordagem pedagógica onde o conhecimento é construído pelo indivíduo a partir de suas experiências, através das práticas da aprendizagem. No Construcionismo ocorre uma ênfase na aprendizagem através do aprender fazendo, pois o processo de construir, maximiza a acomodação do conhecimento. Seu princípio nos diz que: a construção do conhecimento só é potencializada quando o estudante participa ativamente do processo de aprendizagem e tem a oportunidade de aprender a desenvolver algo, especialmente, através do seu próprio engajamento nas atividades. Assim, o aluno constrói o conhecimento no seu próprio ritmo. As ferramentas, como o computador por exemplo, podem facilitar e ampliar esse desenvolvimento. Isto significa que, os alunos aprendem melhor quando engajados a projetos que são significativos e práticos, ou ainda, nestas oportunidades onde ele pode explorar e descobrir novos conceitos e/ou ideias.

Frente ao exposto, no próximo capítulo adentraremos especificamente algumas considerações teóricas mais direcionadas à pesquisa que estamos propondo construir ao longo deste trabalho.

2.2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS DIRECIONADAS À PESQUISA

Como já destacado anteriormente, diante da ascensão dos FabLab, LabMaker, Sala Maker... ou seja, laboratórios de prototipagem em ambientes escolares, temos percebido que ao mesmo tempo que esta inovação chega às escolas, precisamos discutir a formação inicial e continuada do professor, tendo em vista que este é o principal ator que terá de pensar e planejar estratégias que envolvam estes espaços. Talvez possamos ter a aparente sensação de que ao mesmo tempo em que possivelmente no mundo ocorre um grande salto em inovação, seja através da conectividade, ou pela grande capacidade de armazenamento e processamento que temos hoje, especialmente com o uso de novas ferramentas que nos ajudam a lidar com a diversidade de possibilidades que a tecnologia oferece. A escola nos parece ser o espaço que precisa buscar corresponder às necessidades de formação cidadã para o mundo contemporâneo e que são urgentes, especialmente num cenário pós-pandemia de Covid-19, em que se teve que lidar com inúmeras restrições e a população no mundo passou por um longo período adverso. Felizmente, graças ao desenvolvimento da ciência e tecnologia e especialmente a comunicação global foi possível buscar e apresentar soluções criativas e inovadoras.

Segundo a ótica de Latour (2012), ao tratar sobre a modernidade surgem “misturas entre gêneros de seres completamente novos” (Latour, 2012, p.16), híbridos de natureza(não-humana) e cultura (humana), que sendo indissociáveis, gera uma espécie de “paradoxo dos modernos” (Latour, 2012, p.17) que talvez acabe por garantir a possibilidade de misturar-se sem tabus. Tal perspectiva nos faz parecer perceber que os artefatos, como ferramentas, evoluíram para protótipos que integram tecnologias mediadas pelos humanos ou assistiva, que espelha o desejo humano e as suas necessidades, para se hibridizar seja como autores, através de suas redes, ou pela simples conexão com seus artefatos não-humanos, mas que são conectados e ao mesmo tempo sendo multiplicados como “meio-objetos meio-sujeitos”, e que hoje consideramos como máquinas e sistemas e de fato integradas a nós por uma espécie de cultura tecnológica, ou variações e suas evoluções como a cultura *maker* ou as gerações de educação de dimensão algum xis ponto zero.

Podemos resgatar aqui o esforço coletivo da ciência realizado durante a pandemia para encontrar uma vacina eficaz. Naquele período em que nos pareceu que toda a ciência no mundo

não media esforços para trabalhar de maneira colaborativa e conectada para buscar caminhos e soluções possíveis para desenvolver e encontrar uma vacina eficaz. Conforme aponta a Agência Brasil, o primeiro sequenciamento genético do coronavírus na América Latina teria sido um destaque, já que “outros trabalhos semelhantes feitos ao redor do mundo têm levado, em média, 15 dias para obter o sequenciamento do vírus. Os pesquisadores brasileiros conseguiram disponibilizar os dados 48 horas após a confirmação do primeiro caso de coronavírus no país” (Mello, 2020), além disso, o trabalho teria sido desenvolvido pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL), que é um Laboratório Central de Saúde Pública, e nesta atividade contou com a parceria com a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade de Oxford, da Inglaterra. Além disso, para Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), reforçou seu compromisso histórico na oferta de orientações éticas sobre assuntos sensíveis, ao sinalizar que as vacinas contra a COVID-19 deveriam ser consideradas como bem público global, pois seria imperativo para conseguir assegurar um acesso pautado pela equidade e solidariedade internacional (UNESCO, 2021).

Nesse contexto, podemos citar ainda a iniciativa COVAX (COVID-19 *Vaccines Global Access*), coordenada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), se consolidou como um importante e provavelmente o principal mecanismo multilateral de cooperação, visando a distribuição justa de doses a países de diferentes níveis de renda (Brasil, 2021; ONU, 2021). De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), até o dia 28/06/2021, estariam incluídas neste consórcio seis opções de vacina (Brasil, 2021). Deste modo, podemos vincular a esta perspectiva de desenvolvimento uma possível articulação com a inteligência coletiva na perspectiva de Lévy (2007). Pois, “a inteligência coletiva, lembremos, é uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada e mobilizada em tempo real” (Lévy, 2007, p.30). Vale lembrar que para alcançar esta visão mais contemporânea, Lévy (1999) se propôs a discutir, anteriormente, que “o ciberespaço se constrói em sistema de sistemas, mas, por esse mesmo fato, é também o sistema do caos”, além disso para o autor havia uma “universalidade desprovida de significado central, esse sistema da desordem, essa transparência labiríntica” a qual denominou de “universal sem totalidade” a qual se constituía “a essência paradoxal da cibercultura” (Lévy, 1999, p.111). Desta forma podemos entender que em meio a esse turbilhão da cibercultura, surge um elemento novo que é esta inteligência coletiva, um resultado da mobilização coletiva das pessoas. Tais observações revelam que esta perspectiva pode ser considerada perfeitamente aplicada a comunidades *maker*, seja pela distribuição dos envolvidos no processo de desenvolvimento, ou pelos que estão compartilhando projetos, e que podem ser consideradas coordenadas em tempo real. Assim, ocorre uma democratização do

acesso à informação ou de projetos consolidados, que se dá através do compartilhamento de informações na internet ou redes de publicações dos saberes, são gerados novos conhecimentos.

Tais considerações e recordações, nos revelam que são etapas que constroem, em alguns casos, os grandes saltos que ocorrem na ciência. Além disso, os avanços da tecnologia levantam discussões sobre temas sensíveis, reforçando a necessidade do compromisso ético, para além do acesso e a equidade em situações adversas, para que possamos refletir sobre qual é ou será o mundo que desejamos. Assim, entendemos que, iniciativas *maker*, se forem capazes de manter redes de conhecimento e oportunidades de trocas podem além de trazer da inovação aos espaços escolares, trabalhadas de forma reflexiva, talvez venham a representar uma grande transformação nas comunidades locais e do entorno se forem pensadas como uma possibilidade que transborda a escola.

Conforme indicam, Menezes e Souza Junior, “a Educação Maker no Brasil tem ganhado força” e considera que durante seu trabalho de pesquisa no material disponível através da plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), onde localizou treze produções em seu mapeamento, e “foi possível perceber que a Educação Maker pode ser trabalhada como metodologia de Aprendizagem Baseadas em Projetos, Design Thinking e outras metodologias” (Menezes; Souza Junior, 2023, p. 1), conforme pode-se destacar:

As oito dissertações nos mostraram que a Educação Maker pode ser utilizada como uma metodologia aliada a aprendizagem baseada em projetos. A utilização da Educação Maker pelos professores pode possibilitar aos estudantes habilidades e competências como: curiosidade; pensamento crítico; cooperação; compartilhamento; autonomia e autoria, ou seja, a Educação Maker pode ser a transformação que a educação está buscando. (Menezes; Souza Junior, 2023, p. 9)

Desta forma, os autores destacam ainda que “na Educação Maker o professor assume o papel de mediador da aprendizagem auxiliando os estudantes a encontrarem as informações corretas, onde o professor pode avaliar o processo de construção do aprendizado e não apenas o produto terminado” (Menezes; Souza Junior, 2023, p. 4). Além disso, podemos notar que as metodologias ativas, ocupam um lugar de destaque, tendo em vista que quando são combinadas, transformam o processo educacional, colocando o aluno no centro do processo, como protagonistas de uma educação emancipatória focada na resolução de problemas reais de forma criativa. De modo que, estudantes e professores passam a lidar com o trabalho de conceitos na prática, com a possibilidade de experimentação ou experiências, construindo soluções de forma

criativa e inovadora.

Com isso, a busca de uma educação emancipatória, passa por desenvolver a autonomia, com uma formação crítica e que pode envolver todas as áreas do conhecimento, impulsionando uma nova cultura de aprendizagem e ensino, desenvolvendo sujeitos a partir de uma espécie de identidade *maker*. Entendemos que, esta, envolve se basear e partilhar certos ideais, ou ainda, uma espécie de cultura, com pilares como os de compartilhar, colaborar, incluir, democratizar e sempre aliada a capacidade criativa humana. Indica-se ainda que num dos trabalhos encontrou-se um panorama de estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, que foram baseados na perspectiva de Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire, que leva em conta a práxis educacional a partir de pensadores brasileiros.

Silva (2017) também percebeu uma parte considerável da influência e exposição de ideias de Freire na obra de Blikstein, visto que o termo FabLearn é baseado no trabalho do professor Paulo Blikstein, da Universidade de Stanford. Para Silva (2017) os dois autores (Álvaro Vieira Pinto e Paulo Freire), reforçam “[...] a necessidade de expandir e consolidar um pensamento latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade que visa o reconhecimento e resolução dos problemas autóctones, e também a concretude de tecnologias na sociedade (Silva, 2017 apud Menezes; Souza Junior, 2023, p. 11).

Além disso, um ponto interessante que também agrega bastante a esta seção seria uma das autoras que encontraram que buscou elementos da Educação Maker para promover uma educação emancipatória, apesar de considerar que seja algo ainda em construção, apresenta “um agrupamento dos elementos teóricos da Educação Maker em: Concepções Teóricas (construtivismo, construcionismo, pedagogia crítica e conhecimento); Aprendizagem (ambiente, recursos, aprendizagem e avaliação) e Pessoas (professor, aluno e comunidade)” (Soster, 2018 apud Menezes; Souza Junior, 2023, p. 11) e considera que ainda exista um longo caminho a ser percorrido. Conforme abordado anteriormente, questões como a pandemia podem ter gerado impactos que ainda estamos tendo que avaliar como superar.

Para que tenhamos uma melhor compreensão sobre as ideias de propostas que são aplicadas nestes Ambientes FabLabs/Maker, especialmente no que se considera como concepções teóricas, torna-se importante salientar a distinção ou transição entre o Construtivismo e o Construcionismo. Tal qual Papert realizou um tensionamento entre instrucionismo e construcionismo, como podemos notar no trecho:

Assim, a matemática de cozinha apresenta qualidade de encadeamento e continuidade que apresentei várias vezes como poderosamente condutora da aprendizagem. Essa integração esclarece muito bem o relacionamento entre a questão matemática do instrucionismo versus construcionismo e a questão epistemológica da ciência analítica versus bricolagem. Princípios analíticos como multiplicar 1 e $\frac{1}{2}$ por $\frac{2}{3}$ são rotineiramente ensinados via instrução direta em matemática. No entanto, a íntima associação da matemática de cozinha com a cozinha sugere que tal instrução não é natural, mesmo que seja possível, "ensinar" bricolagem matemática (ou qualquer outro tipo de bricolagem) como uma disciplina separada. O contexto natural para aprender seria pela participação em outras atividades e não pela matemática em si (Papert, 2008, p. 140).

Papert, considera que este ponto não está vinculado ao possível fracasso da escola, e sim da necessidade de se reconhecer que as pessoas criam por si próprias maneiras distintas de lidar com situações reais para resolver problemas. Assim, esta aprendizagem informal seria uma forma natural e muito rica, que necessitaria de um apoio diferente dos praticados pela escola daquele tempo. Reitera ainda sobre o termo cunhado por ele, que para muitos dos educadores ou psicólogos cognitivos, sua “palavra evocará o termo Construtivismo, cujo uso educacional contemporâneo em geral remete à concepção de Piaget que o conhecimento simplesmente não pode ser "transmitido" ou "transferido pronto" para outra pessoa” (Papert, 2008, p. 137).

De acordo com Santos, Oliveira e Junqueira (2015), Piaget “percebeu que o conhecimento se constrói na interação do sujeito com o meio em que ele vive” e seus estudos sobre a concepção construtivista destacou “as principais contribuições para os processos de ensino levando à conclusão de que as crianças têm papel ativo no aprendizado, e que devemos transferir o foco da escola para o aluno[...], destacando que o conhecimento é construído pelo próprio aprendiz e não pelo professor” (Santos; Oliveira; Junqueira, 2015, p. 5). Ainda conforme estes autores, “as ideias de Vygotsky sobre a Educação constituem-se em uma abordagem da transmissão cultural, tanto quanto do desenvolvimento humano, que não “desabrocha” por si só, mas é gerado e impulsionado pela aprendizagem” (Santos; Oliveira; Junqueira, 2015, p. 20) e consideram que “a criança se desenvolve, constitui suas capacidades, habilidades e aptidões humanas, porque aprende”, por fim, indicam que na Teoria de Vygotsky, “aprendizagem é diferente de desenvolvimento, ou seja, não possuem a mesma conotação, e é o que professores e educadores devem também ter entendimento para evitar possíveis equívocos em seus discursos e em suas práticas pedagógicas em sala de aula” (Santos; Oliveira; Junqueira, 2015, p. 21).

Desta forma reitera-se que o Construtivismo se concentra no papel do contexto para conectar as experiências e conhecimentos dos alunos ao novo conteúdo. Nele se fornece o cenário para as experiências e interações, essenciais para a aprendizagem e é esse contexto que vai ajudar a conectar as experiências aos conhecimentos prévios dos alunos, para então se alcançar o novo conteúdo que estão aprendendo. Assim, torna-se possível ajudar a orientar a aprendizagem dos alunos, fornecendo um objetivo ou propósito para aquilo que estiverem aprendendo. Já o Construcionismo, irá se concentrar no papel do contexto, para fornecer significado e envolvimento para a aprendizagem. Portanto visa o engajamento do aluno e, com isso, fornecer significado para a aprendizagem. O contexto ajuda a visualizar o valor do que aprendem e, como isso, são capazes de relacionar com suas vidas e, desta forma, irá ajudar a promover o envolvimento ativo no processo de aprendizagem, pois lhes oferece a oportunidade de diálogo, envolvendo o senso de pertencimento, a liberdade criativa e propósito para realizar algo significativo.

Dado o exposto, vamos retomar o ponto em que “o conceito de construcionismo desenvolvido por Seymour Papert e seus colegas do Grupo de Epistemologia e do MIT, foi influenciado pela fundamentação do construtivismo de Jean Piaget, no qual trabalharam junto entre 1958 a 1963 na Universidade de Genebra, na Suíça” (Elias; Lemos, 2024, p. 3). Desta forma podemos notar como houve um possível processo de continuidade no desenvolvimento do processo de construção. Ademais, considera-se que o legado das investigações conduzidas no MIT Media Lab sob a liderança de Papert, onde a equipe do instituto colaborou com a empresa dinamarquesa Lego no esforço de conceber um kit educacional que tornasse a engenharia, a programação e a robótica acessíveis e lúdicas. A inovação do conjunto residia na integração de blocos tradicionais de encaixe a motores, sensores e um módulo de controle programável central (conhecido como *brick*) culminou no desenvolvimento do Lego Mindstorms, lançado em 1998. Essa proposta revolucionária democratizou o aprendizado prático de robótica e, ao longo das décadas, o sistema evoluiu em novas versões e recursos tecnológicos. Em suma, embora as diretrizes teóricas de Papert tenham sido o alicerce do projeto, a sinergia institucional entre o MIT e a Lego foi o fator determinante para a materialização e o sucesso comercial desse ecossistema robótico.

Nesta perspectiva da robótica educacional, nos remete às influências da Quarta Revolução Industrial e, portanto, à educação 4.0 como observamos anteriormente. Com o efeito, podemos observar este movimento educacional como uma espécie de resposta ao surgimento de novas tecnologias como a impressão 3D, robótica, realidade virtual e aumentada, inteligência das coisas (Internet of Things - IoT) e a inteligência artificial. Além disso, se

vivemos em sociedade, embora ocorra de que nem toda a tecnologia seja popularmente acessível, muitas das vezes elas nos trazem impactos que podem ser positivos ou negativos. Vale acrescentar que não necessariamente a educação 4.0 deve ser considerada como um mero suporte para a Indústria 4.0 ou serve apenas a alguma revolução industrial. Para além disso, a escola possui um caráter reflexivo e capaz de libertar, transformar, desenvolver uma consciência crítica, acima de tudo, ela deve ser um instrumento de transformação social e que ajuda a superar as desigualdades.

Retomado o ponto das metodologias ativas, que dialogam com o processo de aprendizagem, temos uma perspectiva de interdisciplinaridade que se consolida através da abordagem STEAM. Trata-se de uma metodologia de ensino que busca integrar as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática para desenvolver habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas e estimular a criatividade, no intuito de promover uma aprendizagem mais completa e contextualizada. Além disso, utiliza-se da aprendizagem baseada em projetos, o Design Thinking (necessidade dos usuários), conta com o apoio dos profissionais de diferentes áreas, realizando atividades práticas de maneira integrada para a aplicação dos conhecimentos de modo criativo e inovador na resolução de problemas complexos.

Ao que parece, diante de tantos problemas recentes na história global, guerras, pandemia, diversos fenômenos climáticos, entre outros que precisamos de uma abordagem mais sistêmica, novas ferramentas surgem para ajudar a tratar a imensa quantidade de informações e dados que temos disponíveis hoje a ponto de o tratamento de dados ser uma das coisas mais apreciadas no momento. São tantas as novidades que parece haver a necessidade até de uma nova cultura, a mais presente hoje neste cenário é conhecida como cultura *maker*. Esta surge no contexto do pós-guerra (década de 50), que diante da escassez, estimulou a reutilização de recursos e materiais, gerando muitas adaptações criativas, através da prática de consertar, montar/modificar e personalizar coisas. Este movimento acompanhou o surgimento dos microcomputadores, na revista “Make” e através da Feira “Maker Faire”, é consolidado oficialmente o termo. Ao contextualizar o princípio *maker*, Pereira (2021) aponta que:

Quando, em 2013, é lançado por Mark Hatch, empreendedor norte-americano, o livro “The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers” (O Manifesto do Movimento Maker: Regras para Inovação no Novo Mundo dos Artesãos, Hackers e Reformadores), muito já era realizado. Na verdade, o “ser *maker*” é natural do ser humano, por suas características inventivas, inovadoras e criativas, como quando somos crianças e construímos nossos brinquedos

com caixas de papelão e fita adesiva, bem como quando criamos protótipos e maquetes para aulas e, até mesmo, em nossos trabalhos na fase adulta (Pereira, 2021, p. 4).

Desta forma Pereira (2021) apresenta um mapa mental elaborado com base no manifesto do movimento *maker* com 10 princípios, que seriam: permita-se, faça, compartilhe, presenteie, aprenda, equipe-se, divirta-se, participe, apoiar, mude.

No contexto da educação, essa cultura foi adaptada para o que chamamos “Educação Maker”, em que de acordo com Blikstein, Valente e Moura (2020, p. 523), apresentam uma compreensão de que tal perspectiva de educação deve transformadora, de tal forma que a inclusão da Educação Maker no currículo escolar seria algo indispensável, para que se democratize o acesso ou se permita criar condições para que todos os estudantes consigam correlacionar de forma consciente os conceitos ou teorias disciplinares envolvidas na fabricação de produtos ou projetos práticos em que estejam envolvidos. Desta forma podemos destacar uma discussão sobre o papel do professor, neste sentido estes autores trazem para o diálogo a seguinte questão:

O professor, para ser capaz de auxiliar o processo de construção de conhecimento a partir das atividades *maker* que o aluno realiza, deve ser preparado não só em matéria de conteúdo da disciplina que ministra e do uso das tecnologias disponíveis no Espaço Maker, mas sobre como integrar as atividades dos alunos com as disciplinas do currículo e como desafiar os alunos para que possam continuar a espiral crescente de aprendizagem [...] O professor, como principal agente da instituição escolar e da sala de aula, precisa ter consciência de que a prática docente, em geral, é pouco compromissada com a criação, uma vez que responde ao livro didático, ao currículo prescrito ou a qualquer coisa que não é aquilo que está ocorrendo naquele momento na sala de aula. Não que o docente deva abandonar tais referências ou o seu planejamento, mas as propostas guiadas e excessivamente “engessadas” de Educação Maker ainda são “muletas pedagógicas (Blikstein, Valente e Moura, 2020, p. 536-537)

Podemos considerar, que a Educação 4.0, e possivelmente suas derivações futuras, se trate de uma espécie de modelo inovador e visam a integração de tecnologias emergentes ao ensino, neste sentido, hoje se projeta como 4.0 ao buscar promover uma aprendizagem personalizada, flexível e voltada para o desenvolvimento de competências do século XXI. Pois podem ser consideradas como impulsionadas pela Quarta Revolução Industrial, e as tecnologias emergentes diretamente envolvidas com este momento histórico, ou seja, utilizando inteligência

artificial, big data, internet das coisas, ensino híbrido, metodologias ativas, gamificação e todo um movimento que transborda de modo a que alcança a sociedade, incluindo as comunidades escolares, pois os ambientes parecem cada vez mais conectados e acessíveis, ao alcance da palma da mão. Neste sentido, o papel do educador vive um momento de transição e enfrenta novos desafios e transformações nos métodos de ensino, exigindo a necessidade de capacitação contínua e habilidades pedagógicas para integrar as novas tecnologias à educação. Que por sua vez, apresenta desafios como a possível resistência dos professores às mudanças ou mesmo a falta de infraestrutura que atenda à demanda dos discentes. Portanto, destaca-se principalmente a necessidade de preparação constante dos educadores para as exigências pedagógicas atuais, sendo fundamental para garantir que o uso das ferramentas tecnológicas em sala de aula ocorra sob uma perspectiva crítica e criativa (Fonseca *et al.*, 2025).

Como já foram realizadas considerações sobre a BNCC, vamos trazer algumas observações sobre a perspectiva do novo Plano Nacional de Educação (PNE 2025–2035). Neste sentido vamos trazer alguns aspectos do Documento Diagnóstico da Educação Nacional (2025), onde na apresentação deste documento, o então Ministro da Educação afirma que:

O direito à educação como meio de acesso ao conhecimento, à cultura, à ciência e à tecnologia é parte inseparável de um processo de desenvolvimento sustentável que preserva a vida, gera crescimento econômico, distribui renda, promove desenvolvimento social e cultural, fortalece a democracia, a cidadania e a soberania do Brasil (Brasil, 2025, p. 14).

Tendo em vista que este se trata de um documento estratégico e tratado como uma base técnica, com vistas a consolidar o novo PNE 2025–2035, este relatório representa um panorama detalhado sobre os desafios enfrentados pelo sistema educacional brasileiro, neste sentido, cabe destacar capítulos que dialogam com este trabalho como: conectividade, educação para as tecnologias e cidadania digital (cap.7); acesso, permanência e conclusão na educação profissional e tecnológica (cap.11); qualidade da educação profissional e tecnológica (cap.12). Desta forma considera-se que a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) representa certo destaque, também onde se identificam questões como a seguinte:

Um dos problemas relacionados ao acesso à EPT é o desequilíbrio entre o perfil esperado no mercado e a oferta de cursos de EPT. Segundo o Mapa do Trabalho Industrial (Agência de Notícias da Indústria, 2023), até 2025, o Brasil precisará qualificar 9,6 milhões de pessoas em ocupações industriais, das quais 2 milhões em

formação inicial, para repor inativos e preencher novas vagas; e 7,6 milhões em formação continuada, para trabalhadores que precisam se atualizar. Isso significa que é fundamental que a EPT prepare os jovens para as novas tecnologias e habilidades necessárias para a Indústria 4.0 (Brasil, 2025, p.167)

Desta forma se identifica uma forte demanda neste setor, que chega à necessidade de alcançar a ordem de quase 10 milhões de pessoas que necessitam de qualificação para atuar no mercado de trabalho industrial. Neste sentido, se acrescenta-se ainda que:

O atual quadro de desalinhamento entre oferta e demanda de EPT mostra que somente 30% de matrículas nos cursos técnicos da área industrial atendem às demandas do mundo do trabalho nas áreas da Indústria 4.0, caracterizada pela integração de tecnologias digitais avançadas nos processos industriais. Esse é um cenário em que há oferta de trabalho, mas não há pessoas com perfis profissionais adequados para atender ao crescente uso empresarial de novas tecnologias (Brasil, 2025, p.179)

Portanto, trata-se de um déficit de qualificação profissional no Brasil que precisa acompanhar a velocidade de modernização do mercado, como o da Indústria 4.0, tendo em vista que isso afeta diretamente a capacidade produtiva do país, havendo a necessidade de se discutir uma possível defasagem nos currículos, considerando este desalinhamento que gera quase um abismo em relação às demandas de empregos qualificados em setores tecnológicos. Portanto, exige uma postura de reorganização no cenário da educação profissional e tecnológica, o que nos leva à próxima observação acerca da perspectiva de formação do professor. Neste sentido conforme podemos observar no trecho:

A qualificação dos professores, muitas vezes, não acompanha as demandas tecnológicas e metodológicas contemporâneas, especialmente em áreas tecnologicamente avançadas. Esta é uma das principais causas críticas da baixa qualidade daqueles cursos cuja aceleração das mudanças tecnológicas produz rápida obsolescência dos conhecimentos demandado pelo mercado de trabalho. A forma de contratação na área de formação profissional, nesse caso, pode exigir modelos mais flexíveis, em que a oferta de ensino pode acompanhar melhor as dinâmicas de transformação do mundo do trabalho. Os próprios docentes que atuam na formação técnica e tecnológica necessitam estar atualizados sobre o que ocorre na sua área de atuação profissional. Nesse ponto, o estreitamento do diálogo entre empresa e escola também se coloca como fundamental (Brasil, 2025, p.181)

Neste trecho temos um debate de complexidade maior, especialmente sobre a velocidade da evolução tecnológica em diálogo com a formação inicial e continuada do professor, gostaria de considerar que cada lugar possivelmente terá suas peculiaridades e muito embora possa e muitas das vezes pode ocorrer certa defasagem, da mesma forma podem e devem existir os que lidam com tecnologia de ponta e não podemos deixar de investir no desenvolvimento da ciência e tecnologia. Talvez a maior questão seria, como dimensionar e equacionar demandas ou necessidades de modo a estimular que possam ser realizados investimentos de forma estratégica ou direcionada, e para isso seria crucial o diálogo com os setores da indústria mais interessados. Já que algumas ideias dependem de uma maior contextualização para definir melhor os critérios daquilo que pode envolver algum grau de subjetividade. Mas, de fato, se faz importante que exista um canal aberto de comunicação entre os espaços de formação e os setores que absorvem os jovens no mercado de trabalho, especialmente no sentido de evitar o isolamento institucional e promover maior diálogo e promover maior integração ao desenvolvimento esperado, com pesquisa e tecnologias que apresentam maior transividade. Há de se entender melhor a que se propõe o que chamam de flexibilização com relação à forma de contratação, tendo em vista que para estruturar melhor o caminho para cooperação fosse o de estimular a formação continuada, de forma a garantir uma progressão mais estruturada, ainda que se considere aportar com menor burocracia profissionais especialistas e/ou com maior capacidade de cooperação, ou por fim, há de se buscar a melhor forma de equalizar este diálogo de modo que a escola não se perca do objetivo de uma formação crítica, reflexiva e cidadã.

Considero que ao longo da construção deste trabalho, especialmente neste ponto, é importante destacar um importante e grande ponto de discussão. Neste sentido, cabe trazer um texto da Coletânea Temática: Construindo o Futuro da Educação (Tendências e Desafios das Tecnologias Emergentes), que é disponibilizado pela CAPES (Repositório eduCAPES). Nesta produção, em seu volume 2, encontra-se um texto que o seu título, por si só, já nos chama a atenção: “Educação digital, professores analógicos: a falta de formação para os professores do ensino fundamental e médio na inserção das novas tecnologias na educação”, onde destaca-se o trecho:

Dessa maneira, a resistência dos professores na inserção das novas tecnologias na educação pode ser justificada por diversos motivos. Primeiramente, muitos professores foram formados em uma época em que as tecnologias digitais ainda não eram tão presentes no cotidiano das pessoas, o que pode gerar desconforto e insegurança ao lidar com novas ferramentas tecnológicas. Além disso, a falta de acesso a capacitações e treinamentos adequados para o uso dessas tecnologias também

pode contribuir para a resistência dos professores. Outro aspecto a ser considerado é a sobrecarga de trabalho dos professores, que muitas vezes já enfrentam uma carga horária extensa e diversas demandas pedagógicas. A inserção de novas tecnologias na prática docente pode ser percebida como mais uma tarefa a ser cumprida, o que pode gerar resistência por parte dos professores. Além disso, a falta de infraestrutura adequada nas escolas, como falta de computadores, internet de qualidade e suporte técnico, pode dificultar a incorporação das tecnologias no ambiente escolar, tornando mais difícil a adaptação dos professores. Por fim, a resistência dos professores também pode estar relacionada a questões de resistência à mudança, com alguns professores temendo que as novas tecnologias possam substituí-los ou alterar a forma como exercem sua profissão. (Freires *et al.*, 2024, p.164)

Conforme destaca o trecho, as novas tecnologias parecem provocar certa resistência dos professores e possivelmente não seja algo simples de se resolver, especialmente se considerarmos a possível sobrecarga de trabalho dos professores que geram implicações ligadas até mesmo às condições de saúde do professor, como a síndrome de Burnout por exemplo. Assim, diante de suas rotinas saturadas por burocracias, a percepção entorno de uma introdução da tecnologia, poderia ser vista apenas como mais uma geração de novas demandas por trabalhos e não como uma ferramenta que pode ser facilitadora ou até mesmo que diante dos grandes avanços tecnológicos, seu trabalho possa ser substituído pela tecnologia.

Apesar dessas fragilidades, devemos buscar por formas de equalizar ou mitigar tais questões, sobretudo a fim de evitar a subutilização de recursos públicos diante do contraste que possa ser observar outras escolas que hoje apresentam ainda uma infraestrutura precarizada. Portanto, trata-se de um diálogo que vai muito além de uma espécie de desconexão pedagógica ou geracional, como sugere de forma muito criativa e interessante o título do texto.

CAPÍTULO III

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, apresentou-se como objetivo investigar a integração dos princípios da abordagem *maker* atrelados ao exercício da atividade docente. Mediante ao processo de implementação da cultura *maker* e como essa abordagem se insere na educação brasileira ou afeta a docência. Neste sentido, apresenta-se a necessidade de discutir uma possível carência de ações voltadas à formação docente. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, realizada através de uma pesquisa-ação, que envolve uma atividade de extensão, onde ocorre uma análise da percepção dos professores envolvidos, através de um Forms onde os participantes podem contribuir indicando significados/percepções subjetivas e, também, podem avaliar a extensão.

Busca-se verificar como ocorre o processo de implementação das novas tendências em educação tecnológica ou qual é a compreensão atual na perspectiva de formação do professor para estas atividades. Pretende-se realizar algumas considerações, antes de melhor justificar as estratégias de abordagem metodológica utilizadas neste trabalho. Conforme nos apresenta André (2013, p.96), nas décadas de 60 e 70, os estudos de caso em educação apareciam, “com um sentido muito limitado” nos manuais de metodologia de pesquisa. Durante os anos 90, o estudo de caso, no contexto de uma abordagem qualitativa, aparece com um sentido mais abrangente, de “focalizar um fenômeno particular, levando em conta seu contexto e suas múltiplas dimensões. Além disso, valoriza-se o aspecto unitário, mas ressalta-se a necessidade da análise situada e em profundidade” (André, 2013, p.96). O que nos leva a crer que é uma abordagem que ainda encontra-se em desenvolvimento, portanto, seguindo reflexões ao longo do tempo passa a se estruturar melhor para se consolidar melhor no cenário da pesquisa científica. Para uma breve definição inicial, podemos observar o seguinte recorte de um livro sobre pesquisa:

[..]a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 2011, p.20).

Antes de dar continuidade, cabe acrescentar que para este trabalho visamos pensar ou discutir ideias ou estratégias que possam estimular a melhoria na qualidade da educação e o desenvolvimento profissional docente. Sendo assim, dentre as propostas apresentadas, passa-se

pela possibilidade de se discutir a formação inicial e continuada do professor, pois este é um aspecto precípua para promover o desenvolvimento na formação profissional docente. Destaque para este ponto de discussão, temos através do Conselho Nacional de Educação (CNE), dois momentos. O primeiro, quando instituiu a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), através da Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 e na Resolução CNE/CP Nº 1, de 27 de outubro de 2020. E um segundo momento, quando instituiu a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada), esta última, ressalta considerar que no “§ 1º do art. 62 da LDB define que a União, o Distrito Federal, os Estados e os Municípios, em regime de colaboração, deverão promover a formação inicial, a continuada e a capacitação dos profissionais de magistério”.

Além disso, recentemente foi aprovado o Projeto de Lei (PL) 41/2025 para a criação da Carteira Nacional de Docente no Brasil (CNDDB), trata-se de um documento oficial de identificação profissional instituído pela Lei nº 15.202/2025, que se propõe ao fortalecimento da carreira docente e encontra-se vinculado ao programa Mais Professores para o Brasil (Brasil, 2025). Tais iniciativas, demonstram encaminhamentos essenciais para a profissionalização docente, mais do que isso, temos em pouco tempo, uma grande quantidade de fatores que passam a delinear o início de uma jornada no sentido de se consolidar um novo modelo de educação, que é perpassado por diversas iniciativas FabLabs na tentativa de se aproximar da realidade tecnológica contemporânea. Neste sentido, conforme observamos anteriormente, também é uma questão perpassa o Documento Diagnóstico da Educação Nacional (2025) e reverbera no PNE 2025–2035 na forma de um de seus eixos de prioridades do Plano, que visa a valorização dos profissionais da Educação, com o propósito de fortalecer políticas de formação, reconhecimento e condições de trabalho para os profissionais da educação.

Assim, sem querer causar prejuízo ao leitor ou a estrutura do trabalho, considerando o caráter procedimental, como algo vinculado à realidade, especialmente no universo de planejamento, se optou por acrescentar observações que podem ser consideradas como componentes do universo prático a esta seção. Passado esta breve comentário, voltamos a uma busca sobre procedimentos a serem realizados, Candito (2024, p.10) vai nos dizer que a pesquisa-ação “possibilita uma análise detalhada das práticas pedagógicas atuais, identificando áreas que necessitam de melhorias ou atualização”, sendo assim, considera que na gênese do processo de pesquisa-ação seria crucial a “implementação de formações que promovam um desenvolvimento profissional relevante”, assegurando-se de que a concretização de tais formações não sejam meramente teóricas, ou seja, também deveriam ser “práticas e

diretamente aplicáveis no contexto educacional cotidiano”. Pode-se destacar ainda que:

A formação de professores e a profissão docente emergem como temas centrais no campo da educação. Nóvoa (1992) sustenta a importância de compreender a evolução do papel do educador e os desafios enfrentados em sua formação. Nesse contexto, Libâneo (2004) sugere que a formação continuada ocorra na sede da escola chamada de formação em serviço ou formação no chão da escola, uma vez que entende essa ação como essencial para a efetivação das práticas pedagógicas. O referido autor, também complementa que os momentos de estudo devem proporcionar aos professores oportunidades de reflexão sobre suas práticas, experimentação de novas abordagens e colaboração com seus pares, fortalecendo a efetivação das práticas pedagógicas. Destaca ainda, a importância da gestão escolar na promoção de um ambiente propício para a formação continuada (Candito *et al.*, 2024, p.2).

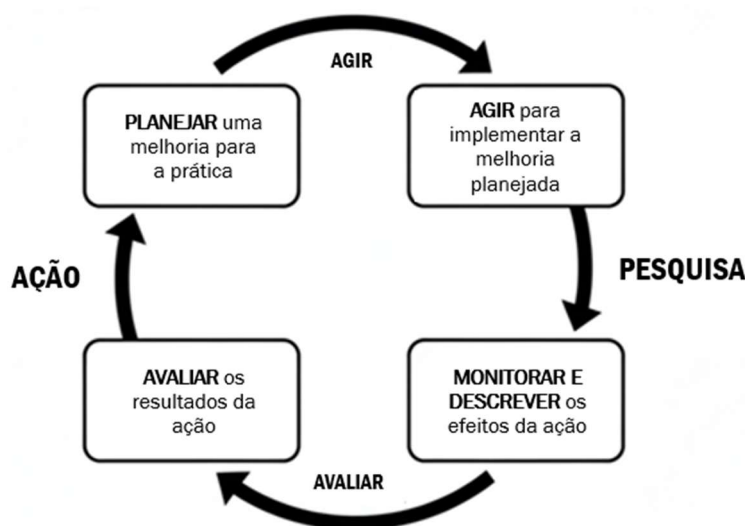
Sem querer afetar um possível ordenamento cronológico acerca do tema, podemos fazer o recorte apontado por Brandão (2003 apud Borba, 2004, p.3), que nos indica que por volta da década de 80, já existiam variações de denominações e tendências no modo de fazer uma pesquisa (pesquisa participante e pesquisa-ação), neste sentido estariam definidos “três compromissos fundamentais: ser uma pesquisa atuante com impacto no mundo social pesquisado, envolver o grupo pesquisado na investigação desenvolvida e dar retorno ao grupo pesquisado”. Porém, Borba (2004), ressalta que há de se distinguir cooperação de colaboração. Assim, o ato de colaborar, presume que se dá por livre e espontânea vontade, ou seja, uma atividade voluntária genuína, enquanto que cooperar traz um tom pejorativo e que não reconhece ou possibilita uma participação ativa dos atores que estão diretamente envolvidos com a pesquisa realizada.

Portanto, a pesquisa colaborativa tem se destacado por se tratar de uma abordagem que altera a perspectiva de visão de poder, deslocando-se do modelo antidemocrático e comprovadamente ineficaz (*top-down* ou de cima para baixo), portanto, desloca-se de uma abordagem vertical e ultrapassada para alcançar um modelo que se preocupe com estratégias e práticas de perfil horizontal e, acima de tudo, democrático. Além disso, Baldino afirma que “a pesquisa-ação também foi voltada diretamente para a escola e teve grupos de pesquisa que se caracterizavam por este modo de fazer pesquisa em sala de aula” (Baldino, 1999 apud Borba, 2004, p.3). Talvez estejamos agora realizando um estudo de caso sobre utilidade e validade da pesquisa-ação ou que ambas possam ter um elo de ligação. Para isso vamos nos basear em dois artigos, o primeiro de Tripp (2005) que busca esclarecer o termo e discute a teoria e questões

sobre o método, como quem realiza uma introdução metodológica à pesquisa-ação.

Assim, após apresentar um breve histórico indicando Lewin (1946) como sendo “o primeiro a publicar um trabalho empregando o termo” ele indica que: “A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino” (Tripp, 2005, p.445). A seguir ele apresenta diagrama com um ciclo básico de quatro fases para uma investigação-ação em que: 1 – se planeja uma melhora da prática; 2 – age para implantar a melhora planejada; 3 – monitora e descreve os efeitos desta ação; 4 – avalia os resultados da ação. A seguir ele realiza uma tabela onde elencou características da pesquisa-ação, comparando 3 linhas distintas, a fim de demonstrar que “a pesquisa-ação requer ação tanto nas áreas da prática quanto da pesquisa, de modo que, em maior ou menor medida, terá características tanto da prática rotineira quanto da pesquisa científica” e a (Tripp, 2005, p.445). Além disso, afirma “que a pesquisa-ação tem sido um método participativo desde sua origem, mas há muitas visões e utilizações do termo participação” (Tripp, 2005, p.454), algo que citamos anteriormente, quando é possível haver situações *top-down*, por exemplo.

Figura 2: Diagrama de representação das quatro fases do ciclo básico de investigação-ação



Fonte: Adaptado de Tripp, 2005

Este autor, segue apresentando cinco modalidades de pesquisa e, neste ponto nos interessa observar o que chama de “dissertação de pesquisa-ação”, dizendo que na verdade existem duas metodologias que seriam “descritas e justificadas numa proposta de pesquisa-ação: os processos de pesquisa-ação a serem utilizados em campo e o método de estudo de caso (narrativo) que será empregado para contar a história do projeto e de seus resultados” e vai

além, indica que uma porção muito maior deve ser “mais metodológica do que substantiva, o que é o contrário de uma proposta de pesquisa tradicional”(Tripp, 2005, p.459). Daí a preocupação em estender um pouco mais este assunto, a fim de trazer luz a este ponto de discussão. Parafraseando o que o autor considera que deve ser possível pré-especificar o objetivo da pesquisa-ação, de um modo geral para esta pesquisa talvez fosse: “Diante da realidade dos FabLabs e da disponibilidade de certa variedade de recursos tecnológicos, como podemos melhorar essas práticas nestes espaços?”. O autor chega a tentar alternativas de reconhecer ou testar a eficácia da pesquisa-ação, mas ao final percebe que “não cabe muito fazer a pergunta geral: quão eficaz é a pesquisa ação?” e nota que faria mais sentido e seria mais interessante para os praticantes da pesquisa-ação uma outra abordagem, da seguinte forma: “a questão pertinente seria: o que tornará mais efetiva a minha pesquisa-ação?” (Tripp, 2005, p.462).

No segundo texto, de Teixeira e Neto (2017), o autor busca uma proposta de tipologia para Pesquisas de Natureza Interventiva (PNI), “seriam práticas que conjugam processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações que podem assumir natureza diversificada” sob o principal argumento de que o termo PNI “pode ser utilizado com vantagem para enquadrar uma multiplicidade de modalidades de pesquisa caracterizadas por articularem, de alguma forma, investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos” (Teixeira e Neto, 2017, p.1056). O autor, salienta o aspecto negativo que a palavra intervenção pode trazer no sentido de uma postura autoritária e não seria esta a conotação adequada e o termo poderia ter um “caráter positivo e altruísta, como no caso das intervenções cirúrgicas que livram pacientes de seus problemas de saúde [...] intervenções humanitárias que, se não resolvem, pelo menos, mitigam e aliviam a situação de sofrimento que afeta populações” afetadas pelos mais variados tipos de calamidade. No contexto educacional, o autor se diz alinhado com os autores: “Chizzotti (2006), Dionne (2007), Dubost (1987), e Thiollent (2011), autores que valorizam as Pesquisas de Natureza Interventiva como modalidades de investigação úteis para gerar conhecimentos, práticas alternativas/inovadoras e processos colaborativos”, de modo que usando de tal prática é possível realizar testes de “ideias e propostas curriculares, estratégias e recursos didáticos, desenvolver processos formativos, nos quais, os pesquisadores e demais sujeitos envolvidos, atuam na intenção de resolver questões práticas sem deixar de produzir conhecimento sistematizado”(Teixeira e Neto, 2017, p.1056).

O referido estudioso apresenta então um mosaico para as diferentes denominações de PNI, destacando que dentre as denominações apresentadas “o termo Pesquisa-Ação é de longe o mais empregado em nossas dissertações, teses, artigos, livros e outras publicações”, o que

também acontece, “nos trabalhos da área de Educação em Ciências em nosso país”, havendo ainda uma “verdadeira polissemia em torno da ideia” (Teixeira e Neto, 2017, p.1058) ou termo pesquisa-ação (PA). Além disso sinaliza que especialmente na América Latina tem sua importância atribuída aos “estilos participativos de investigação social encontrados nas ideias que sustentam a educação popular, a Teologia da Libertação e o trabalho de alguns grupos ligados a movimentos populares” (Teixeira e Neto, 2017, p.1059) contexto em que podemos encontrar nomes de grande relevância como os de Florestan Fernandes, Paulo Freire, Leonardo Boff, Orlando Fals Borda e outros. Vale destacar, de acordo com Neto e Streck (2019), o sociólogo Orlando Fals Borda foi “um dos mais importantes cientistas sociais latino-americanos” e contribuiu para a “formulação da chamada sociologia da libertação dos anos 1960-1970 da investigação-ação participativa (IAP), método pelo qual viria a ser conhecido por pesquisadores participativos em todo o mundo” (Neto e Streck, 2019, p.216).

De acordo com Teixeira e Neto (2017, p.1060) o processo articulado de disseminação das pesquisas de ação e investigação encontrou dificuldades, visto que o “conceito de pesquisa-ação representa um veio privilegiado para a discussão de um dos maiores impasses enfrentados pelos educadores: a relação entre teoria e prática” (Miranda; Resende, 2006 apud Teixeira e Neto, 2017, p.1060). O autor ressalta reconhecer que há “dificuldades e limitações inerentes à construção desses sistemas classificatórios”, e que não se pretende “desenvolver uma tipologia pronta e acabada”, defendemos existe a “necessidade de dissipar esse estado de confusão conceitual”, buscando uma maior “precisão no emprego de termos essenciais para a definição teórico-metodológica das pesquisas [...] especialmente nas pesquisas realizadas na área educacional” (Teixeira e Neto, 2017, p.1061). Portanto, além da pesquisa-ação, pode-se encontrar outras modalidades de PNI “nas pesquisas experimentais e quase-experimentais, nas pesquisas de aplicação e análise de processos didáticos, nas chamadas investigações do tipo pesquisa & desenvolvimento e, por fim, nas pesquisas realizadas pelos professores sobre a sua própria prática” (Teixeira e Neto, 2017, p.1061).

Conforme pode-se observar, fica claro que uma das principais características da PA, é a horizontalidade entre os atores envolvidos com a atividade. Deste modo, considera-se que não existe pesquisa-ação sem a devida participação coletiva. Dentre as características básicas destes tipos de projetos, vale destacar que: “Na pesquisa-ação não se trabalha sobre os outros, mas sim, com os outros; além de realizar a investigação de seu interesse, por vezes, centrada no monitoramento do processo, o pesquisador deve se concentrar nos interesses do grupo/coletividade” (Teixeira e Neto, 2017, p.1068). Para as etapas para formulação de projetos em pesquisa-ação, o autor estabelece um ciclo da seguinte forma: 1. Análise de delimitação da

situação inicial; 2. Delineamento da situação final, em função dos critérios de desejabilidade e de factibilidade; 3. Identificação dos problemas a serem resolvidos para permitir a passagem de 1 para 2; 4. Planejamento das ações correspondentes; 5. Execução e avaliação contínuas das ações (Thiollent, 2011 apud Teixeira e Neto, 2017, p.1066).

Dado o exposto buscando apresentar uma proposta de possível contribuição, especialmente se tratando de educação, vale abrir um parêntese para apoiar o autor em referendar que o termo “interventiva”, pode soar como a situação de alguém que busca se envolver de forma indevida. E que, portanto, considera-se a sugestão de que seria mais interessante se utilizar de palavras como influente (seguindo a tendência do nome influencers), como alguém que influencia ou articula determinada prática; ou participante interessado ou envolvido (como se fala no termo em inglês stakeholders), como um grupo de interesse ou até de estudos não formal; e por fim, como mediadora, no sentido de se tratar de intermediar ou realiza uma ponte, ou seja, uma mediação e/ou conciliação sobre um tema ou questão etc.

Por fim, chegamos a uma modalidade de pesquisa que nos interessa neste cenário e que talvez possa interessar por ter atravessamentos com a nossa abordagem que é a de Pesquisa & Desenvolvimento, ou em contexto internacional Research and Development que possui foco no desenvolvimento, descrição e análise de processos ou produtos em um contexto que apresenta uma natureza prática e a busca pela viabilização de soluções para o problema; a outra chamada de Design Science Research, esta modalidade pretende partir do entendimento acerca de um problema, realizar a construção e avaliação de artefatos ou situações que possam ser transformar em estados desejáveis ou melhores, seja em ambiente real ou não (Teixeira e Neto, 2017, p.1068).

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para a concepção do produto educacional, visto que a pesquisa é resultado de um programa de mestrado profissional, foi realizada uma articulação teórica entre os modelos de ensino e aprendizagem que revelam uma convergência entre a estruturação do conteúdo e a cognição do sujeito. Neste sentido, vamos ressaltar fundamental, nos ancorarmos na Teoria da Aprendizagem Significativa, formulada por David Ausubel (1918–2008), pois nela se estabelece que o conhecimento prévio é a variável isolada mais importante para a nova aprendizagem. Complementarmente à esta teoria pode-se adotar, Joseph D. Novak (1932–2023), que desenvolveu os Mapas Conceituais como ferramentas práticas para externalizar essa organização hierárquica e facilitar a integração substantiva de conceitos. Como estamos

tratando sobre a formação de professores, no campo metodológico e da formação profissional, a Engenharia Didática, proposta por Michèle Artigue (1946), oferece o rigor da experimentação para o desenho de situações de ensino, enquanto a Didática Profissional, sistematizada por Pierre Pastré (1935), pois esta foca no desenvolvimento de competências a partir da análise das situações de trabalho.

Ao observar a gênese da didática profissional, verifica-se que a análise do trabalho ocupa nela, desde o início, um lugar central. Isso se explica, em grande parte, pelas origens históricas dessa nova disciplina. Durante a primeira etapa de seu desenvolvimento, a formação profissional contínua elaborou, prática e teoricamente, uma engenharia de formação profundamente inovadora (Pastré, 2017, p.626).

Considero que uma das reflexões mais interessantes durante o período de minha especialização no CPIL, foi um texto sobre a Engenharia Didática e por isso trago comigo reflexões sobre a profissionalização docente. Assim, voltados para questões do ensino e sem perder de vista aspectos de formação profissional, em especial a formação docente, insere-se aqui também a perspectiva sobre a Engenharia Didática apresentada no trabalho de Almouloud e Coutinho (2008):

A Engenharia Didática, vista como metodologia de pesquisa, caracteriza-se, em primeiro lugar, por um esquema experimental baseado em "realizações didáticas" em sala de aula, isto é, na concepção, realização, observação e análise de sessões de ensino. Caracteriza-se também como pesquisa experimental pelo registro em que se situa e modo de validação que lhe são associados: a comparação entre análise a priori e análise a posteriori. Tal tipo de validação é uma das singularidades dessa metodologia, por ser feita internamente, sem a necessidade de aplicação de um pré-teste ou de um pós-teste (Almouloud; Coutinho, 2008, p. 65).

Desta forma, considera-se que talvez estejamos pensando um pouco além do que se propôs no trabalho de Almouloud e Coutinho (2008), para ingressar num processo prático de experimentação que vai além de estudar o processo de ensino e aprendizagem de um dado conceito ou da construção de uma sequência didática, pois o professor precisa pensar sobre como proporcionar ao aluno condições favoráveis à construção e compreensão de algum conceito, mas além disso ele precisa ser reflexivo e pensar sobre a sua própria prática. Neste sentido não é sobre se distanciar de um conceito ou definição, mas como podemos criar mais possibilidades criativas, dialógicas e colaborativas entre os pares. Talvez seja um grande

exercício que exige apoio e parceria, manter a resiliência, diante de toda distopia que temos de enfrentar, para não perdermos de foco a utopia que nos faz acreditar.

Além disso, entendemos que essas ideias funcionaram como o fio condutor para trazer uma proposta com contribuições significativas para o trabalho do professor, numa perspectiva que seja elaborada e organizada de forma que dialogue com a realidade do tipo de cenário encontrado no *makerspace*, e para que efetivamente seja possível dar maior visibilidade aos principais aspectos daquilo que se tem disponível, para que entendendo melhor sobre a singularidade de possibilidades, seja possível ajudar aos professores a se integrarem a partir do que se destaca no espaço e pensar melhor a dinâmica de suas práticas, como a metodologia da didática no ensino de matemática ou de ciências e seus respectivos projetos, ao utilizar este espaço. Assim, considerando ainda não se perder de vista o cenário de tendências nessa perspectiva de educação, inicialmente se pretendeu realizar 5 encontros, sempre com algum tempo livre ao final, com possibilidade de diálogo de forma horizontal, como uma roda de conversas sobre as possibilidades e como os professores consideram sobre o que foi apresentado no dia, da seguinte forma: no primeiro dia, seria a apresentação, introdução (maker, STEAM, metodologias, proposta); no segundo dia, Modelagem 3D Tinkercad; no terceiro dia, Impressão 3D (dicas de uso e manuseio etc.); no quarto dia, Blocos de códigos: Scratch + Modelagem 3D Tinkercad; e no quinto dia, uso de IA, discutir os possíveis impactos e encerramento.

Ao dialogar com a escola, tornou-se necessário adequar a proposta para três encontros, o que resultou em uma organização mais concisa, sem, contudo, comprometer a essência inicial da pesquisa, voltada à valorização e à visibilidade das possibilidades oferecidas pelo espaço. Neste sentido podemos enxergar algo parecido com modelos rotacionais, como a abordagem de Rotação por Estações, de modo que dentro do laboratório observa-se os equipamentos e se cria um ciclo formativo com vistas a buscar uma formação que viabilize a compreensão e uso dos materiais disponíveis. Nas experiências experienciada em laboratório, percebo que tal procedimento favorece possibilidades de troca entre os envolvidos com a atividade e que podem se identificar mais com algum equipamento, e eventualmente buscar conhecer mais sobre outros, conforme seu interesse ou necessidade, diante dos projetos em que estiverem envolvidos. Assim, é interessante que os professores interessados saibam um pouco mais sobre o universo de possibilidades e como podem organizar de forma colaborativa grupos mais interessados em cada ciclo das estações. Passamos agora ao que foi possível adaptar para uma proposta que aconteceria no prazo que seria possível, encaminhado as datas disponíveis pela escola para realização das atividades de extensão.

Tabela 3: Quadro descritivo da proposta realizada

Dias	Proposta
1	Apresentação, breve introdução (<i>maker</i> , STEAM, metodologias, proposta); Modelagem e Impressão 3D (Tinkercad com projetos 3D e a impressora 3D)
2	Blocos de códigos (Scratch, Tinkercad com codeblocks, noções sobre o fatiador/slicer da impressora 3D)
3	Outras possibilidades de formação: AVAMEC "Formação para Professores em Inteligência Artificial", discutir perspectiva ética e possíveis impactos desta tecnologia e encerramento com roda de conversas, dicas de feiras e eventos.

Fonte: elaborado pelo autor

Dado que havia a disponibilidades de apenas 3 dias, conforme se apresenta no quadro acima, ficou organizado da seguinte forma: primeiro encontro - Modelagem e Impressão 3D (Tinkercad, projetos 3D), nesta etapa realizou-se uma introdução à impressão 3D, com os tipos impressoras e possibilidades de impressão, e iniciou-se o uso da modelagem 3D no Tinkercad para gerar o arquivo (STL, por exemplo) que o fatiador da impressora vai receber, além de dicas de onde seria possível encontrar ideias que ajudem a desenvolver seu projeto. No, segundo encontro - Blocos de Código (Scratch, Tinkercad), foi a etapa onde realizou-se uma introdução aos Blocos de Código, onde usamos um "Um Gibi em Estilo Mangá" (UFSC, 2013) para criar um jogo na plataforma Scratch, e realizarmos a modelagem por Blocos de Código na plataforma do Tinkercad, ao final foi tratado sobre algumas dicas sobre a impressora 3D da Sala Maker e sobre o fatiador da fabricante para então ser gerada uma impressão a partir do arquivo (STL, por exemplo) para se gerar a impressão. E, no terceiro encontro - Inteligência Artificial, é a etapa em que realizada uma introdução com uma contextualização do momento que vivemos, onde podemos considerar que ocorre uma verdadeira efervescência da Inteligência Artificial (IA) em diversos aspectos de nosso cotidiano, seja em aplicativos de troca de mensagens, redes sociais ou em uma infinidade de sites da internet. Além disso, existem iniciativas do governo como o Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (PBIA) 2024–2028 e outras discussões como Marco Legal da Inteligência Artificial (PL 2338/2023). Além de apresentar algumas possibilidades de eventos de destaque como, Senac Rio Summit, Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro (FECTI⁵) ou RIW, mostrar que existem boas

⁵ Trata-se da maior feira de ciências voltada à educação básica do estado fluminense, anualmente realizada pela

possibilidades de formação em cursos no AVAMEC e introduzir o que a plataforma considera como "Formação para Professores em Inteligência Artificial" e comentários sobre atividades propostas pela plataforma, além de uma breve discussão sobre Diretrizes para o uso ético e responsável da Inteligência Artificial, e algumas interações em sites como o "Quick, Draw!", "Napkin AI", "Gemini", GPT e outros.

No próximo capítulo adentraremos nas especificidades do nosso Produto Educacional.

CAPÍTULO IV

O PRODUTO EDUCACIONAL

4.1 CURSO DE EXTENSÃO

Como produto educacional foi apresentado um curso de extensão que contemplou a modelagem e impressão 3D além de uma oficina de linguagem em blocos, onde foi possível realizar a modelagem 3D usando blocos sólidos em uma construção e na outra, na linguagem em blocos. Estas atividades foram realizadas em um ambiente/plataforma online. Conforme se indicou no quadro apresentado anteriormente, em que se apresentou uma extensão com 3 dias de atividades, onde ocorreram a seguinte sequência de temas: apresentação e breve introdução sobre a Cultura *Maker*, o STEAM, Modelagem 3D Tinkercad, no ambiente de projeto 3D, para conhecer as ferramentas e formas disponíveis para realizar sua construção, Impressão 3D, com dicas de uso e manuseio, tais como substituição do filamento, nivelamento da mesa, fatiamento, estratégias de posicionamento da peça; atividades com Blocos de códigos, usando o Scratch, para construir um jogo e o Tinkercad para modelar em 3D através da programação em blocos; o uso de IAs na educação, definição de algoritmo e o uso ético e responsável dos recursos, tempo livre para os professores dialogarem sobre projetos, com roda de conversas sobre o desenvolvimento de atividades, bem como tratar sobre alguns eventos relacionados, como feiras ou *hackathons* e demais possibilidades diante do que os professores trouxeram de tema para dialogar. Além disso, o produto educacional inspirado na extensão aplicada, estará em anexo ao final do trabalho.

4.2 A COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados relacionados ao que conduz ao nosso Produto Educacional, utilizamos o diário de campo do professor/pesquisador, possíveis registros de atividades realizadas durante o curso de extensão e demais atividades realizadas na escola com os professores participantes. Como anteriormente mencionado, trata-se de uma E>Tec, onde destacamos que possui uma infraestrutura necessária e compatível com as atividades deste trabalho, a saber: acesso à Internet, projetores interativos, nas salas de aula; sala *maker* com Chromebooks – Multilaser M11C-PC914; impressora 3D – Creality Ender 3 v.2 ; scanner 3D – CR-Scan 01 - CRS1; computador para edição de mídias; Playstation 5 com 2 controles e óculos VR Headset; Kits de robótica (Lego Education 45560 de 853 peças e MindStorms 5 in 1- 6251945); televisão de 65 polegadas; óculos de realidade virtual Meta Quest 2; cenário fotográfico com câmera profissional; canetas 3D / 3D Pen – P62-2; CNC Laser FDA (não instalada). Sendo assim, considera-se que a partir dos Modelos de Espaços Maker, apresentados

por Silva (2023, p.3), podemos ter uma aproximação do conceito aplicado na unidade escolar, para ajudar ao leitor, para que possa visualizar além de sua configuração ou layout do espaço, mas também todo o trabalho de concepção do espaço e que podemos conferir, através do Modelo Espaço Maker 1 - Sala Maker integrada com Espaço de Audiovisual, conforme na figura a seguir:

Figura 3: Modelo Espaço Maker 1 - Sala Maker integrada com Espaço de Audiovisual



Fonte: Silva, 2023, p.3

Pudemos ter tal noção antecipada do conceito adotado aqui, por conta da oportunidade do primeiro contato com a escola, tendo em vista que já possuía convênio com a UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, de modo que este fato, viabilizou a pesquisa. Desde o início do processo pude contar com a grata surpresa de poder contar especialmente com um colega de turma do programa de Pós-Graduação, que também é professor da escola, e me ajudou a realizar o encaminhamento, conhecer a escola e especialmente em conhecer os professores e falar sobre a proposta. De início, observamos que houve boa receptividade da comunidade envolvida, além da constatação de que existia uma demanda dos professores por uma melhor oferta de formação continuada e consequentemente, ter uma melhor compreensão do espaço de modo a promover maior amplitude e variedade dentro do cenário da escola, incluindo o acesso e uso do espaço de modo consciente das possibilidades e potencialidade que este pode oferecer a todos os que ali estão envolvidos e que pertencem ao chão da escola. Ou seja, de certo modo, apesar da infraestrutura, nos deparamos com uma aparente insuficiência nas atividades de formação continuada e/ou que fossem mais adequadas ou compatíveis com a necessidade ou demanda da escola, ou ainda que de algum modo estas iniciativas poderiam não ter sido direcionadas de maneira que pudesse se buscar ou viabilizar o maior alcance possível

de professores que estão envolvidos com esta perspectiva.

De acordo com Silva (2023, p.4), ao descrever as entregas parciais da Rede de Espaços Maker em Escolas Públicas Estaduais no Rio de Janeiro, indica que foram realizados 10 passos de implantação em 2022, entre eles: o projeto de criação dos Espaços Makers nas Unidades Escolares (UEs); o projeto de criação dos Espaços Makers nas Unidades Escolares (UEs) voltados aos professores; Suporte técnico pedagógico do processo de implementação dos equipamentos tecnológicos; Gerenciamento do parque de conectividade nas Escolas e Projeto Federal Educação Conectada, visando a universalização do acesso à internet de alta velocidade; 24 das 50 Escolas de Novas Tecnologias e Oportunidades na Rede Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro, com os espaços de tecnologia educacional; 300 salas interativas; 35 Espaços Makers e de produção audiovisual; Seminário Compartilhando Saberes em Tecnologia Educacionais, em todas as 15 Regionais Metropolitanas do Estado, compartilhamento de experiências dos componentes curriculares entre os professores; a 1ª versão da Trilha de Aprendizagem Ger@ção Digit@l do Itinerário Formativo Integração de Áreas das E-TECs, disponíveis nas 2ª e 3ª séries do Ensino Médio; Desenvolvimento de repositório com aulas modelos transdisciplinares com foco na relação das tecnologias no mundo contemporâneo, descrição bem detalhada.

Desta forma foi possível que obtivéssemos um panorama de como foi realizada a iniciativa pública sobre a idealização e consolidação do espaço e qual o tipo de laboratório foi utilizado nesta atividade. Considera-se que as visitas realizadas para conhecer a escola combinar sobre as atividades foram boas oportunidades de pensar sobre as melhores oportunidades de contribuição através da atividade de extensão, onde houvesse maiores possibilidades da ampla participação dos interessados na atividade de formação, de modo que cada um pudesse participar de forma individual ou aos pares.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados se deu conforme o desenvolver das atividades de extensão, buscando entender através da experiência a compreensão dos significados e quais seriam as questões subjetivas envolvidas ao longo deste percurso. Diante da realização das atividades, serão apresentadas observações que foram realizadas ao longo da atividade. Porém, antes disso, vale destacar aspectos que dialogam com as recentes políticas públicas implantadas no Brasil, para realizarmos uma análise prévia. Por conta da unidade escolar, compor o sistema de ensino Estadual/RJ e tal esfera governamental estar mais vinculada ao Ensino Médio, voltamos nossas

observações na ordem das políticas públicas. Dentre as quais podemos destacar a Reforma do Ensino Médio, Lei nº 13.415/2017 e Lei nº 14.945/2024, onde acontece a normatização e reestruturação desta etapa de ensino, criando a Política Nacional de Ensino Médio. Durante este processo de mudanças planejadas, houve uma previsão inicial de implantação gradual a partir de 2022 e a partir de uma parcial revogação que retoma componentes curriculares obrigatórios numa perspectiva de formação integral, esta também irá determinar que o Novo Ensino Médio dos sistemas de ensino devam dar início à implementação “a partir de 2025, para os estudantes da primeira série do ensino médio. Em 2026, as regras começarão a valer também para a segunda série e, em 2027” (Brasil, 2024). A Política Nacional de Ensino Médio visa "tornar a educação mais relevante e atrativa para os jovens, assim como reduzir a evasão escolar", dentre as principais mudanças destaca-se “o aumento da carga horária destinada à formação geral básica; a definição dos itinerários formativos, conectados às áreas do conhecimento; e a valorização do ensino profissional e tecnológico integrado ao ensino médio” (Brasil, 2024). A ampliação da Formação Geral Básica realizada foi de 1.800 para 2.400 horas

Vamos observar alguns aspectos definidos na LDB que versem sobre as alterações apresentadas pela reforma e/ou pontos que mais se conectam com este trabalho. Neste sentido, no CAPÍTULO II DA EDUCAÇÃO BÁSICA, Seção I, Das Disposições Gerais, o Art. 26 indica que “os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos”(Lei nº 12.796/2013), vai estabelecer no Parágrafo 11 o seguinte: “A educação digital, com foco no letramento digital e no ensino de computação, programação, robótica e outras competências digitais, será componente curricular do ensino fundamental e do ensino médio” (Lei nº 14.533/2023). Mostrando assim, que todo este movimento no entorno das iniciativas *maker* e/ou FabLabs, hoje crescem tanto, também por existir uma determinação legal que as impulsionam. No mesmo Artigo 26, a Parágrafo anterior (10) diz que “a inclusão de novos componentes curriculares de caráter obrigatório na Base Nacional Comum Curricular dependerá de aprovação do Conselho Nacional de Educação (CNE) e de homologação pelo Ministro de Estado da Educação” (Lei nº 13.415/2017); portanto este seria o caminho para trazer inovações de grande importância e relevância no campo curricular obrigatório.

Ainda no CAPÍTULO II DA EDUCAÇÃO BÁSICA, um outro aspecto de inovação que podemos observar seria através da Seção IV, Do Ensino Médio, § 6º A oferta de formação técnica e profissional poderá ser realizada mediante convênios ou outras formas de parceria

entre as secretarias de educação e as instituições credenciadas de educação profissional, preferencialmente públicas, observados os limites estabelecidos na legislação, e considerará: (Lei nº 14.945/2024), “I - a inclusão de vivências práticas de trabalho no setor produtivo ou em ambientes de simulação, estabelecendo parcerias e fazendo uso, quando aplicável, de instrumentos estabelecidos pela legislação sobre aprendizagem profissional”(Lei nº 13.415/2017). Deste modo podem ser estabelecidas parcerias para formação profissional através de atividades práticas do mundo do trabalho que poderiam ser realizadas também através de ambientes de simulação.

Outro ponto importante, podemos observar no TÍTULO IV, Da Organização da Educação Nacional, em seu Art. 14-A. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios adotarão, como princípios de gestão de suas redes de ensino, a transparência e o acesso à informação, devendo disponibilizar ao público, em meio eletrônico, informações acessíveis referentes a: (Lei nº 15.001, de 2024) VII – pautas e atas das reuniões do Conselho Nacional de Educação e dos conselhos de educação dos Estados e do Distrito Federal (Lei nº 15.001, de 2024). O que nos leva a observar que todo esse movimento que envolve a política nacional, impacta em outros sistemas de educação e ensino, e que a oportunidade de acesso público por meio eletrônico ajuda a universalizar o acesso, dada sua facilidade e agilidade, e fortalece a democracia oportunizando um mecanismo de grande importância para o exercício da cidadania plena. Deste modo foi possível localizar a Deliberação CEE-RJ n. 394/2019 Art. 14. Os itinerários formativos deverão ser organizados pelas redes e instituições de ensino, considerando

II - Matemática e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, funcionais e não-lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, robótica, automação, inteligência artificial, programação, jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (CEE n.394, 2021, p.8)

Conforme pudemos notar, na visão do Governo Estadual, fica indicado que a Matemática e suas tecnologias possuam maior vínculo com modelos educacionais que usam como suporte as tecnologias digitais, tais como robótica, programação, automação, inteligência artificial, jogos digitais e outras atividades do gênero. Ao mesmo tempo, nota-se que em uma

perspectiva STEAM, por definição, seria uma abordagem educacional transdisciplinar. Portanto, existe uma intencionalidade de integração dos componentes de seu acrônimo, a saber: Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. De fato, a Matemática é um suporte muito consistente que possui uma grande quantidade de ferramentas disponíveis que ajudam no desenvolvimento de diversas áreas, como a própria Ciência ou a Engenharia etc. Assim, apesar de uma aparente visão limitada apresentada pelo CEE, considera-se que encontra-se dentro do jogo democrático que as escolas tenham alguma autonomia e busquem de alguma maneira formas de consolidar uma visão de maior amplitude e que não se ausente de fomentar a criatividade e possam contextualizar a riqueza e a diversidade de oportunidades que tais espaços FabLabs podem oferecer a uma Educação Maker, especialmente pela riqueza de oportunidades que podem proporcionar, com vistas a consolidar o protagonismo do aluno em seu processo de letramento digital, computacional, tecnológico e científico.

Considerando-se ainda uma possível projeção no âmbito da Educação, no final do ano passado, foi lançado no Brasil, através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), o relatório do Education at a Glance (EaG) 2025. De acordo com o Inep (2025), este documento proporciona uma “visão geral dos sistemas educacionais dos países da OCDE e parceiros, conta com o Inep na produção e no tratamento dos dados brasileiros”, trata-se, portanto, de uma publicação internacional que é considerada das “mais abrangentes e relevantes”, pois “possibilita acompanhar a dinâmica dos sistemas nacionais de educação em perspectiva internacional comparada”, além de ser considerado “uma ferramenta útil para a formulação de políticas públicas com base em evidências”. De acordo com este documento da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)

Para atender às demandas em constante evolução do mercado de trabalho e à necessidade de novas habilidades, os países da OCDE têm implementado ativamente políticas para incentivar os indivíduos a permanecerem no sistema educacional e alcançarem níveis mais elevados de escolaridade. Esses esforços tornaram-se cada vez mais importantes no contexto da digitalização e da crescente integração da inteligência artificial (IA) no ambiente de trabalho. Análises recentes da OCDE ressaltam a importância de alinhar os sistemas de educação e treinamento às necessidades emergentes de habilidades, particularmente fortalecendo o acesso a oportunidades de aprendizagem de alta qualidade ao longo da vida das pessoas. Nesse contexto, o ensino médio e o ensino superior desempenham um papel fundamental ao equipar os alunos com as competências necessárias para interagir com tecnologias impulsionadas por IA e permanecerem resilientes em um mercado de trabalho cada

vez mais dinâmico. (OECD, 2025, p. 53, tradução nossa)

Diante de tais perspectivas que envolvem o cenário da educação, apresentadas aqui para melhor contextualizar o cenário que envolve as possíveis preocupações do professor, é que podemos pensar com maior profundidade sobre a melhoria da qualidade de formação dos professores. Neste sentido, os recortes aqui apresentados são para reiterar a necessidade de reflexão sobre nossas práticas como professor, no sentido freireano de um ciclo de ação-reflexão-ação, a fim de que possamos buscar e encontrar a verdadeira práxis.

Assim, considerando que já foram devidamente apresentadas contextualizações sobre a educação científica e tecnológica, com foco especialmente nos Espaços Maker, passamos a apresentar um pouco do perfil docente. Inicialmente vale destacar que foram 11 docentes participantes de forma efetiva, com 3 eventuais ouvintes, considerando assim os 3 dias de formação, onde a frequência média aproximada foi de 9 participantes efetivos por dia. Em geral, os encontros de formação eram pensados para durar cerca de duas horas, para não se tornar exaustiva, onde ao final se perguntava sobre o que acharam do dia, se falava o que seria proposto para o próximo encontro, onde alguns aproveitavam um pouco mais da disponibilidade extra, para conversar um pouco mais sobre o que se discutiu no dia ou questões que se relacionavam. O grupo de participantes pode ser considerado muito diverso e variado, quanto ao tempo de carreira docente e em sua maioria atuam em mais de uma instituição educacional. Quanto a área de formação, apesar de bem variado destaca-se a área de ciências e que em sua grande maioria ou quase todos atuam somente no Ensino Médio, em sua maioria possuem apenas a graduação.

Conforme observa-se ao longo do trabalho, é uma questão que foi detectada, mesmo numa oportunidade anterior, quando atuava junto a um Projeto da Faperj, que os professores se queixam da insuficiência em atividades de formação continuada. Por isso, tendo em vista que que a indicação da orientação sugeriu a realização de uma atividade de extensão, considere que seria algo relevante e significativo, justamente por já ter alguma experiência prévia e por entender que seria possível que fosse se repetir a questão em pensar sobre as melhores oportunidades de formação continuada para professores que necessitam se integrar a uma nova perspectiva de desenvolvimento do seu trabalho, pensando sobre a sua prática, no sentido de promover a maior qualidade na atuação docente integrada ao uso das tecnologias disponíveis em Espaços Maker.

Dentro do ciclo de planejamento das atividades, por ter maior contato e alguma experiência prévia, imaginei que se fazia necessário conhecer melhor o espaço para direcionar atividades que fossem mais condizentes e coerentes com o espaço e a variedade de

oportunidades tecnológicas disponíveis naquele Espaço Maker. Tendo em vista que, através da expertise adquirida até aqui, entende-se que cada Espaço Maker pode ter uma espécie de identidade que lhe é peculiar, seja pela singularidade da variedade de equipamentos disponíveis ou pela forma como a comunidade se apropria deste espaço. Em particular, se estruturou mais pela disponibilidade de equipamentos, tendo em vista a oferecer a melhor experiência docente de interação com equipamentos disponíveis no laboratório e atender uma demanda especial sobre a impressora 3D. Pois esta parecia ser uma questão que despertava maior interesse dos professores, após ter tido os primeiros contatos com a comunidade. Desta maneira, conforme o já destacado no texto, diante da disponibilidade de 3 dias a sequência de implementação de forma presencial apresentou os seguintes eixos:

- 1 - Modelagem e Impressão 3D (Tinkercad, projetos 3D);
- 2 - Blocos de Código (Scratch, Tinkercad), Slicer (fatiamiento);
- 3 - Inteligência Artificial (algoritmo, uso ético e responsável).

A dinâmica estabelecida pautou-se na busca por um diálogo com as possíveis inquietações dos professores, identificadas por meio das conversas iniciais realizadas com o grupo participante. Embora houvesse interesse na utilização da máquina CNC, seu uso não foi possível naquele momento, em razão de limitações relacionadas às condições adequadas de funcionamento e utilização do equipamento. De modo semelhante, o uso do kit de robótica também apresentou restrições, sobretudo em função da quantidade limitada de materiais disponíveis, o que dificultaria a participação efetiva de todos os envolvidos nas atividades práticas, especialmente no que se refere à proposta de “colocar a mão na massa”, característica central da cultura *maker*. Além disso, outras questões análogas evidenciaram limitações operacionais e estruturais que poderiam afastar a proposta dos interesses inicialmente manifestados pelos professores, bem como comprometer a realização das atividades de extensão dentro do tempo disponível para sua execução.

Durante a implementação observou-se que alguns por vezes achavam que seriam incapazes ou que teriam muita dificuldade em algumas interpretações durante a modelagem, com falas como “acho que não consigo, eu não sabia desenhar direito”, “sou muito ruim em matemática”, “não entendo nada de coisas de computador ou programação”. Cabe esclarecer, que na modelagem através da plataforma Tinkercad você consegue realizar a modelagem de duas maneiras. Uma por blocos sólidos, algo mais comum e tradicional no design 3D onde você combina elementos de formas geométricas por redimensionamento ou elementos para criar vazios e esculpir a peça. E a outra, através dos blocos de códigos, onde você usa blocos lógicos

de programação com uma identificação visual e de encaixe, que seriam similares ao Scratch, neste formato de modelagem você pode ter vantagens como a de criar repetições (loops), se quisesse criar uma escada, por exemplo.

Considera-se que dentre os professores que participaram da atividade, tivemos alguns momentos de debate e reflexão. Especialmente no que tange o planejamento de projetos interdisciplinares e as possíveis dificuldades. Assim, considera-se que possam existir questões ligadas a incompatibilidades de horários, para que pudessem estar presentes no mesmo dia da semana, por exemplo. Possivelmente na dinâmica de mais de uma escola de atuação, possa gerar uma maior dificuldade de encaixar os professores num mesmo horário. Acredita-se que alguns momentos foram bem significativos, no sentido de estimular os professores a utilizarem o espaço com mais tato, pois nesta troca de experiências sobre a realidade e as dificuldades do dia a dia, de ordem prática da atividade profissional, foram discutidas questões que talvez pudessem estar invisíveis, caso a extensão da universidade não os tivesse alcançado para tentar pensar junto algumas práticas. Especialmente em se tratando de um ambiente de laboratório é necessário ter uma boa compreensão dos riscos e benefícios e usos mais adequados, para que se estabeleça sempre o uso ético e responsável dos recursos disponíveis. E isso pode gerar receios, caso o profissional não esteja bem ambientado com as boas práticas.

Infelizmente, em virtude do tempo disponível não foi possível trabalhar outras possibilidades disponíveis como o óculos de realidade virtual, por exemplo, porém muitos outros assuntos foram tratados, como a questão de busca por possíveis melhorias futuras, como por exemplo, tentar viabilizar a compra de kits Arduino. Dicas de uso e armazenamento adequado de insumos. Busca por viabilizar a ativação da CNC que não chegou a ser utilizada ainda e talvez possa faltar alguma peça ou insumo para iniciar suas atividades, ou seja preocupações que envolvem rotinas ligadas à manutenção.

Além disso, a busca por viabilizar a participação em eventos ou a busca por editais de fomento ou incentivos que ajudem a desenvolver ainda mais o Espaço Maker da unidade. Desta maneira estima-se que se estimulou de alguma forma o “processo interno de constituição e de formação” buscando desenvolver a “constante evolução e aperfeiçoamentos” que nos aponta Bicudo (2003).

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Mediante a realização do curso de extensão que abrangeu atividades de modelagem e impressão 3D, além de propostas voltadas a à linguagem de programação em blocos, é que se criou a oportunidade de consolidar o produto educacional apresentado nos anexos. Durante as atividades, tornou-se possível realizar modelagens tridimensionais tanto por meio da manipulação de blocos sólidos em construções digitais, quanto a partir da utilização de linguagem em blocos. As propostas foram realizadas presencialmente, em um Espaço Maker através de um ambiente virtual, que se tratam de plataformas online conforme anteriormente citado, a saber, Scratch e Tinkercad.

Ao longo das atividades sempre se buscou o diálogo, visando a criação de um canal livre para comunicação, incluindo a possibilidade de que os professores pudessem realizar dicas e sugestões. Em uma das oportunidades surgiu a partir dos professores a sugestão de se criar um Forms, para facilitar a possibilidade de que eles pudessem avaliar o curso de extensão. Este Forms, que pode ser verificado nos anexos, embora aproximadamente metade tenha o respondido, considera-se fazer alguns apontamentos. As dificuldades com a organização de horários, podem ter relação com a necessidade de se trabalhar mais de 40 horas semanais para se compor um salário digno, já que não possuem dedicação exclusiva e consequentemente trabalham menos tempo em uma única escola, necessitando complementar sua renda com outra escola ou ainda exercer alguma atividade complementar, que pode inclusive, não estar vinculada ao exercício da docência.

Em geral os professores participam de formações, porém quando se trata de formações voltadas para a abordagem *maker*, constatou-se que muitos não haviam participado ainda. Além disso, em linhas gerais, os professores já tinham alguma experiência prévia, afinal são equipamentos da unidade onde trabalham. De modo geral, as atividades foram avaliadas com um bom score, relativamente alto, os quais não nos deteremos a apresentar por não se constituir o cerne de nosso trabalho, especialmente, por esta se tratar de uma pesquisa de cunho qualitativo. Por conta disso passamos às questões mais abertas apresentadas e as respectivas respostas dos que participaram da proposta do Forms.

a) Quais eram suas expectativas iniciais com esta atividade de formação?

- Aprender a usar melhor as tecnologias da Sala Maker.
- Ampliar o uso dos recursos da Sala Maker em minhas aulas.
- Aprender a usar os recursos da Sala Maker.

- Evoluir com tecnologias para aprendizagem.
- Aprender a utilizar melhor os equipamentos disponíveis na Sala Maker da instituição de ensino na qual a formação ocorreu.

A proposta desta pergunta passa pela busca dos possíveis anseios docentes, retratando possivelmente certas angústias ou curiosidades e no geral não se percebe algum deles com alguma espécie de ceticismo, embora possa existir nalgum dos que não contribuíram com o Forms. Considerando-se que própria não contribuição de alguns, talvez possa ser uma sinalização de que seja possível existência de algum que apresente maior resistência às tecnologias. Porém, ao mesmo tempo, o ato de participar da formação, também demonstra interesse em uma busca por melhor compreensão e que não há tanta resistência. Conforme a perspectiva de Libâneo (2004) sobre a formação continuada, o ponto de partida fundamenta-se nas necessidades e nos saberes vigentes. Desse modo, ao observarmos que parte dos docentes manifesta a demanda por capacitação no uso das ferramentas institucionais, ressalta-se a importância de atividades de extensão relevantes e voltadas ao cotidiano escolar. Tais ações tornam-se essenciais para suprir os anseios e as carências dos professores por uma formação qualificada e articulada com os recursos disponíveis. Além de oferecer uma excelente oportunidade de troca entre os pares docentes, essa articulação incentiva o surgimento de novas atividades interdisciplinares. Desse modo, os professores passam a trabalhar em conjunto para consolidar novos projetos com as turmas.

b) Na oportunidade desta formação, gostaria de ter tido contato com algum outro assunto? Qual ou quais seriam?

- Como usar óculos virtual nas aulas.
- Não
- Não.
- Cortadora a laser se possível
- Aprender a usar máquina de corte.

Aqui a ideia seria entender possíveis demandas, que possam não ter sido contempladas e que os professores sentiram faltam ou possuem interesse. Ou seja, expor lacunas que podem ser exploradas por outras propostas de formação continuada. Assim, identifica-se que uma possível demanda emergente seriam os óculos de realidade virtual e a cortadora laser.

c) Pretende realizar algum curso que tenha afinidade com esta formação? Qual ou quais seriam?

- Sim, gostaria de fazer um curso de inteligência artificial (IA) na educação..
- Não
- Não.
- Impressora 3D
- Nenhum em vista.

Propõe-se através desta questão, entender como anda a autonomia do professor na busca pelo desenvolvimento ou busca por uma formação contínua no exercício da atividade docente. Conforme indica Libâneo (2004), faz-se necessário lançar um olhar para o professor como um sujeito reflexivo e autônomo, capaz de orientar a sua própria formação e o seu desenvolvimento profissional. Nota-se, ainda, que poderia haver uma busca em promover a reflexão sobre as barreiras e os incentivos que pudessem ajudá-lo a dar continuidade aos seus estudos, e que talvez fosse possível que alguém quisesse expressar mais sobre demais questões, neste e/ou outros espaços do formulário.

d) Como você percebe o papel da cultura *maker* na educação atual?

- Transformação no aprendizado pois desperta a criatividade do aluno.
- Percebo como um fator interessante para fomentar autonomia do aluno no processo de aprendizagem
- Importante para tornar o conteúdo das disciplinas mais atrativos.
- Ativo, relevante e interessante
- Uma tentativa de gerar interesse e engajamento nos discentes.

Aqui busca-se pela compreensão de quais seriam as concepções a partir dos professores. Onde talvez pudesse aparecer, um certo dualismo entre o caráter instrumental e uma visão mais transformadora, ou ainda, que dialogasse mais com o acesso às tecnologias ou o letramento digital e tecnológico, de modo que se apresentassem discussões que envolvem o pensamento crítico. Por fim, para além da afinidade com a cultura *maker* aplicada à educação, observa-se que os discursos convergem com as perspectivas de Blikstein (2013). Essa aproximação fundamenta-se nas transformações estruturais que são decorrentes da democratização do acesso

às tecnologias, viabilizada por ações pedagógicas promovidas pela instituição escolar. Assim, conforme o autor indica, o professor atua como facilitador e o aluno torna-se protagonista. O engajamento do estudante fomenta o sentimento de pertencimento e a percepção de uma utilidade prática no conhecimento. Isso ocorre na medida em que os discentes aplicam seus saberes em problemas reais de suas comunidades e elaboram intervenções que representam impacto social, estimulados pelo design e pela investigação científica. Uma abordagem contrapõe-se ao modelo tradicional de ensino. Conforme a teoria de Papert (2008), ao projetar e construir artefatos (físicos ou digitais), o discente irá exteriorizar suas estruturas mentais, e liberar o potencial criativo e transformar sua própria cognição. Assim, no processo de identificação do problema e busca por soluções, o erro transforma-se em uma informação valiosa para a depuração e atua como força motriz para o desenvolvimento da autonomia. Consequentemente, as disciplinas tornam-se atrativas e passam a funcionar como ferramentas, que subsidiam resultados de maior significado à aprendizagem.

e) Diante dos desafios do mundo contemporâneo, pensando especialmente nos possíveis impactos da computação, compartilhe sua percepção sobre o papel da educação, em um momento como o que vivemos na atualidade.

- Papel da educação é formar cidadãos críticos e preparados para um mundo digital, capazes de compreenderem os avanços e as transformações na sociedade.
- Entendo que o papel da educação na história da humanidade é, e continuará sendo, a emancipação do indivíduo. Isso vale tanto para o futuro que desconhecemos quanto para o mundo contemporâneo, que se encontra em chamas, abastecidas por discussões sobre como o avanço tecnológico sempre carrega preocupações de viés ético sobre uso, impacto e aplicação. Portanto, o papel da educação, na minha opinião, é justamente iluminar a sombra que as tecnologias podem produzir no entendimento das pessoas. A educação amplia a compreensão e a assimilação crítica das vantagens e desvantagens que toda tecnologia carrega, tornando a humanidade ativa diante da inovação, e não refém.
- É necessária uma alfabetização digital tanto para os docentes quanto para os discentes. A computação pode ser uma ferramenta muito útil.
- Acredito em inovação tecnológica portanto o papel da educação é saber mediar a nova forma de pensar.

- A informática e a tecnologia entremearam-se na vida. A subutilização e a não compreensão do funcionamento e alcance diminui a chance de inserção no mercado de trabalho e do uso correto dos mesmos pelos estudantes, ao saírem da escola.

Nesta questão sobre os impactos, podemos perceber discussões que retratam discussão sobre a função social da escola, e por este trabalho se tratar sobre discussões que envolvem a formação do professor, especialmente retomando ponto de discussões anteriores, onde podemos resgatar Libâneo (2004), quando trata para além da concepção do professor reflexivo e da teoria histórico-cultural relacionada à atividade profissional docente e nos fala sobre a atividade de ensinar:

O professor pode aprimorar seu trabalho apropriando-se de instrumentos de mediação desenvolvidos na experiência humana. Não se trata de voltar ao tecnicismo, mas de associar de modo mais efetivo o modo de fazer e o princípio teórico-científico que lhe dá suporte [...] O trabalho de professor é, portanto, um trabalho prático, entendido em dois sentidos, o de ser uma ação ética orientada para objetivos (envolvendo, portanto, reflexão) e o de ser uma atividade instrumental adequada a situações (Libâneo, 2004, p.138)

Desse modo, a atividade profissional docente relaciona-se intrinsecamente com o aprendizado e o saber-fazer pedagógico. A adoção de uma teoria aplicável permite fundamentar as práticas de ensino, as quais se reconhece a centralidade dos contextos cultural e institucional. Esse processo, contudo, depende das estruturas de organização e gestão que, por meio de sua cultura organizacional, oferecem oportunidades de reflexão conjunta acerca da prática profissional docente. O papel do professor passa a ser o de orientador, para ajudar a organizar e estruturar corretamente as atividades de assimilação dos estudantes.

f) Aqui é um espaço livre e não obrigatório. Apenas, caso queira compartilhar algo sobre alguma experiência anterior em formações voltadas para abordagem *maker*.

- Que hajam outras formações, abordando as demais máquinas existentes.

g) Comentários ou sugestões.

- Os encontros foram muito bons, nos ajudou a adquirir novos conhecimentos.
- Muito obrigada pela formação, Anderson.

- Retornem com mais projetos para nos capacitar. O CIEP atende duas cidades, Seropédica e Nova Iguaçu. Isso permite que o aprimoramento tenha um alcance maior.

Estas duas últimas (letras f, g) apresentadas aqui são perguntas mais abertas para que tivessem total liberdade de se expressar. Ainda que os participantes realizassem comentários com desabafos sobre o cotidiano escolar ou relatassem experiências anteriores de sucesso ou fracasso, tais manifestações permitiram uma validação metodológica, evidenciando a relevância da atividade de extensão realizada. Como pode-se observar, o fato de apresentar-se uma expectativa de outras formações, bem como elogios aos encontros e agradecimentos, são também indicativos que a atividade foi realizada com sucesso. Assim, reforça-se a perspectiva de Tripp (2005) no que se refere ao valor do ambiente participativo, tendo em vista uma extensão se configura como proposta de escuta e suporte ao desenvolvimento da formação docente. Desse modo, a formação foi planejada para o aprimoramento da formação contínua por meio de práticas colaborativas. A efetiva participação dos envolvidos, permitiu-nos observar o processo a partir das perspectivas desses atores para, em seguida, avaliar os resultados. Tais resultados evidenciaram um considerável grau de satisfação dos docentes. Por se tratar de uma estrutura organizada em ciclos, tal processo viabiliza o surgimento de novas etapas formativas voltadas à uma nova evolução desejada, permitindo a busca constante por novos horizontes, dado efetivamente um caráter contínuo à formação.

Considera-se ainda, que dentre as expectativas iniciais, os professores apresentavam interesse nas possibilidades de aprender ou ampliar suas percepções dos melhores usos dos recursos tecnológicos disponíveis, além de que no futuro outras formações/capacitações aconteçam abordando outras possibilidades que não foram contempladas nesta oportunidade (óculos virtuais e cortadora laser CNC, foram citados). Um dos participantes ressaltou ainda a importância de novas oportunidades de extensão como esta, tendo em vista que a unidade atende a duas cidades. Portanto, consideraram relevante a contribuição da atividade de extensão voltada à formação continuada e que tal iniciativa pode ajudar a estimular a realizar projetos no espaço *maker*. Consideraram ainda que o curso proporcionou momentos de reflexão sobre tendências do momento e que reverberam nas práticas pedagógicas. A grande maioria considera que existe uma relação entre inovação tecnológica e transformações nas práticas pedagógicas. Alguns professores relataram que pretendem realizar algum curso que tenha afinidade com a formação, ou seja, a atividade ajudou a despertar o interesse e que pretendem buscar aprofundamento, sendo citados a impressora 3D e IA na Educação.

Para os que responderam sobre como percebem o papel da cultura *maker* na educação atual, de forma geral, a maioria considerou que pode ser capaz de promover transformação no aprendizado, por despertar a criatividade do aluno. Também, acreditam que esta pode ajudar a estimular a autonomia do aluno no processo de aprendizagem e pode fazer com que o conteúdo das disciplinas se tornem mais atrativos, promovendo maior engajamento dos alunos, pelo seu caráter ativo, relevante e interessante. Em um questionamento sobre os desafios do mundo contemporâneo, especialmente diante dos avanços da tecnologia computacional e seus impactos, qual seria a percepção deles acerca do papel da educação, destacaram assim, que o papel da educação na história, sempre esteve e estará voltado à emancipação do indivíduo, formando cidadãos críticos e preparados para o mundo digital, capazes de compreender os avanços e as transformações na sociedade.

Além disso, segundo os docentes, a educação amplia a compreensão sobre os avanços tecnológicos que nos conduzem a preocupações de viés ético sobre os usos, impactos e aplicações, tornando a humanidade ativa diante da inovação, e não refém. Torna-se cada vez mais necessário compreender e mediar as novas formas de pensar, produzir e interagir, uma vez que a informática e as tecnologias digitais passaram a integrar de maneira profunda as práticas sociais contemporâneas.

Nesse contexto, a subutilização ou a ausência de compreensão acerca do funcionamento dessas ferramentas tecnológicas pode limitar as possibilidades de inserção, participação e permanência no mercado de trabalho e em diferentes espaços sociais. Dessa forma, o uso crítico, consciente e significativo desses recursos está diretamente relacionado à promoção de processos de alfabetização digital, capazes de favorecer não apenas o domínio técnico das tecnologias, mas também a compreensão de suas potencialidades, limites e impactos nas relações sociais, educacionais e profissionais.

Em linhas gerais, foi consenso em relação à necessidade de saber mediar as novas formas de pensar, pois a informática e a tecnologia entremeiam-se às nossas vidas e, portanto, o uso adequado e consciente destes recursos depende da existência de uma alfabetização digital.

5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ser humano é um ser tecnológico. Somos diferenciados dos outros animais, não só pela transmissão do conhecimento. Mas, também pela capacidade de criar ferramentas que nos possibilitam realizar tarefas que não seriam possíveis de realizar, sem as possibilidades das

variedades de tecnologia criadas até aqui, por nossa capacidade criativa. Portanto, nós somos seres tecnológicos e precisamos dominar as ferramentas que construímos ao longo de nossa trajetória humana. Do contrário, podemos nos tornar alvo de dominação por parte outros que conhecem e/ou controlam determinadas ferramentas.

Educação hoje demanda constante inovação, portanto o professor deve estar atento aos movimentos e transformações de nossa sociedade, especialmente no que se refere à velocidade com que as tecnologias vêm se desenvolvendo e impactando diferentes dimensões da vida social e educacional. Hoje existe uma expectativa de que a computação quântica, por exemplo, possa alavancar ainda mais o desenvolvimento de novas tecnologias, novos materiais e especialmente na área computacional e possa dar um salto ainda maior no desenvolvimento de maiores inovações em tempo recorde. Por isso o professor deve ter o olhar atento sobre a sua bagagem de formação, a fim de orientar da melhor forma os seus alunos, ou as necessidades de cada uma das comunidades em que estiverem inseridos para que todos possam juntos buscar caminhos possíveis para melhoria da qualidade da educação, pautada em uma perspectiva de letramento digital e uma formação que tem uma perspectiva de Educação Maker.

Assim, durante a análise do Forms onde os professores que atuam em escolas com Espaços Maker realizaram suas contribuições, evidencia-se que apenas a implantação destes ambientes por si só, não é suficiente para garantir a qualidade de fluidez das possibilidades de propostas que o repertório e a potência que tais espaços podem representar de ganhos significativos de aprendizagem. Contudo, os ambientes de aprendizagem ativa que dialogam com o contrucionismo de Papert, podem provocar o professor a ressignificar o seu papel levando a um cenário de investigação e experimentação mais conectado com a realidade e outras perspectivas de letramento, como a computacional e científica. Os Espaços Maker são envoltos por tensões e desafios ligados a lacunas de formação e que necessitam de atenção. Frente a isso e, especialmente se observou neste trabalho, por conta da extensão um olhar mais atento à formação continuada, e dado o tempo em que estas iniciativas surgiram, considera-se que seja improvável que os cursos de licenciatura tenham alterado seus currículos para atender estas demandas. Considera-se assim, a importância de não se discutir apenas o aspecto instrumental dos recursos tecnológicos, mas acima de tudo, que se dedique a uma reflexão sobre a prática e que se torne possível a integração curricular ou mesmo mais oportunidades de projetos interdisciplinares em que os professores possam dialogar mais sobre o processo de desenvolvimento dos alunos. Portanto não se trata de mera atualização técnica, mas sim de desenvolvimento profissional e novas abordagens que trabalham também uma perspectiva ética, consciente e capazes de consolidar necessidades ligadas à comunidade escolar e do

entorno.

Conforme o apresentado acerca da atividade de extensão, foi possível que os professores realizassem contribuições e, em uma das oportunidades surgiu a partir deles a sugestão de se criar um questionário de avaliação desenvolvido com a ferramenta Google Forms, para facilitar a possibilidade de que eles pudessem avaliar o curso de extensão. Embora aproximadamente metade tenham o respondido, considerou-se fazer alguns apontamentos já que foi uma iniciativa sugerida a partir deles. Além disso, fica indicado que até mesmo que numa pesquisa futura, tal instrumento poderia favorecer a elaboração de outras possibilidades de pesquisa, expandindo ainda mais as discussões e provocações realizadas até a finalização deste trabalho, tendo em vista que um Forms pode ter um grande alcance, dada sua facilidade de divulgação e acesso.

Por fim, compreende-se que este estudo apresenta limitações, aspecto inerente ao desenvolvimento de toda pesquisa científica. Ainda assim, os resultados obtidos possibilitam a abertura de novos recortes investigativos e perspectivas para estudos futuros, seja no uso de outros equipamentos ou recursos como Arduino ou similares, que possam ampliar as compreensões aqui construídas, seja por meio da utilização de diferentes referenciais metodológicos, da realização de estudos comparativos ou da análise de outros programas de formação docente. Tais possibilidades podem contribuir para o fortalecimento e o aprimoramento do trabalho docente, especialmente no contexto de práticas pedagógicas desenvolvidas em espaços tecnológicos vinculados à Educação Maker.

REFERÊNCIAS

- ALMOULOUD, Saddo; COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **REVEMAT**: Revista Eletrônica de Matemática, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2008v3n1p62>. Acesso em: 24 maio 2026.
- ALVES, Jhonatan Diógenes de Oliveira; TOLEDO, Cézar de Alencar Arnaut de. A pedagogia de Rousseau e sua crítica à educação na França do século XVIII. **Olhares**: Revista do Departamento de Educação da UNIFESP, Guarulhos, v. 7, n. 3, p. 166-177, nov. 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/olhares/article/view/9425/7210>. Acesso em: 26 ago. 2025.
- ANDRE, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAAEBA**: Educação e Contemporaneidade, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, dez. 2013. Disponível em http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-70432013000200009&lng=pt&nrm=iso. acessos em 05 set. 2025.
- ARCE, Alessandra. A tríade naturalizante na concepção educacional de Pestalozzi e Froebel: homem, Deus e natureza. **Revista História da Educação**, Porto Alegre, v. 6, n. 12, p. 87-104, 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/asphe/article/view/30570>. Acesso em: 27 ago. 2025.
- ARCE, Alessandra. O jogo e o desenvolvimento infantil na teoria da atividade e no pensamento educacional de Friedrich Froebel. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 24, n. 62, p. 9-25, abr. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/B6KxNMPyJTCD6kW7LYjN5zJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- ARRIADA, Eduardo; NOGUEIRA, Gabriela Medeiros; VAHL, Mônica Maciel. A sala de aula no século XIX: disciplina, controle, organização. **Conjectura**: Filosofia e Educação, Caxias do Sul, v. 17, n. 2, p. 37-54, maio/ago. 2012. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/1649>. Acesso em: 17 fev. 2026.
- AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **Arquitetura escolar e educação**: um modelo conceitual de abordagem interacionista. 2002. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: http://www2.gae.fau.ufrj.br/wp-content/uploads/2019/03/arq_esc_gana.pdf. Acesso em: 10 out. 2025.
- BAPTISTA, Ligia Pavan. O paradoxo da origem do poder político em Rousseau. **Trans/Form/Ação**, Marília, v. 38, ed. especial, p. 111-120, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/trans/a/7Yqh9nxKjTQSpfPvxCJ4fsL/>. Acesso em: 26 ago.

2025.

BARKSY, Constance K.; GLAZEK, Stanislaw D. 21st century ergonomic education: from little e to big E. **arXiv:1403.0281 [cs.ET]**, 2014. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1403.0281>. Acesso em: 25 jan. 2026.

BASALLA, George. **A Evolução da Tecnologia**. Tradução de Sérgio Duarte Silva. Coordenação de Ana Simões e Henrique Leitão. Porto: Porto Editora, 2001. 249 p. (Coleção História e Filosofia da Ciência).

BATISTETI, Caroline Belotto; ARAÚJO, Elaine Sandra Nabuco de; CALUZI, João José. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, Campinas, v. 4, p. 17-42, 2009. Disponível em: <https://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-01.html>. Acesso em: 10 set. 2025.

BEISIEGEL, Celso de Rui. **Paulo Freire**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4713.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, Jose Armando; MOURA, Éliton Meireles de. Educação maker: onde está o currículo? **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020. DOI: 10.23925/1809-3876.2020v18i2p523-544. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/48127>. Acesso em: 14 maio. 2026.

BOFF, Elisa; MORALES, Andréa Cantarelli; WEBBER, Carine G.; LIMA, Maria Carolina Webber do Prado. Concepção de um objeto de aprendizagem em física para potencializar a aprendizagem significativa. **Scientia cum Industria**, Caxias do Sul, v. 7, n. 1, p. 58-63, 2019. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/6995>. Acesso em: 3 maio 2026.

BORBA, Marcelo C. A pesquisa qualitativa em educação matemática. In: ANPED. **Anais da 27ª reunião anual da ANPED**, Caxambu, MG, 21-24 nov. 2004. Disponível em: https://igce.rc.unesp.br/Home/Pesquisa58/gpimempesqeminformaticaoutrasmediaseeducacaomatematica/borba-minicurso_a-pesquisa-qualitativa-em-em.pdf. Acesso em: 4 set. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **Covax Facility**. Brasília, DF: Anvisa, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/comunicacao/campanhas/coronavirus/vacinas/covax-facility>. Acesso em: 10 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Carteira Nacional Docente do Brasil: valorização e identidade para os professores**. Brasília, DF: MEC, 2025.

Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/mais-professores/carteira-nacional-docente-do-brasil>. Acesso em: 16 mai. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Parecer CNE/CEB nº 2/2022**, aprovado em 17 de fevereiro de 2022. Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/parecer-ceb-2022>. Acesso em: 9 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022**. Institui as Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/esolucoes-ceb-2022>. Acesso em: 9 jun. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento Diagnóstico da Educação Nacional 2025**. Em parceria com a Fundação Joaquim Nabuco. Brasília, DF: MEC, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/pne/documentos/diagnostico-educacao-nacional.pdf>. Acesso em: 14 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **O que muda no ensino médio a partir de 2025**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/agosto/o-que-muda-no-ensino-medio-a-partir-de-2025>. Acesso em: 08 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Ensino Médio**. Secretaria de Educação Básica (SEB), julho 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/politica-nacional-ensino-medio>. Acesso em: 09 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec). **Rede Maker: o “Aprender Fazendo” da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica – Manual Maker**. Brasília: MEC/Setec, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 out. 2020. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2020-pdf/164841-rcp001-20/file>. Acesso em: 5 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 abr. 2020. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>.

Acesso em: 5 set. 2025.

BRITTO, Tatiana Alessio de. **Neutralidade de redes:** mercado de dois lados, antitruste e regulação. 2018. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33923/1/2018_tatianaalessiodebritto.pdf. Acesso em: 10 jun. 2026.

CALDEIRA, Bárbara Maria; CAVALCANTI, Vanessa Ribeiro Simon. História e Fotografia: do protótipo daguerreótipo ao papel de fonte visual no planejamento didático. **Cordis:** Revista Eletrônica de História Social da Cidade, São Paulo, n. 8, p. 213-242, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://funartemaisdigital.funarte.gov.br/periodicos/historia-e-fotografia-do-prototipo-daguerreotipo-ao-papel-de-fonte-visual-no-planejamento-didatico>. Acesso em: 10 set. 2025.

CANDITO, V.; MENEZES, K. M.; RODRIGUES, C. B. C.; SOARES, F. A. A. A Formação Continuada de Professores e a Promoção da Pesquisa Escolar: articulações necessárias. **Revista Espaço Pedagógico**, Passo Fundo, v. 31, p. e16095, 2024. DOI: 10.5335/rep.v31.16095. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/16095>. Acesso em: 5 set. 2025.

CARRETA, Jorge Augusto. **O microbio e o inimigo:** debates sobre a microbiologia no Brasil (1885-1904). 2006. 182 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) — Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/385791>. Acesso em: 15 set. 2025.

CATUNDA NETO, Francisco das Chagas Moreira. **"Alexa, não era isso":** analisando a usabilidade e aspectos de comunicabilidade da Amazon Alexa. 2026. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design Digital) – Campus de Quixadá, Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2026. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/85830>. Acesso em: 10 jun. 2026

CAVENAGHI, Airton José. Niépce: "A invenção que fiz...". **Domínios da Imagem**, Londrina, v. 2, n. 3, p. 7-18, 2008. DOI: 10.5433/2237-9126.2008v2n3p7. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/dominiosdaimagem/article/view/23140>. Acesso em: 10 set. 2025.

CELETI, Filipe Rangel. A origem da educação obrigatória: um olhar sobre a Prússia. **Revista Saber Acadêmico**, São Paulo, n. 13, 2012. Disponível em: https://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20180403115007.pdf. Acesso em: 11 jan. 2026.

CHAMON, Carla Simone. Paraíso das crianças: O kindergarten nos Estados Unidos entre meados do século 19 e início do 20. **História da Educação**, Porto Alegre, v. 20, n. 48, p. 15-33, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/heduc/a/84n5FgwkwfwRyDBhSmb5T3w/?format=pdf&lan>

g=pt. Acesso em: 27 ago. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE EDUCAÇÃO (CONSED). **Rede estadual do Rio ganha novas escolas e mais professores em 2024**. [S. l.]: CONSED, 2024. Disponível em: <https://www.consed.org.br/noticia/rede-estadual-do-rio-ganha-novas-escolas-e-mais-professores-em-2024>. Acesso em: 19 ago. 2025.

COSTA, Maria Júlia Fróes e. **Daguerreótipo, ambrótipo e ferrótipo: experiência no projeto de conservação do conjunto de fotografias especiais do Museu Histórico Nacional**. 2022. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Conservação e Restauração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, mar. 2022. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/16521>. Acesso em: 10 set. 2025.

DATHEIN, Ricardo. **Inovação e revoluções industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Ciências Econômicas, 2003. (Publicações DECON. Textos didáticos, 02/2003). Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/artnoveau/docs/revolucao.pdf> Acesso em: 29 ago. 2025.

ELIAS, Claudia Lúcia; LEMOS, André Souza. As premissas construcionistas de Seymour Papert e a computação na educação básica: o que o passado nos ensina? **SciELO Preprints**, 22 jul. 2024. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.9231. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/9231>. Acesso em: 13 maio. 2026.

EXPOSIÇÃO – Pasteur, o cientista. **Sesc Digital**, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://sesc.digital/colecao/exposicao-pasteur>. Acesso em: 21 ago. 2025.

FONSECA, Alessandra da Cunha Aguiar; ANDRADE, Mônica dos Anjos Ribeiro; PIRES, Leticia Diva Alarcon; ALBUQUERQUE, Maria Analice de Araujo; DAMASCENO, Valdirene Aparecida Pereira. Educação 4.0: o futuro começa hoje. **Aracê**, São José dos Pinhais, PR, v. 7, n. 2, p. 8413–8428, 2025. DOI: 10.56238/arev7n2-224. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/3443>. Acesso em: 12 fev. 2026.

FONSECA, Enir da Silva. Educação 5.0: o conectivismo, a revolução digital e o ensino a distância. Contribuições para o ensino híbrido. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, Jundiaí, SP, v. 2, n. 4, p. e24197, 2021. DOI: 10.47820/recima21.v2i4.197. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/197/207>. Acesso em: 02 out. 2025.

FREIRES, Kevin Cristian Paulino *et al.* (org.). **Construindo o futuro da educação: tendências e desafios das tecnologias emergentes na educação do século XXI**. 2. ed. Iguatu, CE: Quipá Editora, 2024. v. 2. E-book (250 p.). ISBN 978-65-5376-373-9. DOI 10.36599/qped-978-65-5376-373-9. Disponível em:

<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/868782>. Acesso em: 10 mai. 2026.

GARCIA, Janaina Pires. A situação da escola. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 45, 2009. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/a-situaccedilatildeo-da-escola>. Acesso em: 11 fev. 2026.

GENIN, Christophe. Kirchhoff et Bunsen fondent l'analyse spectrale. **BibNum**, [S. l.], 1 sept. 2008. DOI: 10.4000/bibnum.746. Disponível em: <https://journals.openedition.org/bibnum/746>. Acesso em: 06 set. 2025.

GOTTSCHALCK, D. R. S.; BASSANI, P. B. S. Aprendizagem criativa: uma revisão bibliográfica. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 21, n. 6, p. 5695-5710, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n6-131. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/826>. Acesso em: 15 out. 2025.

HAIDAR, Riad. Urbain Jean Joseph Le Verrier. **Photoniques**, [S. l.], n. 92, p. 18-19, 2018. Disponível em: <https://www.photoniques.com/articles/photon/pdf/2018/04/photon201892p18.pdf>. Acesso em: 10 set. 2025.

HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifest: rules for innovation in the new world of crafters, hackers and tinkerers**. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Assessoria de Comunicação Social. Inep lança no Brasil o relatório Education at a Glance 2025, da OCDE. **Portal Inep**, Brasília, DF: Inep, 10 set. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/acoes-internacionais/inep-lanca-no-brasil-o-relatorio-education-at-a-glance-2025-da-ocde>. Acesso em: 19 maio 2026.

JENKINS, E. W. School science, citizenship and the public understanding of science. **International Journal of Science Education**, [S. l.], v. 21, n. 7, p. 703-710, 1999.

KENNELLY, Arthur E. **Biographical memoir of Thomas Alva Edison (1847-1931)**. National Academy of Sciences, 1932. Disponível em: <https://www.nasonline.org/wp-content/uploads/2024/06/edison-thomas.pdf>. Acesso em: 19 set. 2025.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. E-book. Disponível em: <https://archive.org/details/kurose-redes-de-computadores-e-a-internet-uma-abordagem-top-down-6a>. Acesso em: 9 jun. 2026.

LAGE, Eduardo. Pêndulo de Foucault. **Revista de Ciência Elementar**, [S. l.], v. 6, n. 3, art. 069, set. 2018. DOI: 10.24927/rce2018.069. Disponível em:

<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2018/069/>. Acesso em: 10 set. 2025.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Tradução de Ivone C. Benedetti. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 2012.

LATOUR, Bruno. **Políticas da natureza: como fazer ciência na democracia**. Tradução de Ana Paula Vallim. Bauru: EDUSC, 2004.

LEONARD, Daniel Jonathan. **Towards a rationale for measuring belief in pseudoscience: Scale development and validation**. 2022. 102 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – University of Glasgow, Glasgow, 2022. Disponível em: <https://eprints.gla.ac.uk/185242/7/185242.pdf>. Acesso em: 19 set. 2025.

LEONARDO, A. J. F.; MARTINS, D. R.; FIOLHAIS, C. A telegrafia eléctrica nas páginas de “O Instituto”, revista da Academia de Coimbra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p. 2601.1-2601.13, 2009. DOI: 10.1590/S1806-11172009000200014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/9sWYj3hNN8bnHDSzk7Lypsr/?lang=pt>. Acesso em: 20 nov. 2025.

LÉVY, Pierre. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. Tradução de Betty Vale. 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 24, p. 113-147, jul./dez. 2004. DOI <https://doi.org/10.1590/0104-4060.352>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/hd8NXbRPrMqkY6JLMW3frDP/>. Acesso em: 9 jun. 2026.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 5. ed. Goiânia: Alternativa, 2004.

LIMA, R. da S.; AFONSO, J. C.; PIMENTEL, L. C. F. Raios-X: fascinação, medo e ciência. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 263-270, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/xtjYm7RZvYjTyGf5zJJgCQ/>. Acesso em: 22 set. 2025.

MACHADO, José Ronaldo de Freitas. **Fundamentos do Movimento da Educação Nova no Brasil (1920–1932)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2024. Disponível em: <https://repositorio.uniube.br/bitstream/123456789/3028/1/JOS%C3%89%20RONALDO%20DE%20FREITAS%20MACHADO.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MANAIA, J.P.M de Almeida. Portuguese Photography in the 19th Century: Carlos and Margarida Relvas. **Convergences - Journal of Research and Arts**

Education, [S. l.], v. 14, n. 28, p. 161–168, 2021. DOI: 10.53681/c1514225187514391s.28.101. Disponível em: <https://convergencias.ipcb.pt/index.php/convergences/article/view/101>. Acesso em: 9 sep. 2025.

MARCOLIN, Neldson. O domínio da eletrônica. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 151, set. 2008. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-dominio-da-eletronica/>. Acesso em: 20 set. 2025.

MARINI, Eduardo. Entenda as 10 competências gerais da BNCC. **Revista Educação**, 05 out. 2018. Disponível em: <https://revistaeducacao.com.br/2018/10/05/bncc-competenciasgerais>. Acesso em: 12 out. 2025.

MASCARELLO, Fernando (org.). **História do cinema mundial**. Campinas, SP: Papirus, 2006. (Coleção Campo Imagético). Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/cfernandes/linguagem-visual-2/textos/historia-do-cinema-mundial.pdf>. Acesso em: 21 set. 2025.

MEDEIROS, Alexsandro Melo. A tríade “cabeça, coração e mãos” e a proposta de uma educação integral em Pestalozzi. **Saberes: Revista Interdisciplinar de Filosofia e Educação**, Caicó, v. 23, n. 3, p. DS04, 2023. DOI: 10.21680/1984-3879.2023v23n3ID32364. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/saberes/article/view/32364>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MELLO, Daniel. Pesquisadores de SP fazem sequenciamento genético do coronavírus. **Agência Brasil**, São Paulo, 29 fev. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-02/pesquisadores-de-sp-fazem-sequenciamento-genetico-do-coronavirus>. Acesso em: 10 mar. 2026.

MELO, Karine Claudino da Hora. **Entre caminhos vivos e percursos autônomos**: metodologias ativas e inovadoras com uso de TDIC na formação continuada de professores. 2020. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39996>. Acesso em: 21 maio 2026.

MENEZES, Douglas Carvalho de; SOUZA JUNIOR, Arlindo José de. Mapeamento das pesquisas sobre educação maker no contexto escolar. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, v. 19, n. 1, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/rir/article/view/71226>. Acesso em: 22 ago. 2025.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). **Rede Maker**. Brasília, DF, 4 maio 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/ept/rede-maker-o-2018aprender-fazendo2019-da-rede-federal>. Acesso em: 19 jul. 2025.

MOLVEAU, Jean. La machine à vapeur dans l’aérostation au XIX^e siècle. **Comptes Rendus Mécanique**, [S. l.], v. 352, n. S1, p. 9-16, 2024. DOI: 10.5802/crmeca.257. Disponível em: <https://comptes-rendus.academie-sciences.fr/mecanique/articles/10.5802/crmeca.257/>. Acesso em: 13 set. 2025.

MONTESSORI, Maria. **From Childhood to Adolescence**. London: Clio Press, 1948. Disponível em: [https://ia601809.us.archive.org/22/items/fromchildhoodtoadolescentmariamontessoripdfdrive.com1/From%20Childhood%20to%20Adolescent%20-%20Maria%20Montessori%20\(%20PDFDrive.com%20\)%20\(1\)_text.pdf](https://ia601809.us.archive.org/22/items/fromchildhoodtoadolescentmariamontessoripdfdrive.com1/From%20Childhood%20to%20Adolescent%20-%20Maria%20Montessori%20(%20PDFDrive.com%20)%20(1)_text.pdf). Acesso em: 28 ago. 2025.

MORAES, Flávio Souza de. **Análise térmica do bloco do motor Etorq EVO 1.6 L Flex Fuel com turboalimentado**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/32500/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Flavio%20Souza.pdf>. Acesso em: 20 set. 2025.

MOTA, Érico Ricard Lima Cavalcante. **O construcionismo de Papert como concepção epistemológica: fundamentos para qual educação?** 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=83063>. Acesso em: 13 out. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Entenda o que é o COVAX**: parceria da OMS para distribuição equitativa de vacinas contra a COVID-19. [S. l.]: ONU Brasil, 2 mar. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/114711-entenda-o-que-é-covax-parceria-da-oms-para-distribuição-equitativa-de-vacinas-contra-covid>. Acesso em: 10 mar 2026.

NASA. **Einstein's Theory of Relativity, Critical For GPS, Seen In Distant Stars**. NASA, 10 ago. 2020. Disponível em: <https://www.nasa.gov/image-article/einsteins-theory-of-relativity-critical-gps-seen-distant-stars/>. Acesso em: 22 set. 2025.

NETO, João Colares da Mota; STRECK, Danilo R. Fontes da educação popular na América Latina: contribuições para uma genealogia de um pensar pedagógico decolonial. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 35, n. 78, p. 207-223, nov./dez. 2019. DOI: 10.1590/0104-4060.65353. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Y3SNBNzjzkW9QxCQLp7PW6b/?lang=pt>. Acesso em: 27 ago. 2025.

NUNES, Sílvia de Castro Pereira. **Estratégias de apropriação do conhecimento pelas empresas de software e serviços no Brasil**. 162 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação) – Academia de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/a-academia/arquivo/dissertacoes/NUNESSilviadeCastroPereira2009.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2026.

OLIVEIRA, Larissa Camila Martins de; FERREIRA, Francisco Jardimilson Barroso; ALVES, Tatiana Silva; ALMEIDA, Emanuel Rodrigues; BARBOSA, Fabiano Geraldo. Tecnologia e Tecnocentrismo: os impactos na sociedade contemporânea. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 16, p. e561111638660, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i16.38660. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/38660>. Acesso em: 30 out. 2025.

OLIVEIRA, Paulo Cândido de; MACEDO, Lino de. Interação, adaptação e evolução: a dialética da vida e do conhecimento de Jean Piaget. **Scheme: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 6, n. esp., p. 194-207, nov. 2014. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/4281/3109>. Acesso em: 31 ago. 2025.

OLIVEIRA, Vinícius Jessé Rodrigues de. **Aplicações da lei de Ohm para o ensino médio**. 2015. Monografia (Licenciatura em Física), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstreams/e2f5ba7f-4eeb-4bb5-bd24-b69fa2b6c4ee/download>. Acesso em: 23 ago. 2025.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Education at a Glance 2025**: OECD indicators. Paris: OECD Publishing, 2025. 541 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/1c0d9c79-en>. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2025_1c0d9c79-en.html. Acesso em: 19 maio 2026.

PÁDUA, Gelson Luiz Daldegan de. A Epistemologia Genética de Jean Piaget. **Revista FACEVV**, Vila Velha, n. 2, p. 22-35, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://maratavarespsictics.pbworks.com/f/A+EPISTEMOLOGIA+GENETICA.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2025.

PAIXÃO, Vitória Silva. **Sobre as contribuições de Maria Montessori para o processo de ensino e aprendizagem nos anos iniciais**. 2021. 34 f. Monografia (Graduação em Pedagogia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2833/1/EB%20Monografia%20Vit%C3%B3ria%20Silva%20Paix%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2025.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PASTRÉ, Pierre. A análise do trabalho em didática profissional. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 98, n. 250, p. 624-637, set./dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/rzzTncfcxTyX6Xyx6PmpmKJ>. Acesso em: 24 maio 2026. <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.98i250.3368>

PEREIRA, Marcelo da Silva *et al.* **A cultura maker no IFRS**: um olhar da gestão sobre a implementação do Lab IFMaker. Bento Gonçalves: IFRS, 2021.

Disponível em: <https://dspace.ifrs.edu.br/xmlui/handle/123456789/411>. Acesso em: 10 abr. 2026.

PINTO, Renê de Souza. **Uma plataforma para ensino e treinamento em desenvolvimento de sistemas operacionais**. 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-06122012-105021/publico/dissertacao.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2026.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Ginásio Experimental Tecnológico (GET)**. Rio de Janeiro: SME, 2023. Disponível em: <https://educacao.prefeitura.rio/get>. Acesso em: 19 ago. 2025.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Unidades escolares**. Rio de Janeiro: SME, 2023. Disponível em: <https://educacao.prefeitura.rio/unidades-escolares>. Acesso em: 19 ago. 2025.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 6. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.

RAMALHO, Ramon Rodrigues. Modelo analítico da pedagogia do oprimido: sistematização do método Paulo Freire. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, e270007, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/br7NczPCHrxYzQkfWCQryQH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 set. 2025.

REID, John S.; RONKE, Rebecca. Philipp Reis's telephone in Aberdeen. **ArXiv**:1811.01357, [S. l.], 4 nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1811.01357> Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1811.01357>. Acesso em: 18 set. 2025.

REIS, J. dos; BRANDÃO, J. C.; SANTOS, M. J. C. dos. A Cultura Maker no contexto da Modelagem Matemática: uma revisão sistemática da literatura. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 65-88, jan./abr. 2024. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emd/article/view/62286>. Acesso em: 22 ago. 2025.

RESNICK, Mitchel. **Aprendizagem criativa**: por uma educação mais expressiva, mão na massa e relevante para todos. Porto Alegre: Penso, 2020.

RESNICK, Mitchel. Constructionism and Creative Learning: interview with Mitchel Resnick. In: HOLBERT, Nathan; BERLAND, Matthew; KAFAI, Yasmin B. (ed.). **Designing Constructionist Futures**: the art, theory, and practice of learning designs. Cambridge: MIT Press, 2020. p. 363-367.

RESNICK, Mitchel. Give P's a chance: projects, peers, passion, play. In: **Constructionism and Creativity Conference**, 2014, Vienna. Anais do Constructionism and Creativity Conference. Vienna: [s. n.], 2014. Disponível em:

<https://web.media.mit.edu/~mres/papers/constructionism-2014.pdf>. Acesso em: 24 maio 2026.

RIO DE JANEIRO (Estado). Conselho Estadual de Educação (CEE-RJ). Deliberação CEE nº 394, de 07 de dezembro de 2021. Institui diretrizes para a implantação do Documento de Orientação Curricular do Estado do Rio de Janeiro – Ensino Médio, e define princípios e referências curriculares para as instituições de educação básica do sistema estadual de ensino. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://www.cee.rj.gov.br/deliberacoes/D_2021-394.pdf. Acesso em: 13 out. 2025.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Educação (SEEDUC). **Plano de implementação do Novo Ensino Médio**. Rio de Janeiro: SEEDUC, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio-descontinuado/pdfs/PLIRJ.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

RIO DE JANEIRO (Município). **Decreto Rio nº 50.434, de 23 de março de 2022**. Cria o Programa Ginásio Experimental Tecnológico no âmbito da Secretaria Municipal de Educação e dá outras providências. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://educacao.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/42/2022/03/DECRETO-RIO-No-50434-DE-23-DE-MARCO-DE-2022.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2026.

RIO DE JANEIRO (Município). **Decreto Rio nº 53.939, de 16 de fevereiro de 2024**. Altera o Decreto Rio nº 50.434, de 23 de março de 2022, na forma que menciona. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://educacao.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/42/2024/02/DECRETO-RIO-N-53939-DE-16-DE-FEVEREIRO-DE-2024.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2026.

RODRIGUES, Thales Volpe. **Proposição de um modelo para mensurar o nível de prontidão para a indústria 4.0**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25657>. Acesso em: 24 jan. 2026.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da ciência: a ciência e o triunfo do pensamento científico no mundo contemporâneo**. 2. ed. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012. Vol. III. 491 p. ISBN: 978-85-7631-396-0. Disponível em: https://funag.gov.br/biblioteca-nova/produto/1-888-historia_da_ciencia_volume_iii_a_ciencia_e_o_triunfo_do_pensamento_cientifico_no_mundo_contemporaneo Acesso em: 27 ago. 2025.

ROSA, Carlos Augusto de Proença. **História da Ciência: O Pensamento Científico e a Ciência no Século XIX**. Vol. II, Tomo II. 2. ed. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2012. 371 p. ISBN 978-85-7631-395-2. Disponível em: https://funag.gov.br/biblioteca-nova/produto/1-527-historia_da_ciencia_volume_ii_tomo_ii_o_pensamento_cientifico_e_a_ciencia_no_seculo_xix. Acesso em: 28 ago. 2025.

SAITO, Fumikazu. “Continuidade” e “descontinuidade”: o processo da construção do conhecimento científico na história da ciência. **Revista da FAEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 39, p. 183-194, jan./jun. 2013. DOI: 10.21879/faeaba2358-0194.2013.v22.n39.p%p. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeaba/article/view/338>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SANTIN FILHO, Ourides. O Congresso de Karlsruhe: pressupostos e controvérsias. **História da Ciência & Ensino: construindo interfaces**, São Paulo, v. 27, p. 22-54, 2023. DOI: 10.23925/2178-2911.2023v27p22-54. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/59081>. Acesso em: 29 set. 2025.

SANTOS, Anderson Oramisio; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; JUNQUEIRA, Adriana Mariano Rodrigues. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e Vygotsky: o construtivismo em questão. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, v. 10, n. 2, 2015. DOI: 10.5216/rir.v10i2.32621. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/rir/article/view/32621>. Acesso em: 12 maio. 2026.

SANTOS, Luiza Carolina dos. **Máquinas que falam (e escutam)**: as formas de agência e de interação das/com as assistentes pessoais digitais. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) – Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/220348/001123958.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2026

SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. New York: Crown Business, 2017.

SERRES, Michel. **Polegarzinha**: uma forma de viver em harmonia, de pensar as instituições, de ser e de saber. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

SILVA, Fernando de Almeida. Processos afetivos e desenvolvimento humano: contribuições da teoria psicogenética para o desenvolvimento infantil. **Revista Nova Paideia**: Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 4-24, 2021. DOI: 10.36732/riep.v2i2.48. Disponível em: <https://ojs.novapaideia.org/index.php/RIEP/article/view/48>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SILVA, Roberto Farias. **Rede de Espaços Maker em Escolas Públicas Estaduais no Rio de Janeiro**: Projeto Piloto nas Escolas de Novas Tecnologias e de Oportunidades (E-TEC). ProEdu/RNP, [S. l.], 28 out. 2023. Disponível em: <https://proedu.rnp.br/handle/123456789/2096>. Acesso em: 07 out. 2025.

SILVA JUNIOR, Jair Alves da. **Identidades visuais flexíveis**: das origens ao projeto. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-08092015-155954/publico/jairalves.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2026

SILVESTRE JUNIOR, Paulo Fernando. **Construindo comunidades virtuais e reputação digital a partir de conteúdo e relacionamento no LinkedIn**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020. 119 f. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/23874>. Acesso em: 10 jun. 2026.

SOARES, Aliane Silva Alves. **Educação e biopolítica em Michel Foucault**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Filosofia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/644821/2/UNIMONTES-AlianeSoares-Turma2017-2019.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

SOËTARD, Michel. **Johann Pestalozzi**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4681.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SOUZA, Michel Figueiredo de; COSTA, Christine Sertã. **Scratch: guia prático para aplicação na educação básica**. Rio de Janeiro: Imperial, 2018. 78 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/566023/2/Produto%20-%20Michel%20de%20Souza%202019.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

STARKE, Renan Augusto. **Uma abordagem de escalonamento heterogêneo preemptivo e não preemptivo para sistemas de tempo real com garantia em multiprocessadores**. 2012. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Automação e Sistemas) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96473/301047.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2026.

STEFANOVITS, Angelo. **A História da Ciência, as “duas culturas” e a interdisciplinaridade**. 2016. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://tede.pucsp.br/bitstream/handle/19182/2/Angelo%20Stefanovits.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; NETO, Jorge Megid. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, out./dez. 2017. DOI: 10.1590/1516-731320170040013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cBjf7MPDSy5V5JYwFJR4bd/?lang=pt#>. Acesso em: 8 set. 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOLENTINO, Mário; ROCHA-FILHO, Romeu C.; CHAGAS, Aécio Pereira. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos.

Química Nova, Campinas – SP, v. 19, n. 4, p. 453-461, jul. 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/L8D86KrVsxnsRGGTFn4YY6j/?lang=pt>. Acesso em: 15 set. 2025.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/3DkbXnqBQyq5bV4TCL9NSH/?lang=pt>. Acesso em: 27 ago. 2025.

TURAZZI, Maria Inez. Notas sobre H. Florence e L. J. M. Daguerre, o ‘homem de invenções’ e as ‘recompensas nacionais’. **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v. 16, n.2, p. 169-188, 2008. DOI: 10.1590/S0101-47142008000200002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anaismp/a/Hxvrh6dXRGFZFgSHktXRP3h/?lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2025.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO). **UNESCO pede que as vacinas contra a COVID-19 sejam consideradas um bem público global**. [S. l.]: UNESCO, 25 mar. 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/articles/unesco-pede-que-vacinas-contracovid-19-sejam-consideradas-um-bem-publico-global>. Acesso em: 10 mar. 2026.

VALDEZ, Diane. ARCE, Alessandra. A pedagogia na "era das revoluções": uma análise do pensamento de Pestalozzi e Froebel. Campinas, SP: Autores Associados, 2002. **Revista Inter-Ação**, Goiânia, v. 28, n. 2, p. 241-249, 2014. DOI: 10.5216/ia.v28i2.28889. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/interacao/article/view/28889>. Acesso em: 27 ago. 2025.

VAN BAKKUM, Roel. **Skilled Hearing**: Embodied Skill among Sound Engineering Students. 2018. 78 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Cultural e Sociologia do Desenvolvimento) – Leiden University, Leiden, 2018. Disponível em: <https://studenttheses.universiteitleiden.nl/access/item:2662598/view>. Acesso em: 19 set. 2025.

VASQUES, Daniela Pereira. **Gestão e políticas públicas no contexto do novo ensino médio**: uma análise do papel do gestor escolar da rede pública estadual do Rio de Janeiro. 2024. 195 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/23635>. Acesso em: 20 ago. 2025.

VON WANGENHEIM, Chritiane Gresse; VON WANGENHEIM, Aldo. **Programar um Jogo com Scratch 2**: outro gibi em estilo mangá para ensino de programação. Florianópolis: INCoD/UFSC, 2013. (Relatórios Técnicos INCoD, v. 3, n. 4), 10 p. Disponível em: www.inf.ufsc.br ou <https://computacaonaescola.ufsc.br/apoio-ao-professor/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

WEISS, Marcos Cesar. Sociedade sensorizada: a sociedade da transformação digital. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 33, n. 95, p. 203-214. 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3395.0013>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ea/a/jPn3NkF6dYx8b56V8snsnQf/>. Acesso em: 01 out. 2025.

WERLE, Flávia Obino Corrêa. Instrução pública e configuração do mundo urbano. **Revista História da Educação**, [S. l.], v. 9, n. 18, p. 83-95, 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/asphe/article/view/29128>. Acesso em: 17 fev. 2026.

LEITURAS COMPLEMENTARES

BLIKSTEIN, Paulo. Travels in Troy with Freire: technology as an agent of emancipation. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 837–856, 2016. DOI: 10.1590/S1517-9702201604203003. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1517-97022016000300837&script=sci_abstract. Acesso em: 28 maio 2026.

BLIKSTEIN, Paulo. Maker Movement in Education: History and Prospects. In: DE VRIES, M. J. (ed.). **Handbook of Technology Education**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 419–434. DOI: 10.1007/978-3-319-44687-5_33. Disponível em: <https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/10/2018.Blikstein.Tech-Handbook.Maker-Movement-History-Prospects.pdf>. Acesso em: 28 maio 2026.

VALENTE, José Armando; BLIKSTEIN, Paulo. Maker Education: Where Is the Knowledge Construction? **Constructivist Foundations**, v. 14, n. 3, p. 252–262, jul. 2019. Disponível em: <https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/10/2019.Valente-Blikstein.Constructivist-Foundations.Maker-Education.pdf>. Acesso em: 28 maio 2026.

APÊNDICES

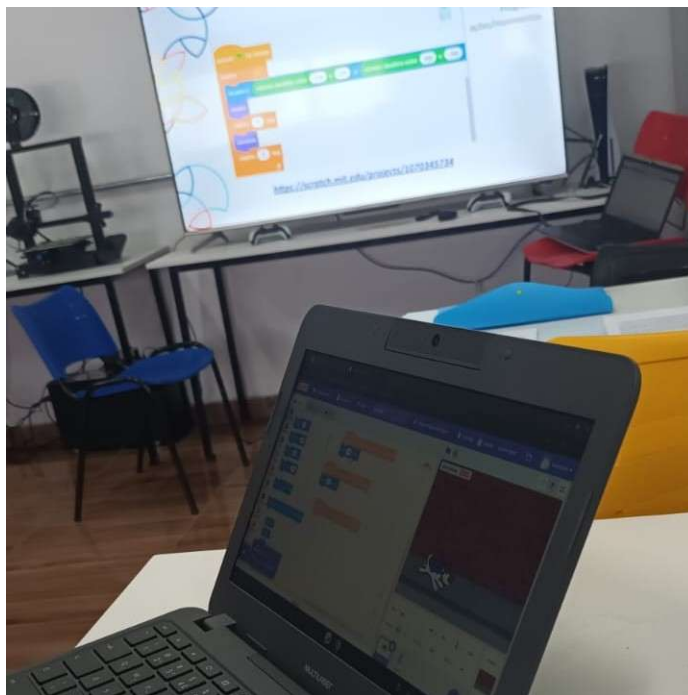
APÊNDICE A – FOTOS DE REGISTRO, DURANTE AS ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Figura 4: Momento descontraído durante a apresentação da atividade



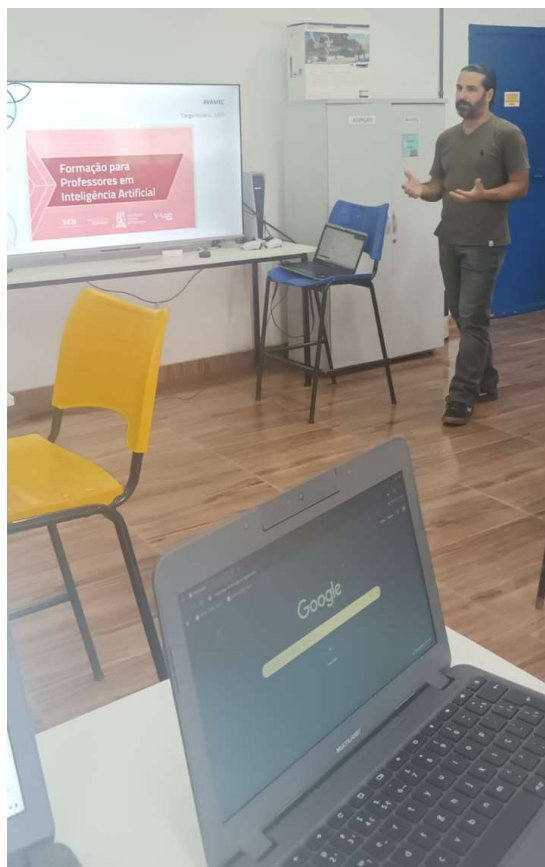
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 5: Atividade de Scratch em curso



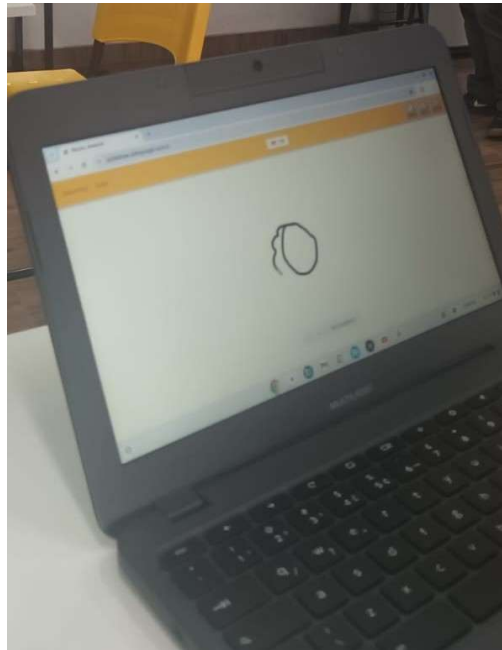
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 6: Apresentando possibilidades na formação em IA



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 7: Apresentando o Quick, Draw!, uma rede neural que reconhece desenhos



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 8: Falando mais sobre a impressão 3D



Fonte: elaborado pelo autor

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Campus Seropédica
 Instituto de Ciências Humanas e Sociais—ICHS
 Departamento de Educação
 Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática—PPGeduCIMAT



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada “As Iniciativas de Laboratórios Makers e o Processo de Humanização da Inteligência Artificial”. O objetivo desta pesquisa é investigar o processo histórico de consolidação da cultura maker e como essa abordagem afeta hoje a educação brasileira, especialmente como a influência atual dos usos das inteligências artificiais pode provocar um grande debate. Analisar o cenário atual relacionado aos usos das IA's, em particular, no âmbito da educação. Identificar os desafios, de forma crítica, no campo da educação com atenção a conflitos de ordem ética, sobretudo. Apresentar um recorte histórico acerca da IA's. Elaborar propostas que dialoguem com a formação inicial e continuada de professores com uma perspectiva crítica acerca da cultura maker e os usos das IA's, de modo a viabilizar as potencialidades que estas podem oferecer. O (a) pesquisador(a) responsável por esta pesquisa é Anderson Bruno Ribeiro Peixoto, ele é professor do Espaço de Desenvolvimento Infantil Escritora Clarice Lispector e aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGeduCIMAT da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Campus Seropédica.

Você receberá os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo, em favor de não identificá-lo(a).

As informações serão obtidas da seguinte forma: inicialmente, os professores responderão um questionário com a finalidade de coletar dados sobre o cenário atual que irá auxiliar na compreensão sobre o ponto de partida e ao mesmo tempo estabelecer possíveis estratégias que possam estimular ainda mais o desenvolvimento da escola através do espaço maker. Assim, de acordo com o cenário observado, será realizada uma extensão que irá dialogar sobre as possibilidades de uso do espaço ou uma possível visão ampliada deste espaço, o uso das tecnologias e inovações, como por exemplo a presença cada vez maior da inteligência artificial em nossas vidas, onde devemos desenvolver uma visão mais crítica e discutir sobre um possível processo de humanização da mesma. Após as atividades de extensão, com os professores participantes, será realizada uma roda de conversas e um questionário livre para validar e avaliar a contribuição do trabalho de pesquisa aliado a uma atividade de extensão.

A sua participação envolve os seguintes riscos previsíveis: considera-se que pode oferecer riscos mínimos aos participantes, pois os esforços estarão voltados apenas para leitura e respostas às perguntas, necessitando de pensar e desempenhar escrita ou participar do diálogo, ouvindo e se expressando verbalmente em rodas de conversa. Pois se acrescenta ao cenário apenas a figura pesquisador, visando estimular uma visão ampliada dos espaços LabFab/LabMaker através de atividade de extensão. A sua participação pode ajudar os pesquisadores a entender melhor as demandas da comunidade escolar, promovendo inovação ou novas possibilidades e usos do espaço de forma democrática e estimular o domínio das tecnologias, com uma percepção crítica. Trazendo benefícios para a comunidade escolar e para o avanço da ciência e das tecnologias inovadoras que alcançam, atingem e afetam cada vez mais o espaço escolar.

Você está sendo consultado sobre seu interesse e disponibilidade de participar desta pesquisa. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não acarretará penalidade alguma.

Você não será remunerado por ser participante da pesquisa. Se houver gastos com transporte ou alimentação, eles serão ressarcidos pelo pesquisador responsável. Todas as informações obtidas por meio de sua participação serão de uso exclusivo para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador responsável. Caso a pesquisa resulte em dano pessoal, o ressarcimento e indenizações previstos em lei poderão ser requeridos pelo participante. Os pesquisadores poderão informar os resultados ao final da pesquisa através do e-mail fornecido.

CAMPUS SEROPÉDICA
 Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
 Bairro: ZONA RURAL – Município: SEROPÉDICA – UF: RJ
 CEP: 23.897-000
 Telefone: (21)2681-4749 – E-mail: eticacep@ufrrj.br

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa
----------------------------------	--

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Campus Seropédica

Instituto de Ciências Humanas e Sociais—ICHS

Departamento de Educação

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática—PPGeduCIMAT



Caso você tenha qualquer dúvida com relação à pesquisa, entre em contato com o pesquisador através do telefone (21) 97214-0562, pelo e-mail abel.andersonbruno@gmail.com.

Este estudo foi analisado e aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o registro CAAE: 89902125.7.0000.0311 e parecer consubstanciado pelo CEP. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir o bem-estar, a dignidade, os direitos e a segurança de participantes de pesquisa; bem como assegurando a participação do(a) pesquisador(a) sob os mesmos aspectos éticos.

Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, situada na BR 465, km 7, Seropédica, Rio de Janeiro, pelo telefone (21) 2681-4749 de segunda a sexta, das 09:00 às 16:00h, pelo e-mail: eticacep@ufrj.br ou pessoalmente às terças e quintas das 09:00 às 16:00h.

No caso de aceitar participar da pesquisa, você e o pesquisador devem rubricar todas as páginas e também assinar as duas vias deste documento. Uma via é sua e a outra via ficará com o(a) pesquisador(a).

Para mais informações sobre os direitos dos participantes de pesquisa, leia a **Cartilha dos Direitos dos Participantes de Pesquisa** elaborada pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), disponível no site:

http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/img/boletins/Cartilha_Direitos_Participantes_de_Pesquisa_2020.pdf

Consentimento do participante

Eu, abaixo assinado, entendi como é a pesquisa, tirei dúvidas com o(a) pesquisador(a) e aceito participar, sabendo que posso desistir a qualquer momento, mesmo depois de iniciar a pesquisa. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo, desde que mantida em sigilo minha identidade. Informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e assinadas por mim e pelo Pesquisador Responsável.

Nome do(a) participante: _____
Assinatura: _____ local e data: _____

Declaração do pesquisador

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante (ou representante legal) para a participação neste estudo. Declaro ainda que me comprometo a cumprir todos os termos aqui descritos.

Nome do Pesquisador: Anderson Bruno Ribeiro Peixoto

Assinatura: _____ Local/data: _____

Nome do auxiliar de pesquisa/testemunha (Se houver): _____

Assinatura: _____ Local/data: _____

CAMPUS SEROPÉDICA

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL – Município: SEROPÉDICA – UF: RJ

CEP: 23.897-000

Telefone: (21)2681-4749 – E-mail: eticacep@ufrj.br

Rubrica do Pesquisador Principal	Rubrica do(a) Participante da Pesquisa

ANEXOS

Anexo 1 - Parecer Consubstanciado do CEP.

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AS INICIATIVAS DE LABORATÓRIOS MAKERS E O PROCESSO DE HUMANIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Pesquisador: ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 89902125.7.0000.0311

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.701.338

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto:

O pesquisador relata:

Nossa sociedade encontra-se cada vez mais alicerçada pelo uso de tecnologias, o uso da internet promoveu uma conexão global e instantânea, que foi ampliado pelo uso de celulares e outros dispositivos, criando uma nova realidade e tornando o homem cada vez mais dependente de diferentes tecnologias e uma ampla variedade de produtos inovadores elaborados por grandes empresas do ramo da tecnologia. Google Assistant, Alexa, Tesla, Space X, Bitcoin, Ethereum, Blockchain, Chat GPT, serviços de nuvem, realidade virtual e aumentada. Diante deste cenário contemporâneo de nossa sociedade, pensando que nossa sociedade se torna cada vez mais dependente da tecnologia e conectada em maior velocidade, a escola vem sendo recorrentemente alvo de muitas críticas, geralmente, associadas à estagnação e reprodução do modelo prussiano de educação.

Recentemente, por exemplo, numa das palestras que assisti no evento Rio Innovation Week: RIW, um dos palestrantes do evento exibiu a projeção de uma foto muito antiga de uma escola, com crianças em uma sala, sentadas em carteiras perfiladas e dizia que aquela representação da escola e da sala de aula não se modificou com o tempo, ou se tornou um elemento quase atemporal, denunciando assim a ausência de inovação.

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 7.701.338

O pesquisador apresenta a seguinte equipe de pesquisa:
Anderson Bruno Ribeiro Peixoto - Responsável Principal.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que se utiliza de uma pesquisa-ação que envolve os professores de uma escola com Sala Maker. Como proposta, pretende-se desenvolver um curso de extensão para os professores da unidade escolar. Tal proposta surge a partir da realidade do cenário encontrado. Portanto, busca-se de ajudar na compreensão das possibilidades encontradas neste espaço e a diversidade de usos e aplicações que os recursos podem oferecer, incluindo a Inteligência Artificial. Ao mesmo tempo, com este movimento, também estima-se que seja possível estimular melhorias na capacitação destes profissionais, para que possam desenvolver seus próprios projetos com a sua comunidade escolar.

Metodologia de análise:

É uma pesquisa qualitativa de análise fenomenológica (experiências e significados/percepções subjetivas).

Desfecho primário:

Estima-se que a cultura maker possa estimular e incentivar a inovação na educação brasileira, seja por seu caráter vinculante ao cenário tecnológico e especialmente por como os usos das inteligências artificiais podem ajudar no desenvolvimento de atividades, desde que bem orientado e avaliado.

Desfecho Secundário:

Dentre as contribuições podemos perceber as possibilidades que os usos das IA's, em particular, no âmbito da educação podem oferecer e entender de maneira crítica os usos desta

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 **E-mail:** eticacep@ufrrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 7.701.338

ferramenta com a devida atenção aos conflitos de ordem ética. Perceber a evolução através de um recorte histórico acerca da IA's e trazer propostas de diálogo para a formação inicial e continuada de professores acerca das propostas que envolvem a cultura maker e os usos das IA's.

Critérios de inclusão:

Professores de escola com iniciativas de LabFab/LabMaker

Critérios de exclusão:

Para efeitos deste trabalho, os professores que não fazem parte de um cenário com iniciativas de LabFab/LabMaker. Embora vale destacar que novas estratégias e abordagens podem ser pensadas com vistas a promover seu desenvolvimento a partir deste tipo de estudo, através de iniciativas como as atividades desplugadas ou produtos destes espaços que possam ser replicados para além da própria escola, pelas próprias características inerentes à capacidade de se produzir novos produtos em um LabFab/LabMaker.

Objetivo da Pesquisa:

O proponente descreve como objetivos:

Objetivo geral/primário:

Investigar o processo histórico de consolidação da cultura maker e como essa abordagem afeta hoje a educação brasileira, especialmente como a influência atual dos usos das inteligências artificiais pode provocar um grande debate.

Objetivos específicos/secundários:

1. Analisar o cenário atual relacionado aos usos das IA's, em particular, no âmbito da educação;
2. Identificar os desafios, de forma crítica, no campo da educação com atenção a conflitos de ordem ética, sobretudo;
3. Apresentar um recorte histórico acerca da IA's,
4. Elaborar propostas que dialoguem com a formação inicial e continuada de professores com

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 7.701.338

uma perspectiva crítica acerca da cultura maker e os usos das IA's, de modo a viabilizar as potencialidades que estas podem oferecer.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O proponente descreve:

Riscos:

Por se tratar de um cenário sobre a discussão de atividades em um espaço LabFab/LabMaker, o ambiente que envolve a pesquisa pode ser caracterizado da seguinte maneira sob os aspectos de grupo de riscos: grau / especificação: mitigação:

1. Riscos Físicos: não se aplica / não se aplica: não se aplica
2. Riscos Químicos: médio / substâncias, compostos ou produtos químicos (resíduos de impressão 3D, filamento): separar os resíduos, coletar para reciclagem, uso consciente do filamento
3. Riscos Biológicos: não se aplica / não se aplica: não se aplica
4. Riscos Ergonômicos: baixo / exigência de postura inadequada (mobiliário), monotonia e repetitividade (uso de equipamentos), outras situações causadoras de stress físico (uso repetitivo de equipamentos como teclado e mouse; fadiga ocular por uso constante de telas) ou psíquico (medo de errar, insegurança, frustração, desmotivação): melhoria da postura e ergonomia e intervalos ativos para alongamento, alternar tarefas e pausas periódicas, reconhecimento e valorização do esforço, troca de experiências e escuta ativa, ambiente colaborativo, reconhecer que o processo criativo envolve possíveis falhas para se alcançar o aprendizado.
5. Riscos de Acidentes: baixa / iluminação inadequada, eletricidade, outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes: manutenção periódica e substituição de lâmpadas queimadas, proibir uso de ligações improvisadas e desligar os equipamentos após o uso, avisos de perigo adequados (alta tensão, superfície quente, piso molhado), armazenamento adequado e correto de materiais, uso de EPIs sempre que houver necessidade, extintores em locais acessíveis.

Além disso, por se tratar de uma atividade de pesquisa que envolve a discussão sobre o uso da Inteligência Artificial existem também preocupações acerca de uma perspectiva ética, sobre como algoritmo pode afetar nossas decisões (ex.: racismo, sexismo, elitismo, etc) que devem sempre passar por uma contínua avaliação ética e criteriosa dos dados e informações apresentados ou mesmo que exista cada vez maior transparência e seja possível realizar uma

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 7.701.338

auditoria de dados ou resultados; preocupando-se também com a privacidade de dados, por uso indevido de dados pessoais e portanto deve ser possível minimizar através a anonimização de dados e deve estar em conformidade com LGPD/GDPR; portanto, para além do que significa uma perspectiva legal, técnica e de segurança das informações, considera-se ainda que os possíveis maus usos ou exploração maliciosa que podem acarretar em desinformação ou alienação do usuário, ou seja, manipulação de opinião através de Fake News ou deepfakes, que pode alimentar fraudes e golpes na sociedade, daí a importância de mecanismos de combate à desinformação, com verificação da origem dos dados e supervisão ou monitoramento ativo, maior rastreabilidade para ajudar os mecanismos de responsabilização, além da constante supervisão humana seja pela própria sociedade ou organismos criados para fiscalizar e responsabilizar atividades consideradas ilegais.

Benefícios:

Estímulo e apoio à formação de professores no âmbito dos usos e possibilidades de um LabFab/LabMaker.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Incluir informações sobre a tramitação do projeto:

- Em 02/05/2025 o projeto é submetido para avaliação do CEP/UFRRJ;
- Em 08/05/2025 a documentação é conferida e rejeitada pela secretaria;
- + Apresentar os Riscos aos participantes de pesquisa e formas de minimizar estes riscos.
- + Anexar TAI
- Em 16/06/2025 o projeto é submetido para avaliação do CEP/UFRRJ;
- Em 24/06/2025 a documentação é conferida e aceita pela secretaria e indicação de Relatoria;
- Em 30/06/2025 confirmação de indicação de Relatoria;

Número de Participantes: 47

O protocolo de pesquisa apresentado possui os elementos necessários à apreciação ética.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos apresentados no protocolo de pesquisa pelo proponente não possuem pendência, segundo as normas vigentes.

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 7.701.338

Embora a documentação esteja correta, o CEP/UFRRJ recomenda fortemente a inclusão dos orientadores na Equipe de Pesquisa.

Recomendações:

Recomenda-se que o pesquisador acompanhe a tramitação do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil com regularidade, atentando-se às diferentes fases do processo e seus prazos:

- a) quando da aprovação, o pesquisador deverá submeter relatórios parciais a cada semestre;
- b) quando da necessidade de emendas ou notificações no projeto, consultar a Norma Operacional 001/2013 - Procedimentos para Submissão e Tramitação de Projetos.
- c) quando da finalização do projeto, submeter relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 466 de 12 de dezembro de 2012, foi plenamente atendida pelo pesquisador.

A adequação à RESOLUÇÃO Nº 510 de 24 de maio de 2016, foi plenamente atendida pelo pesquisador.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2453914.pdf	16/06/2025 21:34:26		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_AB_UFRRJ.pdf	16/06/2025 21:30:56	ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO	Aceito
Outros	TAI_CIEP_156_AB.pdf	16/06/2025 21:13:39	ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_AB_UFRRJ.pdf	02/05/2025 04:24:33	ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO	Aceito

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 7.701.338

Justificativa de Ausência	TCLE_AB_UFRRJ.pdf	02/05/2025 04:24:33	ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto_ANDERSON_BRUNO_assinado.pdf	28/02/2025 20:30:16	ANDERSON BRUNO RIBEIRO PEIXOTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SEROPEDICA, 10 de Julho de 2025

Assinado por:
Valeria Nascimento Lebeis Pires
(Coordenador(a))

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 **E-mail:** eticacep@ufrj.br

Anexo 2 – Atividade de extensão

[Quali & Extensão - Wide AB\(1\).pptx](#)

Anexo 3 – Forms Análise

 Copiar gráfico

Olá! Você está sendo convidado a colaborar com a pesquisa: "As Iniciativas de Laboratórios Makers e o Processo de Humanização da Inteligência Artificial".

Desta forma, solicita-se que responda o presente formulário, que trata acerca do produto educacional, na forma de uma atividade de extensão, voltada para a formação de professores e que busca as possíveis contribuições para esta atividade de pesquisa. Destaca-se ainda que esta pesquisa, tem como objetivo analisar como processos formativos que envolvem a abordagem Maker, contribuem para reflexão e transformação na prática docente.

O público-alvo são professores, especialmente os que se interessam pela abordagem Maker e/ou aqueles que estão envolvidos de alguma maneira com atividades deste tipo, bem como a presença da Sala Maker na sua escola, por exemplo.

O pesquisador responsável por esta pesquisa é Anderson Bruno Ribeiro Peixoto, aluno de mestrado do programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGEDUCIMAT) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica.

Se você tiver qualquer dúvida em relação a esta pesquisa, você pode entrar em contato com o pesquisador através e-mail abel.andersonbruno@gmail.com

Você receberá os esclarecimentos necessários antes, durante e após a realização da pesquisa, e asseguro que não serão armazenados quaisquer informações que permitam sua identificação pessoal.

Estima-se que o tempo gasto com este formulário possa durar cerca de 15 minutos para ser respondido. Está dividido em 4 telas, da seguinte maneira: esta presente tela inicial, duas de participação e a última, apenas para o envio.

Sua participação envolve os seguintes riscos: por se tratar de uma pesquisa com coleta de dados realizada por perguntas, os riscos envolvidos são de possíveis constrangimentos e/ou incômodos. Ressalta-se que a sua participação é voluntária, sendo facultado o abandono desta pesquisa a qualquer tempo e sem qualquer ônus para o respondente.

Sua contribuição é fundamental para esta atividade de pesquisa e avaliação da atividade de extensão.

Consentimento do participante:

Ao clicar no botão abaixo, significa que você concorda em participar da pesquisa nos termos apresentados **neste TCLE**, e iniciará a resposta ao formulário. Caso não concorde em participar, apenas feche essa página, no seu navegador. Caso desista da participação, basta não enviar ao final do formulário.

5 respostas



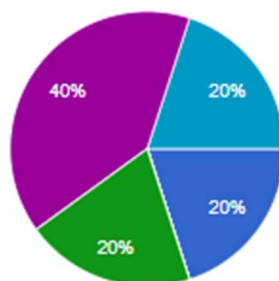
- Declaro estar de acordo em participar voluntariamente da presente pesquisa e que foram esclarecidas as dúvidas relacionadas aos objetivos da pesquisa, aos procedimentos metodológicos, assim como os riscos e benefícios, sabendo que posso desistir a qualquer momento, durante e após a realização da pesquisa. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo, desde que mantida em sigilo minha identidade.

Perfil profissional

Tempo de atuação docente

5 respostas

 Copiar gráfico

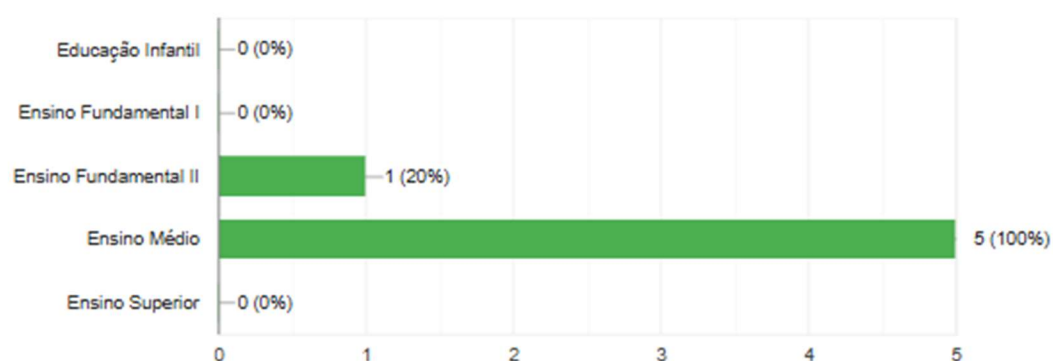


- Menos de 3 anos
- Menos de 5 anos
- Menos de 10 anos
- Menos de 15 anos
- Menos de 20 anos
- Menos de 25 anos

Etapa de ensino que atua

[Copiar gráfico](#)

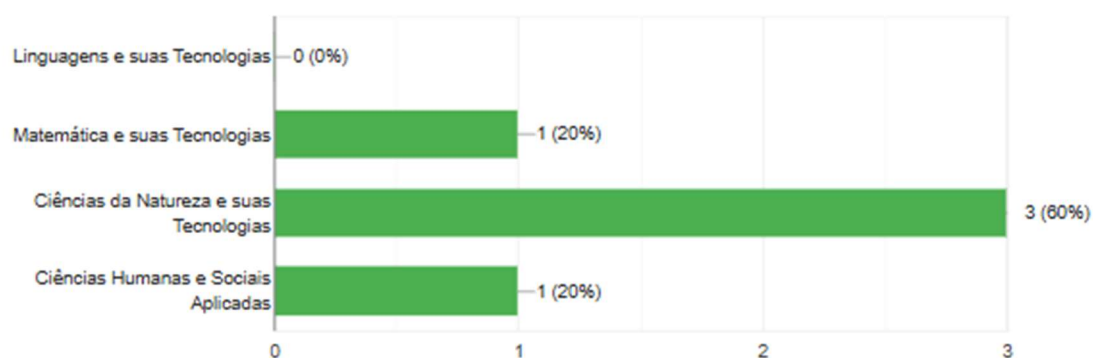
5 respostas



Área de atuação

[Copiar gráfico](#)

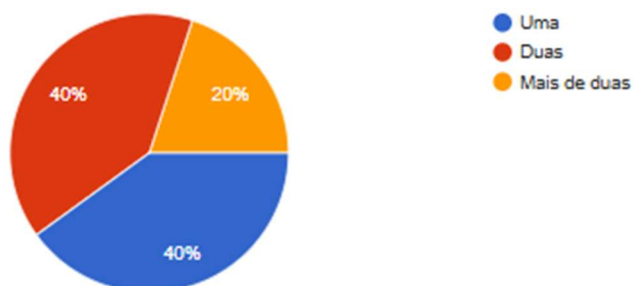
5 respostas



Em quantas instituições educacionais você atua?

[Copiar gráfico](#)

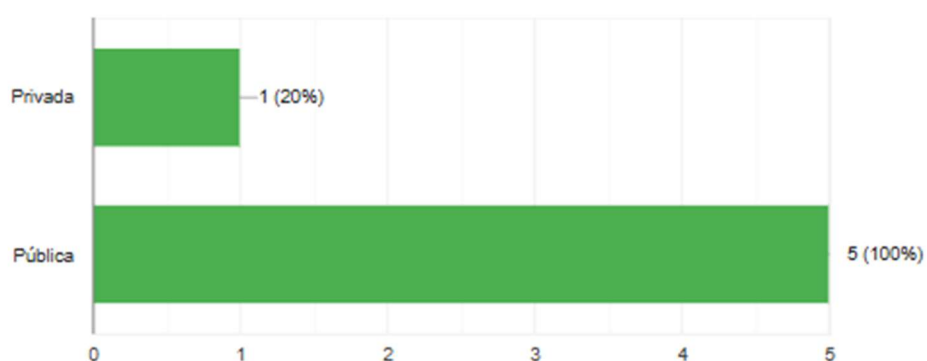
5 respostas



Tipo de instituição

 Copiar gráfico

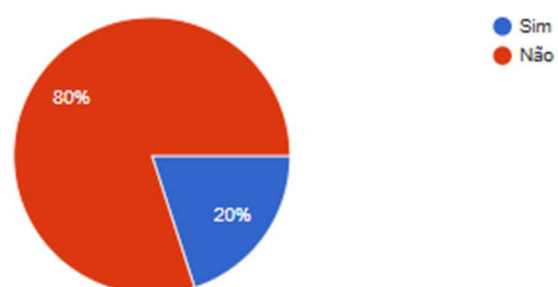
5 respostas



Dedicação exclusiva

 Copiar gráfico

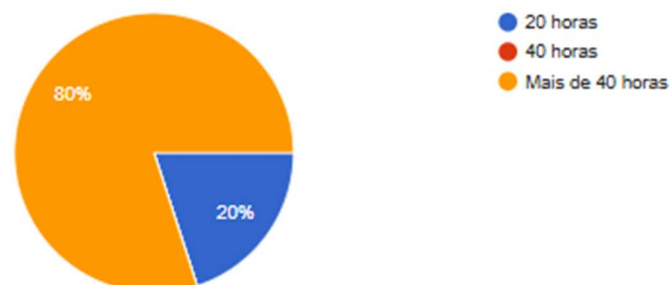
5 respostas



Quantidade de horas semanais

 Copiar gráfico

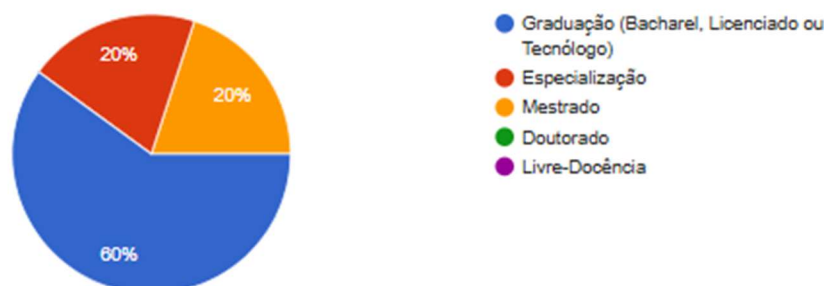
5 respostas



Maior titulação

5 respostas

 Copiar gráfico



Qual a graduação realizou e o tipo

5 respostas

Licenciatura em Ciências Sociais

Licenciatura em Ciências Biológicas

Licenciatura em Física; Mestrado em Ensino de Física.

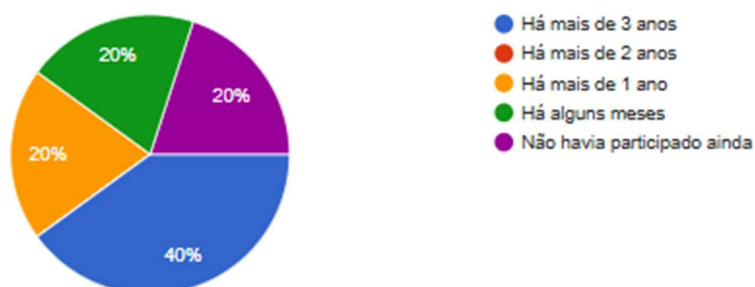
Licenciatura e bacharel em matemática. Especialização em matemática

Licenciatura em Ciências Biológicas; Bacharel em Biologia Animal

Quando participou de algum **outro** curso de formação continuada?

5 respostas

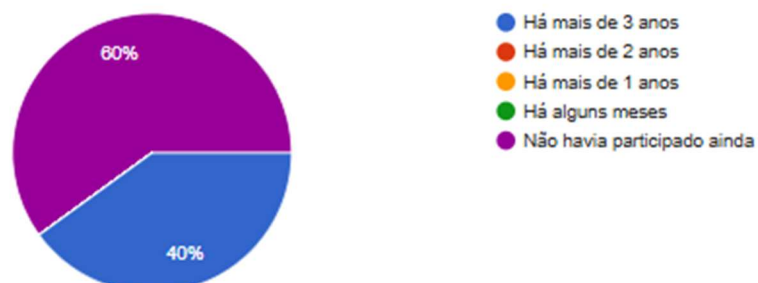
 Copiar gráfico



Quando participou de algum **outro** curso de formação continuada voltado para **abordagem Maker**?

[Copiar gráfico](#)

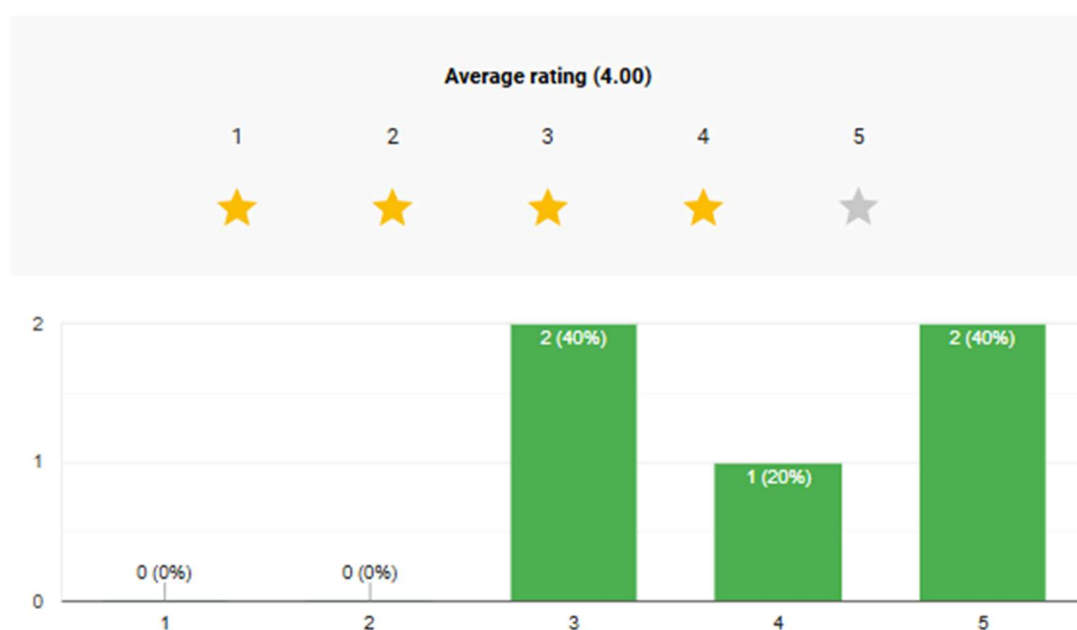
5 respostas



Como você considera sua experiência prévia, sobre o que foi tratado durante a formação?

[Copiar gráfico](#)

5 respostas



Quais eram suas expectativas **iniciais** com esta atividade de formação?

5 respostas

Aprender a usar melhor as tecnologias da sala Maker.

Ampliar o uso dos recursos da sala maker em minhas aulas.

Aprender a usar os recursos da sala maker.

Evoluir com tecnologias para aprendizagem.

Aprender a utilizar melhor os equipamentos disponíveis na sala maker da instituição de ensino na qual a formação ocorreu.

Aqui é um espaço livre e não obrigatório. Apenas, caso queira **compartilhar** algo sobre alguma **experiência anterior** em formações voltadas para **abordagem Maker**.

1 resposta

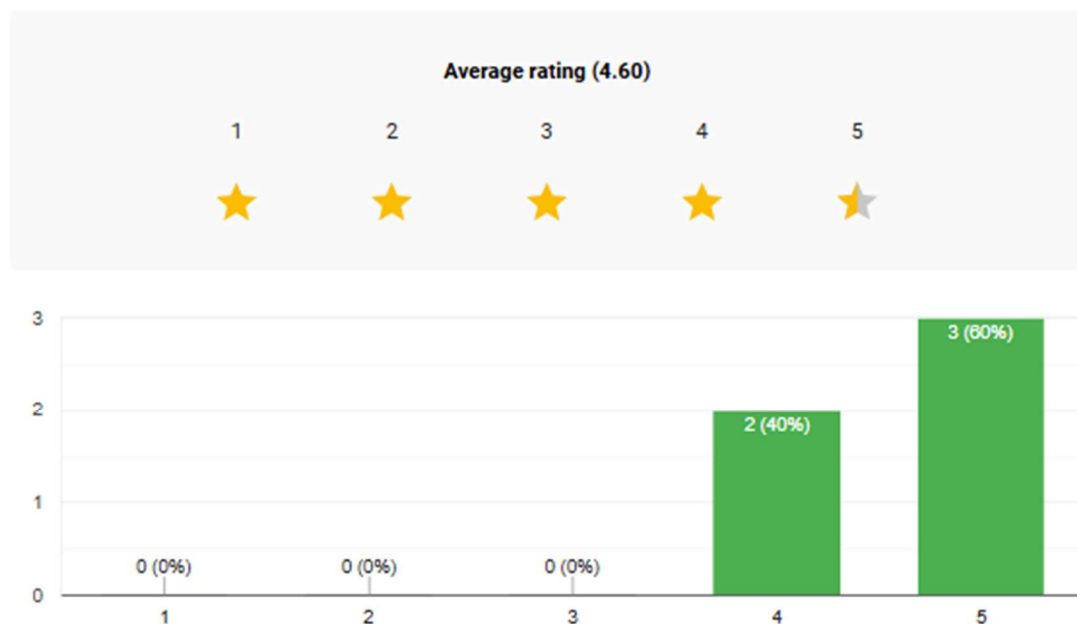
Que hajam outras formações, abordando as demais máquinas existentes.

Avaliação e Reflexão

Como você avalia as possíveis contribuições para prática docente do **Encontro 1** - Modelagem e Impressão 3D (Tinkercad, projetos 3D)

[Copiar gráfico](#)

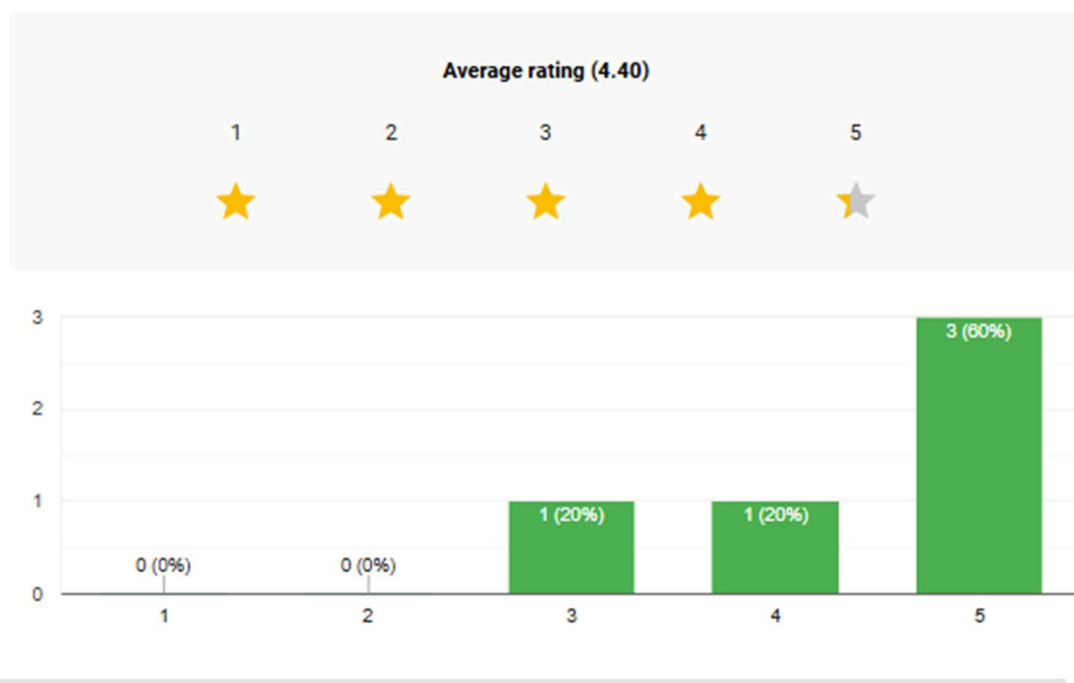
5 respostas



Como você avalia as possíveis contribuições para prática docente do **Encontro 2 - Blocos de Código (Scratch, Tinkercad)**

 Copiar gráfico

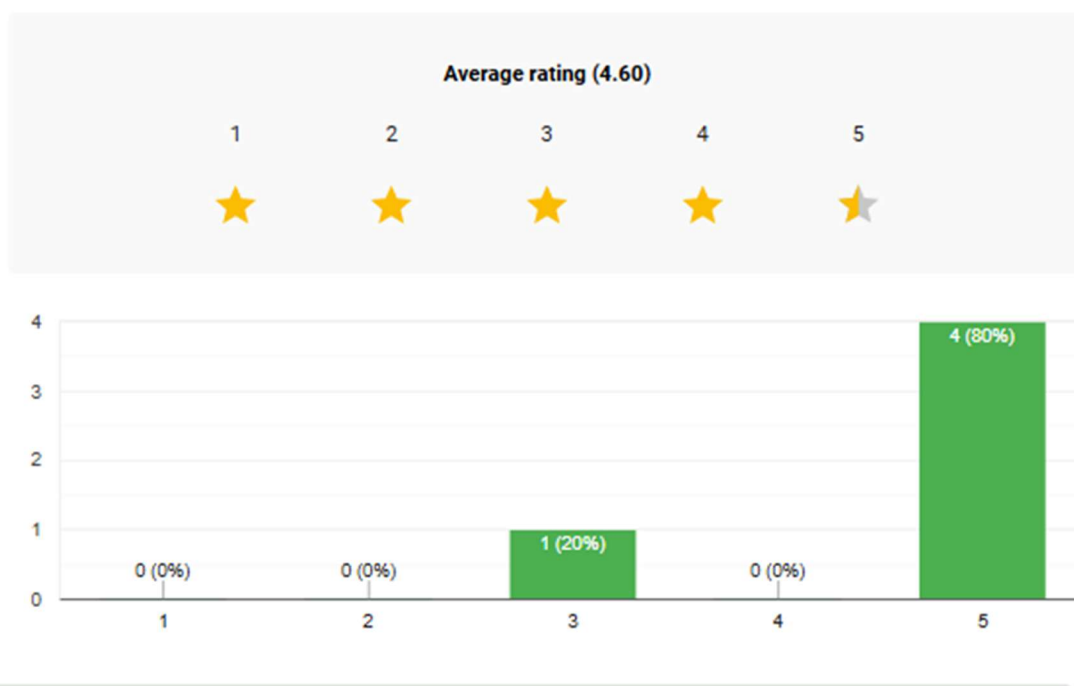
5 respostas



Como você avalia as possíveis contribuições para prática docente do **Encontro 3 - Inteligência Artificial**

 Copiar gráfico

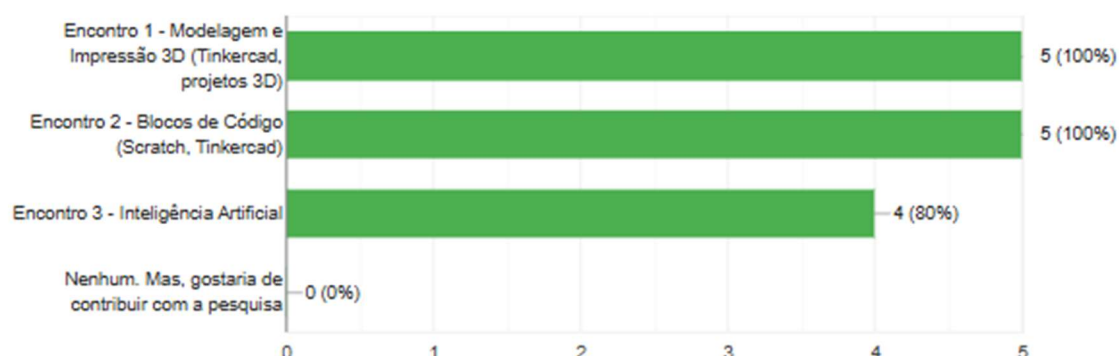
5 respostas



Marque o número dos encontros que participou da atividade de formação:

 Copiar gráfico

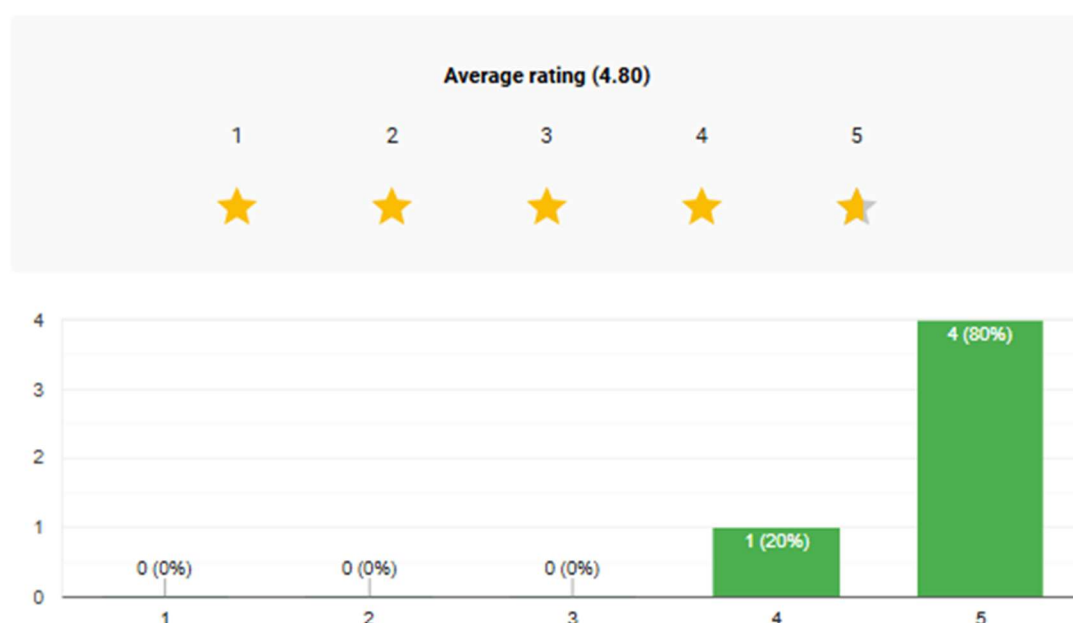
5 respostas



Como você avalia, de forma geral, a contribuição desta atividade de formação, voltada para a abordagem Maker?

 Copiar gráfico

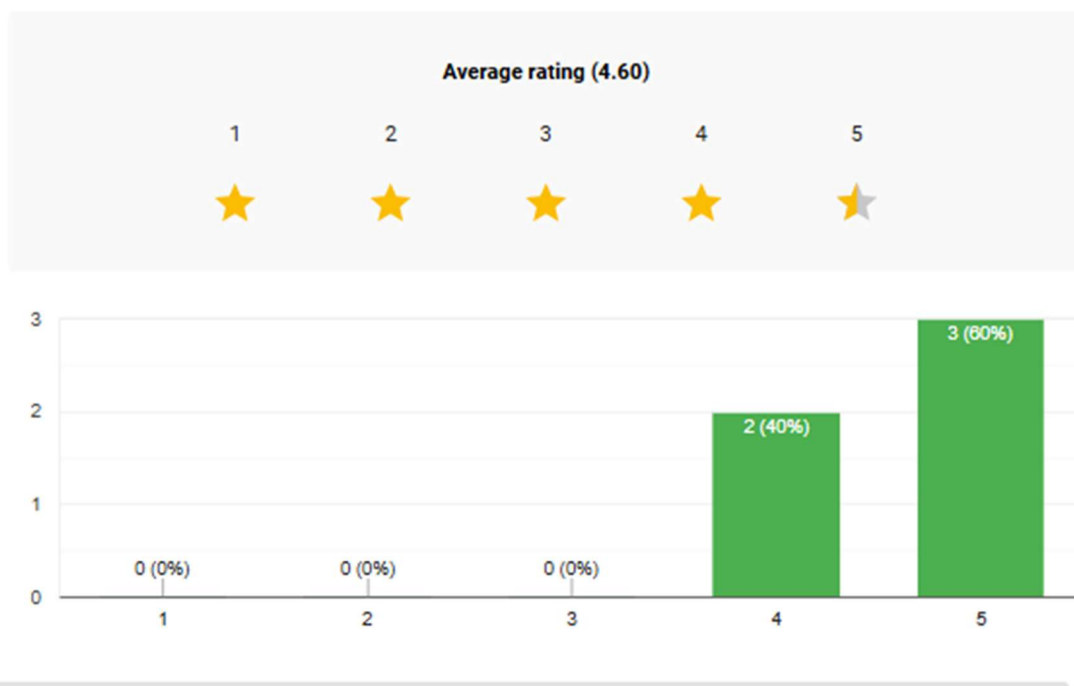
5 respostas



Atribua uma nota para a organização e qualidade da atividade de formação

 Copiar gráfico

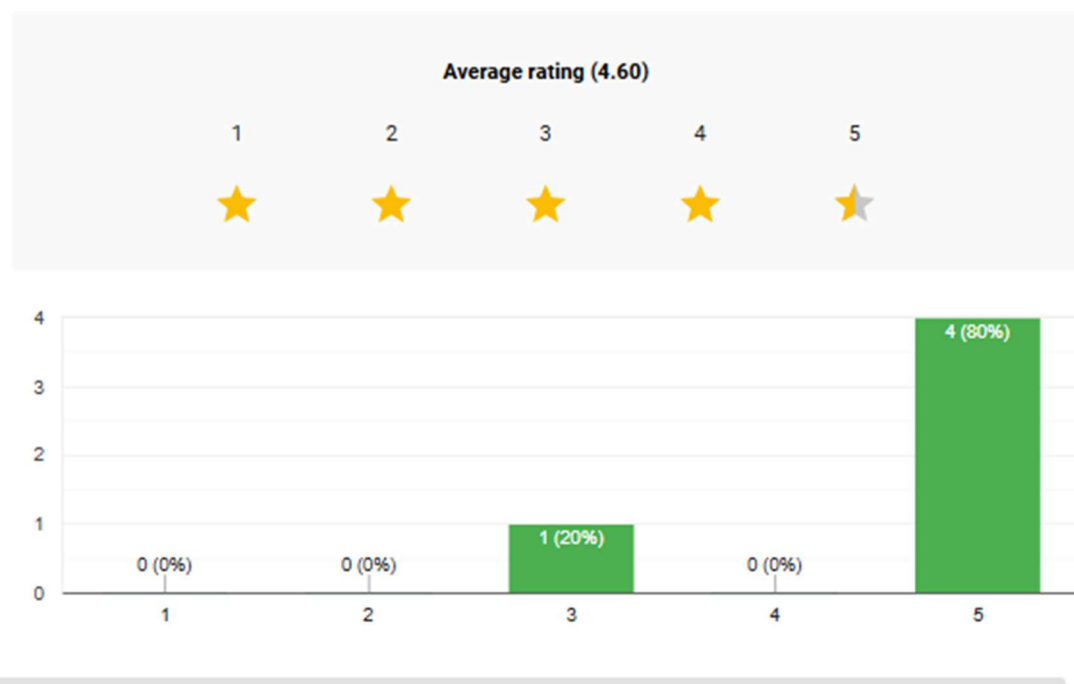
5 respostas



Como você avalia a conexão destas atividades de formação com as possibilidades que a Sala Maker oferece?

 Copiar gráfico

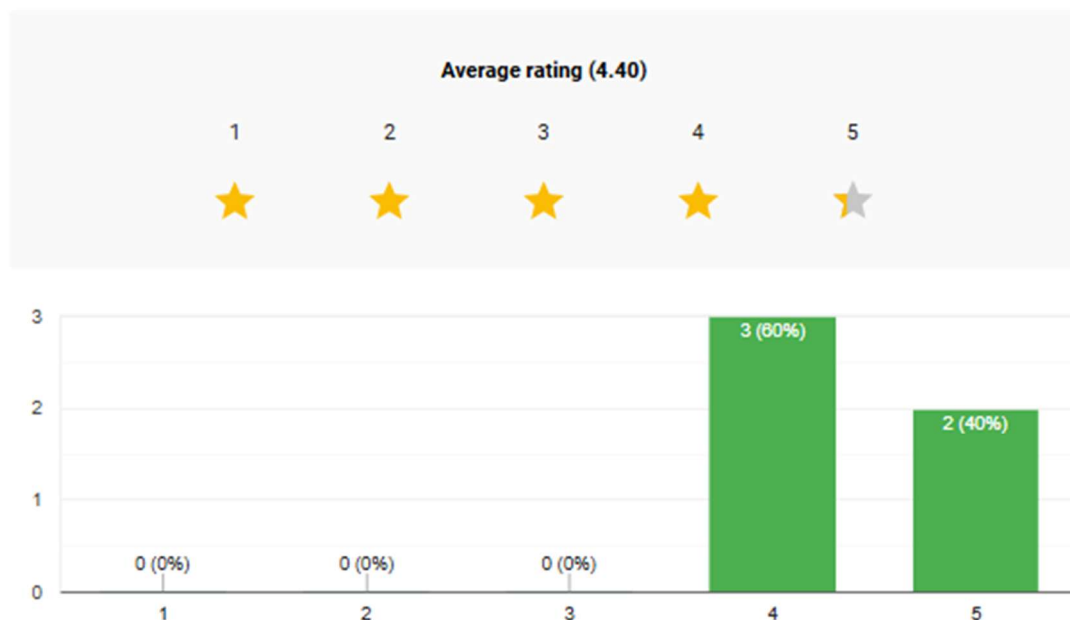
5 respostas



O quanto considera que uma atividade de formação como esta possa te estimular a realizar projetos na Sala Maker?

 Copiar gráfico

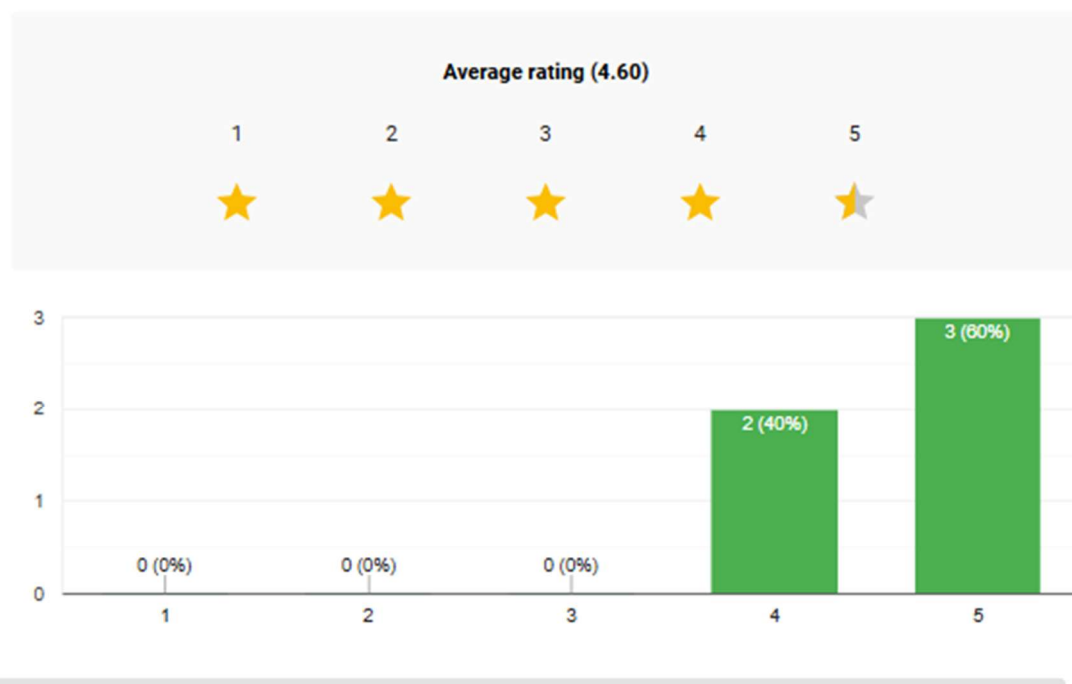
5 respostas



 Copiar gráfico

Considera que o curso proporcionou momentos de reflexão sobre tendências do momento que reverberam nas práticas pedagógicas?

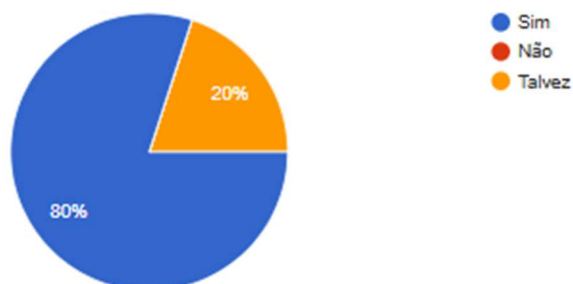
5 respostas



Você considera que existe uma relação entre inovação tecnológica e transformações nas práticas pedagógicas?

 Copiar gráfico

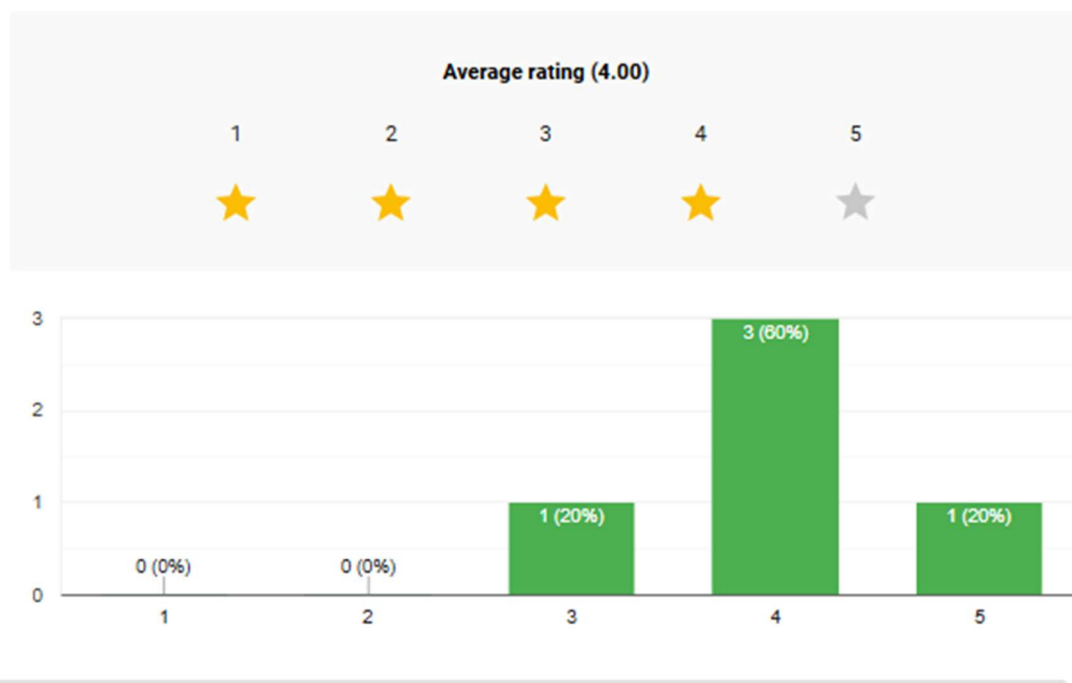
5 respostas



Em que grau considera que existe uma relação entre inovação tecnológica e transformações nas práticas pedagógicas?

 Copiar gráfico

5 respostas



Na oportunidade desta formação, gostaria de ter tido contato com algum outro assunto? Qual ou quais seriam?

5 respostas

Como usar óculos virtual nas aulas.

Não

Não.

Cortadora a laser se possível

Aprender a usar máquina de corte.

Pretende realizar algum curso que tenha afinidade com esta formação? Qual ou quais seriam?

5 respostas

Sim, gostaria de fazer um curso de inteligência artificial (IA) na educação..

Não

Não.

Impressora 3D

Nenhum em vista.

Como você percebe o papel da Cultura Maker na educação atual?

5 respostas

Transformação no aprendizado pois desperta a criatividade do aluno.

Percebo como um fator interessante para fomentar autonomia do aluno no processo de aprendizagem

Importante para tornar o conteúdo das disciplinas mais atrativos.

Ativo, relevante e interessante

Uma tentativa de gerar interesse e engajamento nos discentes.

Diante dos desafios do mundo contemporâneo, pensando especialmente nos possíveis impactos da computação, compartilhe sua percepção sobre o papel da educação, em um momento como o que vivemos na atualidade.

5 respostas

Papel da educação é formar cidadãos críticos e preparados para um mundo digital, capazes de compreenderem os avanços e as transformações na sociedade.

Entendo que o papel da educação na história da humanidade é, e continuará sendo, a emancipação do indivíduo. Isso vale tanto para o futuro que desconhecemos quanto para o mundo contemporâneo, que se encontra em chamas, abastecidas por discussões sobre como o avanço tecnológico sempre carrega preocupações de viés ético sobre uso, impacto e aplicação. Portanto, o papel da educação, na minha opinião, é justamente iluminar a sombra que as tecnologias podem produzir no entendimento das pessoas. A educação amplia a compreensão e a assimilação crítica das vantagens e desvantagens que toda tecnologia carrega, tornando a humanidade ativa diante da inovação, e não refém.

É necessária uma alfabetização digital tanto para os docentes quanto para os discentes. A computação pode ser uma ferramenta muito útil.

Acredito em inovação tecnológica portanto o papel da educação é saber mediar a nova forma de pensar.

A informática e a tecnologia entremearam-se na vida. A subutilização e a não compreensão do funcionamento e alcance diminui a chance de inserção no mercado de trabalho e do uso correto dos mesmos pelos estudantes, ao saírem da escola.

Comentários ou sugestões.

3 respostas

Os encontros foram muito bons, nos ajudou a adquirir novos conhecimentos.

Muito obrigada pela formação, Anderson.

Retornem com mais projetos para nos capacitar. O CIEP atende duas cidades, Seropédica e Nova Iguaçu. Isso permite que o aprimoramento tenha um alcance maior.

Espaços de abordagem maker

algumas possibilidades

Autor: Anderson Bruno Ribeiro Peixoto

Orientadora: Profa. Dra. Roseli Alves de Moura

Coorientador: Prof. Dr. Moisés Ceni de Almeida



PPGEdu**CIMAT**

Apresentação

Os espaços formais de educação têm sido cada vez mais permeados pela tecnologia e, recentemente, observamos a disseminação de espaços inovadores de aprendizagem em cultura digital e tecnológica, na forma de iniciativas governamentais (E-TEC, GET e IFMaker).

Desta maneira, entende-se que surgem no cenário das práticas educacionais contemporâneas, novas demandas que necessitam de maior atenção. Sobretudo, no momento em que a partir deste ano a implantação da BNCC Computação se torna obrigatória, provocando uma maior reflexão, especialmente, sobre a práxis pedagógica em espaços de inovação e tendências, em particular, relacionadas à capacitação docente.

Portanto, visando agregar contribuições significativas para formação de professores(as) que desenvolvem atividades em espaços de prototipagem, se pensou a partir das possibilidades encontradas apresentar propostas que se consolidaram na forma de um curso de extensão universitária e que, como se pode notar, foi especificamente desenvolvido em diálogo com um espaço *Maker* de uma escola que possui uma das estruturas projetadas e instaladas por uma das iniciativas governamentais, pretende-se dar luz aos desafios docentes neste cenário que reverbera necessidades de práticas pedagógicas colaborativas, criativas e inovadoras. Tendo em vista a perspectiva atual dos modos de viver cada vez mais associados e dependentes da tecnologia, precisamos discutir sobre os novos tipos de letramento, bem como ressaltar a importância do uso ético e consciente das tecnologias.

Assim, considera-se que tal material, pode agregar a propostas de outros espaços que podem adaptar ideias ou apenas utilizar os recursos compatíveis da melhor forma possível, estimulando a atividades transversais e o desenvolvimento de projetos nestes espaços, promovendo maior engajamento e impacto social através da educação.

Por fim, destaca-se que a proposta deste trabalho trata-se de apresentar atividades mais práticas que estejam conectadas ao universo da cultura digital, maker e STEAM. Recomenda-se, caso deseje maior aprofundamento, que se realize leitura do trabalho de mestrado do presente autor, na plataforma da

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Porém, para ajudar a contextualizar passaremos brevemente por algumas ideias introdutórias importantes e significativas, para ajudar ao leitor e especialmente, caso o leitor ainda não tenha tido contato com o tema.

Este produto educacional — **Espaços de abordagem maker**: algumas possibilidades — foi elaborado no âmbito do PPGEducIMAT/UFRRJ

Sumário

Apresentação	1
Sumário	3
01. Introdução - um breve panorama	4
02. Referencial Teórico - dois personagens icônicos	5
03. Possibilidades e propostas aos espaços	6
04. Considerações Finais	18
05. Para saber mais - Referências	19

01. Introdução - um breve panorama

A perspectiva de uma Educação Maker, especialmente a partir da abordagem STEAM, quanto o uso de metodologias ativas, como a resolução de problemas, se propõe a promover o engajamento dos alunos em projetos concretos que dialoguem com a realidade. Desta maneira, busca-se desenvolver a interdisciplinaridade através desta perspectiva de uma abordagem prática que tem como proposta colocar a “mão na massa”, e se tem como base a cultura do “faça você mesmo” (*do it yourself*) e o princípio do aprender fazendo (*learning by doing*).

Cabe ressaltar que a perspectiva STEAM, trata-se de um acrônimo das áreas de conhecimentos e que correspondem respectivamente a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. para desenvolver habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas e estimular a criatividade, no intuito de promover uma aprendizagem mais completa e contextualizada.

Na Educação, o Movimento Maker surge ainda como um fator de atração e engajamento dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de competências como criatividade, autonomia e empatia (Brasil, 2022, p. 35).

Assim, através do processo criativo e inovador, busca-se promover um ambiente de aprendizagem que explore variados métodos de investigação para resolução de problemas em situações reais. Dentre algumas das metodologias ativas, pode-se destacar: a aprendizagem baseada em projetos, a aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida, atividades de aprendizagem em grupo ou aos pares, a gamificação e o Design Thinking. Este último consiste em um processo estruturado em etapas que envolve a escuta, a observação e a investigação, para, então, culminar na implementação de uma solução ou melhoria.

02. Referencial Teórico - dois personagens icônicos

a. Seymour Papert (1928 - 2016, África do Sul):

Considerado um dos pioneiros da inteligência artificial (Mota, 2014, p. 12), defendia o uso de computadores na educação, criou uma linguagem de programação chamada Logo (1970), para ensinar programação de computadores às crianças. Ele considera que o engajamento dos alunos na produção ativa envolve uma pedagogia do aprender fazendo em conexão com a robótica educacional, conectada com o fazer no mundo. Por ter sido aluno de Piaget, considera-se que isto lhe trouxe influências para desenvolver o conceito de construcionismo, que para ele seria como uma evolução do conceito do construcionismo. Tendo em vista que agora o aluno teria mais autonomia para construir seu conhecimento através do uso de uma ferramenta, que seria o computador.

b. Mitchel Resnick (1956, EUA):

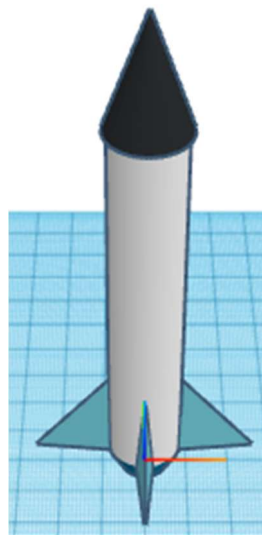
Cientista da computação e educador, foi líder do grupo Lifelong Kindergarten do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), onde ele pretendia promover uma estratégia de aprendizagem ativa que fosse relevante para todos através desta proposta de colocar a “mão na massa”. A plataforma Scratch (linguagem de programação em blocos), surgiu através de seu grupo de pesquisa (Souza, 2018, p.10). Além de idealizar a aprendizagem criativa dos 4 Ps (Projetos, Pares, Paixão e Pensar brincando), uma proposta de projeto em pares, de forma lúdica que a partir do interesse, busca promover uma postura mais ativa e de maior autonomia do aluno.

Embora estes dois autores sejam a grande e as maiores referências do momento, vale destacar, no cenário de autores brasileiros, Paulo Blikstein que trata sobre centralidade do aluno em ambientes de aprendizagem, onde os estudantes constroem protótipos de forma articulada ao conhecimento conceitual, através da experimentação e criação colaborativa.

03. Possibilidades e propostas aos espaços

Modelagem 3D

Figura 1 - Modelagem 3D no Tinkercad



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

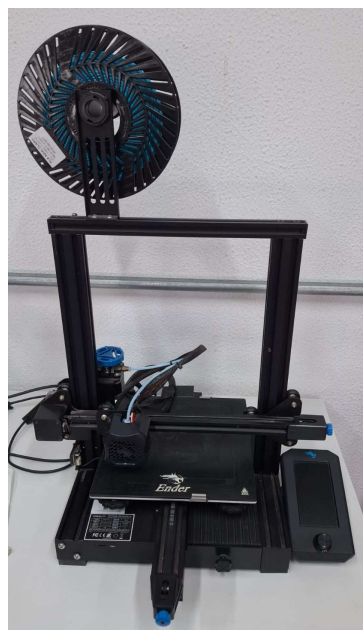
Através da Modelagem 3D podemos criar qualquer coisa de modo virtual e que pode ser impresso. Para isso podemos fazer uso de algum software ou plataforma virtual, para gerar o seu arquivo de impressão, dentre eles, o mais popular é conhecido como STL, Standard Triangle Language (malha triangular) ou Standard Tessellation Language (malha com diferentes geometrias).

Considera-se assim esta estrutura, como uma espécie de ladrilhamento ou "mosaico", de modo que na construção não existam espaços vazios, ou seja, de modo que seja possível criar uma figura fechada como se fosse uma espécie de casca ou casco. Portanto, precisamos avaliar quando vamos consolidar uma ideia e precisamos verificar o que estamos projetando de modo virtual e que desejamos trazer para o mundo físico e real.

Assim, devemos pensar nas características de um desenho que seja possível se tornar concreto e que este tenha parâmetros suficientes que atendam a uma determinada demanda. Detalhes de encaixes devem ser testados ou, a depender do caso, verificar também a resistência e durabilidade da peça projetada.

Impressão 3D

Figura 2 - Foto de uma Impressora 3D



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Existe uma grande variedade de impressoras 3D, com variadas tecnologias ou materiais de impressão. O mais utilizado, dado sua popularidade e relação custo / benefício e/ou facilidade de manejo ou manutenção, é o processo de impressão por filamento, conhecido como FDM - Fused Deposition Modeling (Modelagem de Deposição Fundida).

Os filamentos mais populares são: PLA (ácido polilático), ABS (acrilonitrila butadieno estireno), PETG (Polietileno Tereftalato Glicol) e Flexível - Polietileno Tereftalato Glicelastómeros termoplásticos (TPE) ou Poliuretano termoplástico (TPU).

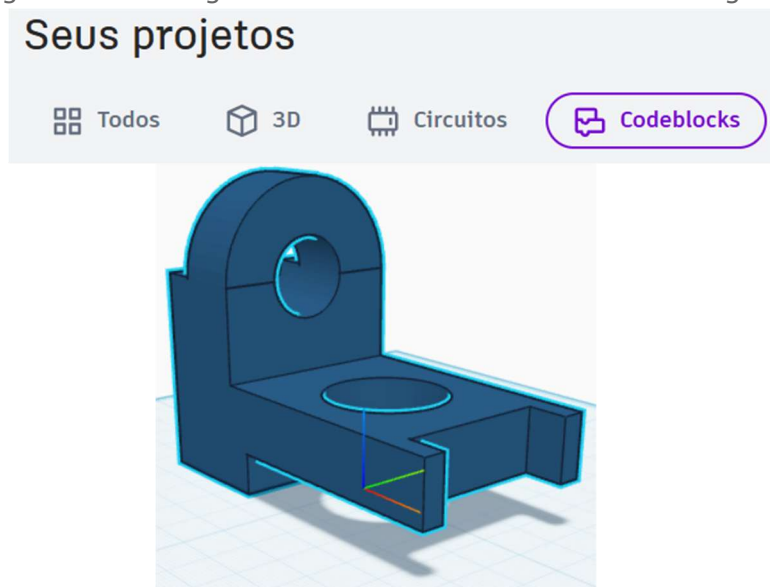
Avalie os materiais que melhor possam atender a sua demanda e de acordo com seu projeto, verifique a necessidade de uso de suportes na impressão, para evitar perdas ou desperdício.

Mas, atenção, podem ocorrer falhas!

Portanto, esteja atento sempre aos cuidados como a umidade para não degradar rapidamente seu filamento e os cuidados de troca ou instalação do filamento, além de possíveis cuidados de manutenção da sua impressora, verifique no manual do fabricante.

Blocos de Código

Figura 3 - Modelagem realizada através de blocos de códigos



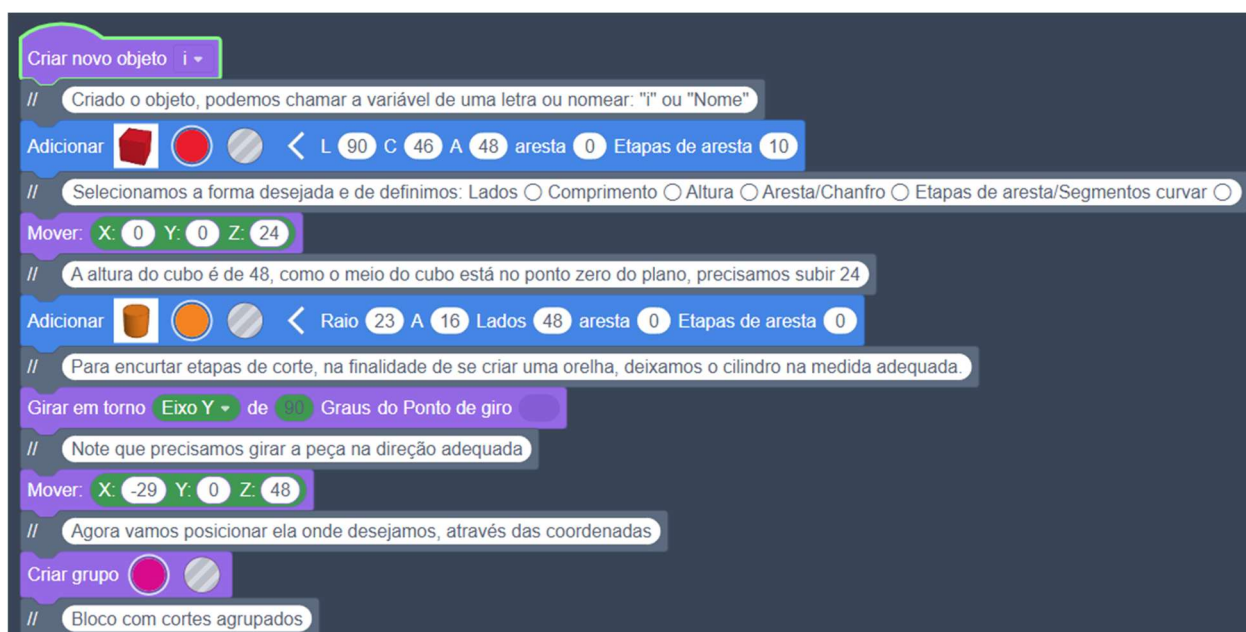
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nesta etapa vamos utilizar o Tinkercad, crie sua conta e vamos colocar a mão na massa!

Embora vamos tratar dos blocos de códigos, nesta plataforma podemos utilizar apenas a Modelagem 3D (seus projetos / 3D), nela é onde desenhamos de forma livre usando formas geométricas, arrastando as formas para o plano de trabalho. Se quiser, busque explorar a plataforma para desenhar de forma livre. Pode ser divertido e é bastante intuitivo, como quem pode empilhar blocos de diferentes geometrias e pode acrescentar ou remover/esculpir da forma desejada. No modo de circuitos (seus projetos / Circuitos) podemos realizar simulações de circuitos antes de construir, na prática, nossos projetos reais e isso pode nos ajudar a evitar danificar algum componente antes de consolidar nossos protótipos. Mas então vamos ao que interessa! Vamos aos Codeblocks, os nossos blocos de códigos que vamos construir a nossa peça da figura 3.

Observe os comentários pois são muito importantes para compreender o que está ocorrendo na construção!

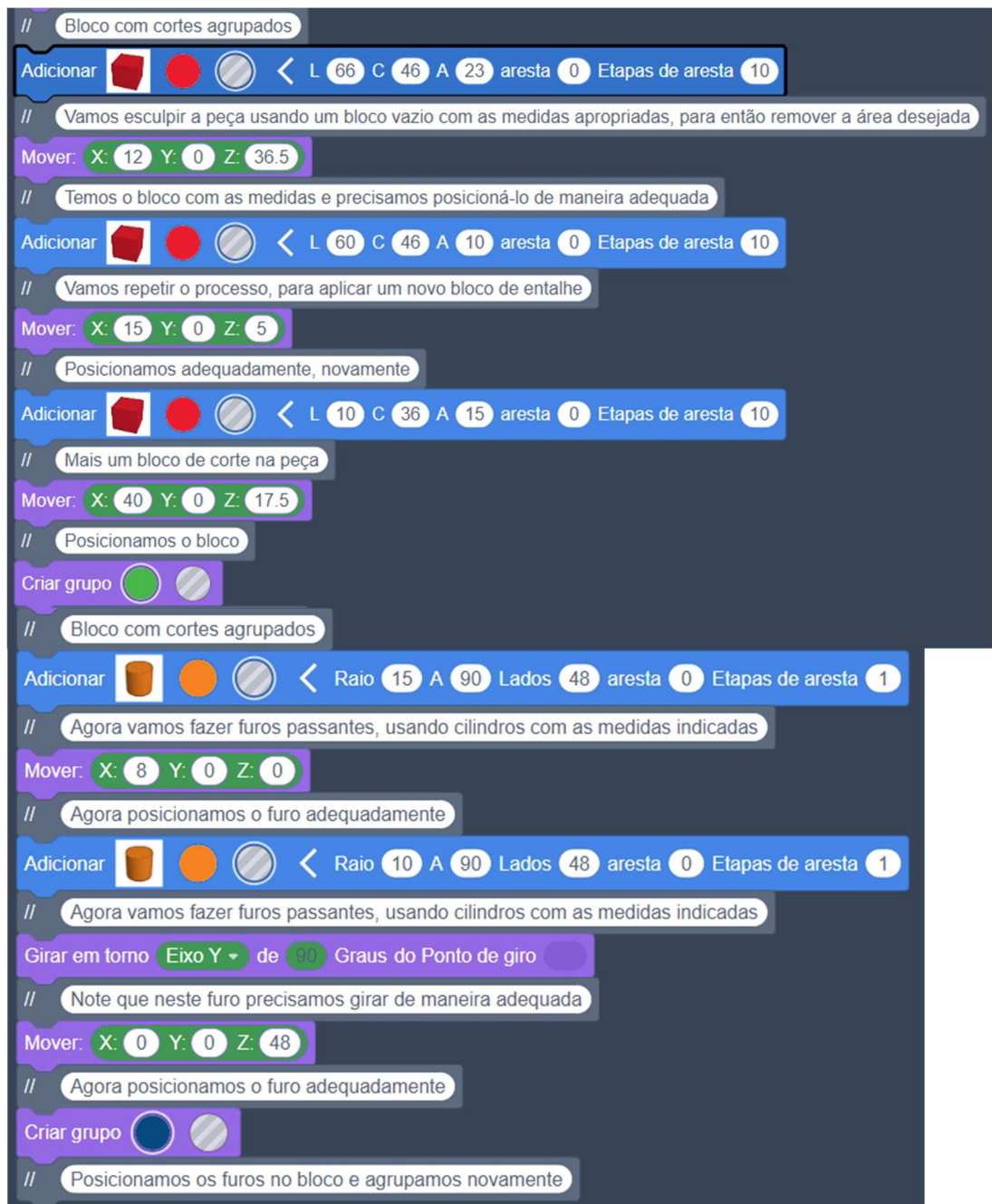
Figura 4 - Blocos de código, etapa 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Note que se chegar até a linha de “criar grupo”, temos um bloco maciço. Vamos agora aos cortes e os furos passantes em nossa construção!

Figura 5 - Blocos de código, etapa 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Nesta etapa 2, repare que se deixou uma espécie de degrau na imagem (lado direito) para ajudar a visualizar a transição onde vamos começar a fazer os “furos passantes, usando cilindros”!

Este tipo de figura é muito comum nas aulas de desenho em cursos de engenharia e onde se utilizam softwares mais robustos e elaborados. Assim, nesta plataforma podemos encontrar algumas limitações, porém é extremamente viável para construção de pequenos projetos nos diversos níveis de ensino.

E agora? Lembra do foguete da figura 1, será que conseguimos fazer um parecido?

Tente fazer o seu! Mas, caso não consiga ou tenha dificuldades, vamos ao passo a passo com comentários nos códigos para ajudar você!

Figura 6 - Blocos de código do foguete



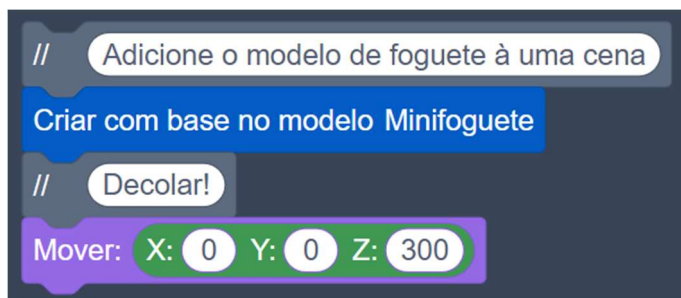
Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Note que novamente se deixou uma espécie de degrau na imagem (lado direito) para ajudar a visualizar a transição de onde terminamos de construir o corpo do foguete e onde vamos começar a fazer as aletas e a região da saída de gases do motor.

Vamos decolar este foguete?

Acrescente este bloco e divirta-se!

Figura 7 - Blocos de código do foguete



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observe que atribuímos o valor 300 no eixo Z, sendo assim isto significa que parou como se tivesse atingido a nossa órbita desejada! Caso precise deixar ele mais alto, basta aumentar o valor.

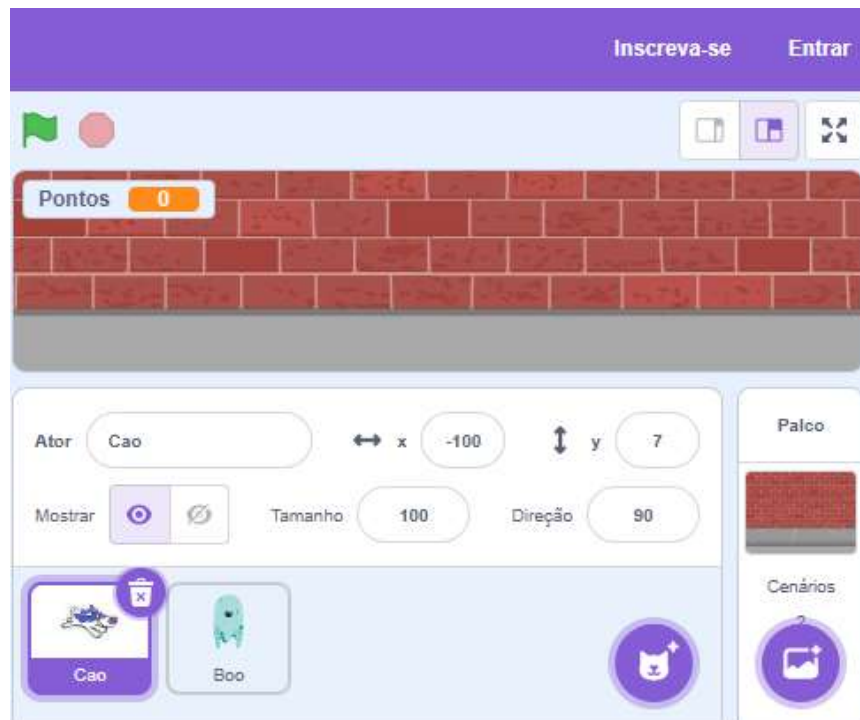
Agora que você conhece um pouco sobre os blocos de código, que tal experimentar o **Scratch?**

Para ensinar crianças recomenda-se o material complementar: “Programar um Jogo com Scratch2 : Um Gibi em Estilo Mangá para Ensino de Programação”, dos autores Chritiane Gresse von Wangenheim e Aldo von Wangenheim, produzido pela Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC (<https://computacaonaescola.ufsc.br/crie-jogos/>)

Tal proposta incentivou que a partir desta ideia fosse criado o Cão pega o Fantasma! Vamos lá, tentar fazer?

Acesse a plataforma <https://scratch.mit.edu/> crie sua conta, tente explorar um pouco a plataforma e vamos iniciar a atividade com a inserção das personagens/atores, bem como o seu cenário que vamos utilizar!

Figura 8 - Inserindo personagens/atores e cenário



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observe os círculos de cor lilás, um deles é o de cenários e o outro que parece o rosto de um gato é das personagens. Note que já inserimos o nosso cenário escolhido, o cão e o fantasma, este último é o que vamos iniciar a programação.

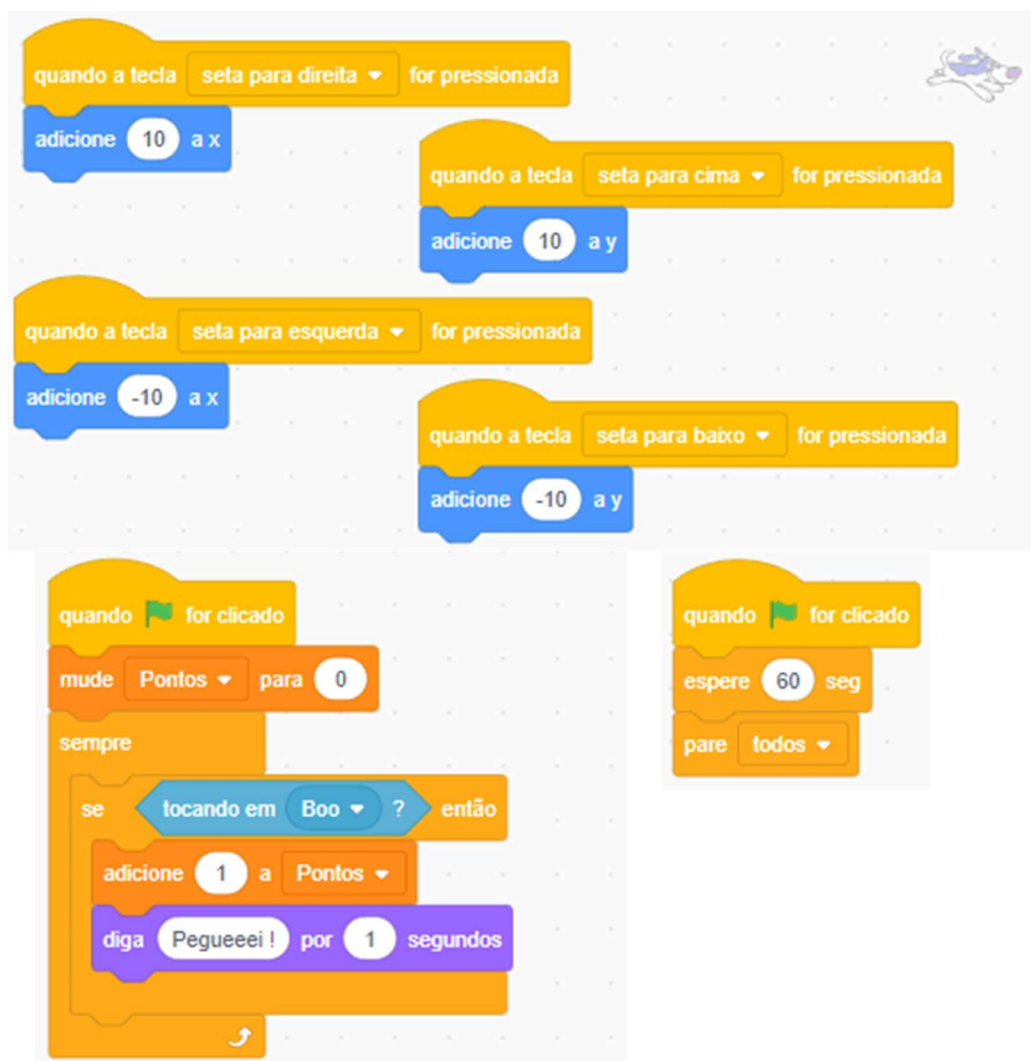
Figura 9 - Inserindo o fantasma Boo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Agora vamos programar nosso cão...

Figura 10 - Inserindo o cão cao



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Caso tenha dificuldades tente consultar no site, nosso jogo do Cão pega o Fantasma! (<https://scratch.mit.edu/projects/1070345734>).

Inteligência Artificial

O termo foi criado por John McCarthy, um dos fundadores da área. em 1958.

Como falamos sobre o pioneirismo na inteligência artificial e dada a proporção em que largamente esta ferramenta tem ocupado espaços em nossa vida cotidiana, recomenda-se que os professores busquem formações que ajudem a entender melhor como esta ferramenta funciona. Recomenda-se a plataforma AVAMEC, que é onde encontramos o curso “Formação para Professores em Inteligência Artificial”, de onde podemos trazer algumas impressões e discussões que estimularam esta etapa de nossa proposta.

Já que estamos falando em programação e inteligência artificial...

O que vem a ser um algoritmo?

De maneira simplista, seriam instruções de passo a passo que irão ajudar um computador a realizar alguma tarefa, no nosso caso foi fazer um foguete ou uma peça. Temos dispositivos domésticos com cada vez mais tecnologia embarcada, um que tem se popularizado atualmente é o robô aspirador. Mas vamos pensar inicialmente em algo mais simples, as máquinas de lavar roupas! Embora hoje existam máquinas de lavar e secar, vamos pensar no modo mais simples possível de como seria o algoritmo de uma máquina de lavar roupas...

1. A roupa a ser lavada deve ser colocada na máquina;
2. Acionamos a entrada de água, conforme a quantidade necessária, baixa, média ou alta;

3. Enquanto ocorre a entrada de água entra, o sabão do reservatório é levado;
4. A roupa deve ficar um certo tempo de molho nesta água com sabão;
5. Inicia-se então, os movimentos de lavagem;
6. Ocorre a troca da água;
7. Em seguida, inicia-se os movimentos de enxágue;
8. Retira-se a água da máquina;
9. Por fim, inicia-se o processo de centrifugação.

Esta, possivelmente, seja uma das maneiras mais simples de entender o que é e como se construir um algoritmo. Mas esta máquina pode ser mais complexa e quanto mais complexa, mais sensores ela pode possuir. Estes sensores são capazes de detectar e gerar uma quantidade de dados, ou seja, informações que precisam ser processadas.

Estamos na era de operações que envolvem uma grande quantidade de dados (big data), mais informações exigem um maior tratamento dos dados e com o efeito buscamos maior autonomia da máquina de lavar para tomar decisões. Por exemplo, poderia pesar a roupa para uma dosagem mais precisa dos produtos para lavagem e a água utilizada. Destaca-se, portanto, que a tomada de decisões é algo crucial aqui. Pois, isso define a capacidade de autonomia, ou seja, como o algoritmo da máquina decide ou escolhe os próximos passos sem haver interferência humana.

O que é a inteligência artificial (IA)?

Trata-se de uma área da ciência da computação que foca na criação de máquinas capazes de realizar tarefas que exigem inteligência humana, ou seja, a criação de software capaz de se adaptar e aprender sobre novas situações, com tomada de decisão como os seres humanos. A essa capacidade de aprender, denominamos machine learning. Uma das possibilidades é o reconhecimento de padrões familiares que ajudam a identificar e classificar um objeto por meio de associação.

Entre no site Quick, Draw (<https://quickdraw.withgoogle.com/>), faça o desenho sugerido.



Fonte: <https://quickdraw.withgoogle.com/>

Para entender mais, busque na internet sobre as cadeias de Markov, para entender como ocorre a previsibilidade na geração de texto, por exemplo. E como se desenvolveu o Processamento de Linguagem Natural (PLN) e quais os produtos e serviços estão envolvidos. Outro ponto importante é o *deep learning* (aprendizado profundo), onde as máquinas aprendem repetindo o fracasso e o sucesso após ter uma base através de uma enorme quantidade de dados, como no caso da análise de imagens.

Tente refletir sobre os impactos da IA, o que ela pode ou não fazer, quando ela pode ser útil ou quando sua utilização deveria ser questionada?

04. Considerações Finais

Este produto educacional foi desenvolvido no intuito de ajudar os professores a percorrer algumas das possíveis trajetórias dentro do universo da Educação Maker. E, se propôs a apresentar uma breve imersão prática em três vertentes desta cultura digital contemporânea: a Modelagem e Impressão 3D, a Programação por Blocos e a Inteligência Artificial.

A experiência do Tinkercad é especialmente interessante, por se tratar de uma plataforma com possibilidades distintas de desenvolvimento: 3D, codeblocks e circuitos. Especialmente, a programação em blocos para modelagem pode oferecer um ambiente fértil para aprimorar o pensamento computacional e o raciocínio espacial. Cabe destacar que a materialização de ideias, durante o processo de design thinking (idealizar, prototipar, testar e refinar) ao se aliar à cultura do learning by doing, consolida a proposta de aprendizagem significativa, de modo que o erro tende a passar a ser tido como etapa uma etapa natural e parte constituinte do processo de inovação. Bem como o Scratch, com suas possibilidades, em especial a criação de jogos, pode ajudar a pensar de forma mais estruturada e organizada a lógica algorítmica.

Além disso, a impressão 3D tem um destaque por sua popularidade nestes ecossistemas de aprendizagem interdisciplinar através de espaços de prototipagem. Por fim, diante da grande expansão e alcance que as inteligências artificiais alcançaram, precisamos compreender mais sobre este fenômeno e discutir seus impactos, bem como avaliar a perspectiva ética dos usos e aplicações desta ferramenta. Dada a importância de se despertar um olhar mais crítico sobre os aspectos positivos e negativos desta tecnologia.

Ressalta-se ainda que a implementação dessa proposta vai exigir, além de uma infraestrutura tecnológica, que exista a formação continuada dos educadores para que eles possam atuar como mediadores desse processo e tratar da importância de estimular o protagonismo, a criatividade e a autonomia dos alunos. Pensando sempre no uso consciente e ético dos recursos disponíveis para construirmos um mundo cada vez mais tecnológico e inovador.

05. Para saber mais - Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Formação para Professores em Inteligência Artificial**. Brasília: AVAMEC, [s.d.]. Curso à distância. Disponível em: <https://avamec.mec.gov.br/>. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Rede Maker**. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/ept/rede-maker-o2018aprender-fazendo2019-da-rede-federal>. Acesso em: 19 jul. 2025.

COMPUTAÇÃO NA ESCOLA. **Crie jogos**. Florianópolis: UFSC, [s.d.]. Disponível em: <https://computacaonaescola.ufsc.br/crie-jogos/>. Acesso em: 18 ago. 2025..

MOTA, Érico Ricard Lima Cavalcante. **O construcionismo de Papert como concepção epistemológica: fundamentos para qual educação?** 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=83063>. Acesso em: 13 out. 2025.

PEIXOTO, Anderson. **Minifoguete AB**. [S. l.]: Tinkercad, [s.d.]. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/codeblocks/2EXTFylGK5O-minifoguete-ok>. Acesso em: 22 jul. 2026.

SCRATCH. **Página inicial**. [S. l.]: MIT, [s.d.]. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>. Acesso em: 23 mai. 2026.

SCRATCH. **Projeto 1070345734**. [S. l.]: MIT, [s.d.]. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/1070345734>. Acesso em: 29 abr. 2026.

SOUZA, Michel Figueiredo de; COSTA, Christine Sertã. **Scratch: guia prático para aplicação na educação básica**. Rio de Janeiro: Imperial, 2018. 78 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/566023/2/Produto%20%20Michel%20de%20Souza%202019.pdf>. Acesso em: 19 out. 2025.

TINKERCAD. **Página inicial**. [S. l.]: Autodesk, [s.d.]. Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 23 mar. 2026.

TINKERCADSHAPES. **Rocket to Mars**. [S. l.]: Tinkercad, [s.d.]. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/codeblocks/7vXu5UBlrnG>. Acesso em: 15 jan. 2026.