UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Alessandra dos Santos Galdino

CONTRIBUIÇÕES DE PRÁTICAS *MAKER* PARA A FORMAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO DE CASO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA

Brasília – DF

2026

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Alessandra dos Santos Galdino

CONTRIBUIÇÕES DE PRÁTICAS *MAKER* PARA A FORMAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO DE CASO COM LICENCIANDOS EM FÍSICA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.
Orientador(a): Prof. Dr. Khalil Oliveira Portugal

Brasília – DF

2026

ficha catalográfica elaborada automaticamente, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD – Análise Textual Discursiva

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CNE/CP – Conselho Nacional de Educação / Conselho Pleno

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

DIY – Do It Yourself (Faça Você Mesmo)

EaD – Educação a Distância

ERER – Educação para as Relações Étnico-Raciais

IFPA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MIT – Massachusetts Institute of Technology

PCA – Práticas Corporais de Aventura

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PLA – Ácido Polilático

PVC – Policloreto de Vinila

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

SEMED/Manaus – Secretaria Municipal de Educação de Manaus

SME-SP – Secretaria Municipal de Educação de São Paulo

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

TPACK – Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UnB – Universidade de Brasília

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espiral da aprendizagem criativa.
Figura 2 – a) aluna e professor testando a voltagem em um circuito elétrico; b) estudante utilizando a furadeira; c) estudante observando seu artefato ser impresso;
Figura 3 – a) imagem de partes das polias sendo projetadas no *Tinkercad*; b) outra imagem de parte das polias sendo projetadas no *Tinkercad;* c) sistema de polias prontas.
Figura 4 – a) imagem da produção do plano cartesiano; b) imagem do vírus sendo impresso; c) estudante segurando um sistema de engrenagens modelado e impresso por ela.
Figura 5 – a) imagem do protótipo de olho humano sendo fatiado; b) imagem do estudante apresentando seu trabalho.
Figura 6 – a) tambor sendo impresso; b) objeto finalizado; c) estudante apresentado seus artefatos.
Figura 7 – a) estudante produzindo a estrutura de madeira; b) estrutura final do artefato, com o Arduino associado ao computador.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas da Revisão Sistemática da Literatura.
Quadro 2 – Critérios de inclusão e exclusão para os artigos da RSL.
Quadro 3 – Categorias determinadas a priori e categoria emergente.
Quadro 4 – Identificação dos artigos selecionados para o *corpus* de análise.
Quadro 5 – Distribuição dos excertos por categoria de saberes: RSL e entrevistas.
Quadro 6 – Lista de artigos selecionados na RSL.

RESUMO

A cultura *maker*, movimento que privilegia a criação, o compartilhamento e a modificação de objetos em detrimento do simples consumo, possui forte influência das tecnologias e pode contribuir para a formação docente. Esta pesquisa objetivou investigar as contribuições de práticas *maker* para a formação de professores. A questão surgiu da necessidade de se utilizar tecnologias em ambiente educacional de maneira eficiente, auxiliando estudantes e profissionais da educação a atuar com autonomia e criatividade, refletindo sobre seus próprios recursos e problemas a serem resolvidos. Para tal, utilizou-se a tipologia de Tardif, aliada aos preceitos da cultura *maker*. A pesquisa, com abordagem qualitativa, caracterizou-se por um estudo de caso aliado a uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O estudo de caso teve como participantes alunos de licenciatura da Universidade de Brasília (UnB) e ocorreu durante o período de um semestre. Os dados foram coletados por meio de observação participante, entrevistas e captura de imagens. A partir das palavras-chave predefinidas, a RSL resultou em 111 artigos e, após a aplicação dos critérios de exclusão, restaram apenas seis. Para a interpretação das entrevistas e dos artigos, recorreu-se à Análise Textual Discursiva. O processo contou com quatro categorias a *priori* (saberes profissionais, disciplinares, curriculares e experienciais) e uma categoria emergente (saberes tecnológicos). Os resultados indicam indícios de mobilização dos diversos saberes durante as práticas *maker*, evidenciando especialmente o potencial de que os professores em formação criem e adaptem seus próprios recursos educacionais, com autonomia, criatividade e resiliência diante do erro. Além disso, os resultados sugerem que práticas *maker* funcionam como um espaço em que saberes disciplinares, curriculares e profissionais são retraduzidos e validados na experiência, sendo o saber experiencial o eixo que articula os demais. Conclui-se que as práticas *maker* podem contribuir para o desenvolvimento de todos os saberes docentes. Quando se trata do desenvolvimento de saberes tecnológicos, tanto a formação inicial e continuada adequada quanto a disponibilidade de recursos tecnológicos são fundamentais.

Palavras-Chave: Práticas *Maker*. Saberes Docentes. Ensino de Ciências. Análise Textual Discursiva.

ABSTRACT

The *maker* culture, a movement that prioritizes the creation, sharing, and modification of objects rather than mere consumption, is strongly influenced by technology and may contribute to teacher education. This study aimed to investigate the contributions of *maker* practices to teacher education. The research question arose from the need to use technologies efficiently in educational settings, helping students and education professionals to act with autonomy and creativity while reflecting on their own resources and the problems to be solved. To this end, Tardif's typology was adopted in conjunction with the principles of *maker* culture. This qualitative study was characterized as a case study combined with a Systematic Literature Review (SLR). The case study involved undergraduate teacher education students at the University of Brasília (UnB) and was conducted over the course of one semester. Data were collected through participant observation, interviews, and image capture. Based on the predefined keywords, the SLR initially identified 111 articles, of which only six remained after the exclusion criteria were applied. The interviews and articles were analyzed using Discursive Textual Analysis. The analytical process comprised four *a priori* categories (professional, disciplinary, curricular, and experiential knowledge) and one emerging category (technological knowledge). The results indicate evidence of the mobilization of different types of teacher knowledge during *maker* practices, particularly highlighting their potential to enable pre-service teachers to create and adapt their own educational resources with autonomy, creativity, and resilience in the face of error. Furthermore, the findings suggest that *maker* practices provide a space in which disciplinary, curricular, and professional knowledge are reinterpreted and validated through experience, with experiential knowledge serving as the axis that articulates the others. It is concluded that *maker* practices can contribute to the development of all types of teacher knowledge. Regarding the development of technological knowledge, both appropriate initial and continuing teacher education and the availability of technological resources are essential.

Keywords: Maker Practices. Teacher Knowledge. Science Education. Textual Discursive Analysis.

APRESENTAÇÃO

Nasci errada, ao menos é o que parece. Ou, se nasci certa, cresci errado. É isso que se pensa quando seus pais expressam com tanta frequência as suas necessidades de conserto. Para piorar, não sou de prestar atenção nas coisas, só no que me interessa. Essa característica é extremamente malvista quando as pessoas ao seu redor imaginam que sua função é ser uma boa dona de casa, uma mãe cuidadosa e uma cozinheira caprichosa. O estudo? Para meus pais que não tiveram chance de estudar, isso deveria ser, no máximo, coisa de homem.

Eu me recordo de ficar em casa enquanto meu irmão saía, com meu pai, para ver o Papai Noel no Shopping. Afinal, lá fora era perigoso para meninas. Quando retornaram, meu irmão ganhou uma arminha de brinquedo que jogava água em tudo e todos e eu ganhei uma boneca, que parecia um bebê, para que eu já fosse me preparando para meu futuro. Junto às bonecas, ganhei vassourinhas, panelinhas e maquiagens infantis. Enquanto isso, meu irmão ficava com videogames, bolas, carrinhos, bicicleta e até mesmo livros.

Algum protesto silencioso sempre fiz. Construía prédios para minhas bonecas, ao invés de brincar com elas, jogava bola com os meninos, andava de bicicleta e patins ao redor da minha casa (único local seguro para uma garota). Eu usava escondido o videogame do meu irmão. Chorava quando ele saía para a biblioteca e eu tinha que ficar em casa, afinal, nasci menina…

Cresci em região periférica, onde só se falava de universidade federal como uma impossibilidade. No entanto, cursei todo o ensino médio almejando a Universidade de Brasília (UnB). Enquanto eu estudava, meus pais me convidavam, de maneira rude, a desistir “dessa história de UnB”, por ser “muito longe”, “muito perigoso” e “não ser lugar de pobre”.

Ouvi tanto que eu não conseguiria pagar as passagens de ônibus que fiz algumas medidas no chão, calculei o tempo que levaria passando por aquela distância caso eu andasse devagar ou rapidamente. Calculei minha velocidade média! Descobri a distância da minha casa até a universidade. Daquele dia em diante, toda vez em que me pediam pra desistir por causa do preço da passagem, eu explicava que, se eu não tivesse dinheiro, eu poderia ir andando. Cheguei.

Quando entrei na Universidade, eu achava que tudo que aprendi sozinha no meu quarto seria suficiente, mas competir com pessoas que tiveram tantas oportunidades a mais que as minhas foi desafiador. Fiz algumas matérias mais de uma vez. Entre elas, a disciplina denominada Física 1.

Depois de um tempo, percebi algo que meus pais quiseram me falar desde a infância e eu estava focada demais para ouvir: a universidade realmente não foi feita pra mim… Os exercícios do livro de mecânica envolviam carros acelerando, bolas de gude colidindo, armas disparando, trajetória de bolas de futebol, golfe e tantos outros esportes. Assuntos que, em nenhum caso, pareciam familiares. Foi então que ficou claro, não fui criada para analisar nada, fui criada para cuidar de crianças e zelar pela casa. Com as reprovações, percebi que, se eu não pude brincar mais jovem, aqueles eram assuntos pelos quais eu poderia me interessar daquela época em diante. Estudei, passei e me formei.

Eu fiz tantos cursos, tive tantos estágios, trabalhei em tantas escolas, estudei tantas línguas, li tantos livros, escrevi tantos textos, produzi tantos jogos educacionais. Sei que nesse espaço eu deveria falar sobre isso, mas me limito a afirmar: pode acreditar, foram muitos mesmo! Ao contrário do que possa parecer, me diverti em quase tudo.

No dia da minha formatura, recebi mensagens me mandando voltar para casa imediatamente, afinal "é muito perigoso uma mulher ficar na rua depois das 23h". Quando comecei a ir dar aulas pedalando, fui diariamente repreendida, pois "a pista é muito perigosa e eu poderia ser atropelada." Achei que resolveria todos esses problemas quando tirei a carteira de motorista com louvor e comecei a dirigir. Foi então que desisti de agradar aos meus pais, eles chegaram a ficar sem dormir preocupados com todos os desastres que podem acontecer quando uma mulher resolve sair por aí dirigindo.

Ao longo desse caminho, encontrei um maravilhoso marido (Victor) que me respeita, adora cozinhar e acha bonito ter uma esposa estudiosa. Encontrei alunos que brincam comigo, e assim aprendem. Encontrei amigos que aceitam correr na chuva, ao invés de sentirem medo de bagunçar o cabelo (Ana, Jessy, Victória, Natália, Matheus, Dudu, Echelei, Carol, Glaucia, Juliana). Tive tanta sorte! Consegui professores que indicaram bons caminhos (Khalil, Jenifer, Gauche, Mol, Samantha, Sandra, Bob, Renata), diante de percursos desiluminados. Dedico esse trabalho a todos eles.

Por fim, dedico essa dissertação aos meus pais, que agradeço, respeito, perdoo e amo. Eles são apenas seres humanos, com pensamentos um pouco mais ultrapassados que o normal, que não sabiam o que uma mulher era capaz de fazer. Agora sabem.

“Essa moça tá diferente
Já não me conhece mais
Está pra lá de pra frente
Está me passando pra trás (...)

Faço-lhe um concerto de flauta
E não lhe desperto emoção
Ela quer ver o astronauta
Descer na televisão”

Essa Moça Tá Diferente

Chico Buarque

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 13
1. SABERES DOCENTES E FORMAÇÃO DE PROFESSORES 16
1.1. A formação de professores no Brasil: contextualização e problematização 16
1.2. Saberes docentes: uma introdução 18
1.3. Saberes Docentes e Tecnologias Digitais 20
2. CONTRIBUIÇÕES DAS PRÁTICAS *MAKER* PARA A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES 24
2.1. Construcionismo como Teoria de Aprendizagem 24
2.2. Fundamentos da Cultura *Maker* 26
2.3. Fundamentos da Aprendizagem Criativa 30
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 34
3.1. Caracterização da pesquisa 34
3.2. A Revisão Sistemática da Literatura 36
3.3. O Estudo de Caso 38
3.4. Análise dos dados 39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 42
4.1. Revisão Sistemática da Literatura 42
4.1.1. Saberes profissionais na RSL 46
4.1.2. Saberes Disciplinares na RSL 49
4.1.3. Saberes Curriculares na RSL 52
4.1.4. Saberes Experienciais na RSL 55
4.1.5. Saberes Tecnológicos na RSL 57
4.2. Análises das Entrevistas 60
4.2.1. Saberes Profissionais nas Entrevistas 61
4.2.2. Saberes Disciplinares nas Entrevistas 63
4.2.3. Saberes Curriculares nas Entrevistas 65
4.2.4. Saberes Experienciais nas Entrevistas 66
4.2.5. Saberes Tecnológicos nas Entrevistas 68
4.3. Relação entre o Estudo de Caso e a RSL 69
5. CONCLUSÃO 73
REFERÊNCIAS 75
Apêndice A - Termo de consentimento livre e esclarecido 80

Apêndice B – Quadro com as referências dos artigos da Revisão bibliográfica Sistemática .. 81
Apêndice C - Plano da disciplina..... 82
Apêndice D – Exposição dos artefatos desenvolvidos pelos estudantes. 86

1. INTRODUÇÃO

Em seu livro, A Máquina das Crianças, Seymour Aubrey Papert (2008) argumenta que, caso um médico viaje no tempo e avance 100 anos, ao entrar em um centro cirúrgico, ele não conseguirá trabalhar, visto que seus instrumentos de trabalho teriam um avanço tecnológico correspondente ao decurso do tempo. Enquanto isso, um professor que viaje da mesma maneira, conseguirá dar aulas com mais facilidade. O autor afirmou ainda que, embora a tecnologia tenha revolucionado áreas como a saúde, o ambiente escolar parece relativamente inalterado (Papert, 2008).

Tendo em vista que as mudanças tecnológicas estão presentes no cotidiano da população, inclusive, no ambiente escolar; saber lidar com tais situações se tornou urgente para os profissionais da educação. Nesse sentido, esta dissertação surgiu da necessidade de se investigar quais temas, pedagogias ou saberes são relevantes para os futuros docentes em sua trajetória. Para tal, optou-se por trabalhar na formação docente, a partir dos preceitos da cultura *maker*.

A cultura *maker*, que surgiu a partir do movimento "faça você mesmo" ou DIY (Do It Yourself), é um movimento que nasce com os indivíduos criando e modificando produtos e soluções para problemas cotidianos. Hatch (2013), autor da obra que indica os pilares desse movimento, apresenta-o como norteado por princípios: fazer, compartilhar, doar, equipar, brincar, experimentar, aprender, participar, apoiar e mudar. Aplicada em um contexto educacional, com o uso de recursos analógicos, como massas de modelar ou ferramentas manuais, ou digitais, como impressora 3D e Arduino, ela pode auxiliar no desenvolvimento da criatividade, colaboração e competências digitais (Paula; Martins; Oliveira, 2021; Peres *et al*., 2021).

Esta dissertação nasce a partir da busca em tornar o ambiente escolar mais próximo do que Papert idealizou. A inserção dos preceitos da cultura *maker* seria eficiente para tal? E as tecnologias digitais, seriam devidamente contempladas em tais práticas? É evidente que qualquer modificação no ambiente escolar é influenciada, dentre diversos outros fatores, das práticas e saberes presentes e ofertados na formação inicial e continuada.

A partir da procura de uma formação docente, alinhada aos desafios atuais, surge a presente pesquisa, cuja pergunta norteadora é: como a inserção de práticas *maker* na formação de professores de Física pode auxiliar no desenvolvimento de saberes docentes? Entende-se por práticas *maker* a abordagem educacional que privilegia a experimentação, a criação de artefatos

ou mesmo a resolução de problemas, em atividades que coloquem os estudantes como protagonistas e forte influência de tecnologias digitais (Paula; Martins; Oliveira, 2021; Peres *et al*, 2021).

Partindo de tais indagações, este estudo pretende investigar as contribuições da inserção de práticas *maker* na construção de saberes docentes com professores que atuarão na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Para tanto, tal escopo se desdobra em três objetivos específicos:

- Investigar, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), as práticas *maker* e suas contribuições para a formação docente;
- Planejar, ministrar e acompanhar uma disciplina de formação inicial em Física que ensine práticas *maker*, descrevendo os processos formativos e os artefatos educacionais produzidos pelos licenciandos;
- Analisar, por meio de um estudo de caso e da RSL, as possíveis contribuições das práticas *maker* no desenvolvimento dos saberes docentes em cursos de formação de professores.

Para responder à pergunta norteadora, a pesquisa desenvolveu-se com estudantes de licenciatura em Física da Universidade de Brasília através do desenvolvimento de uma disciplina optativa. Ao longo da disciplina, os estudantes receberam diversas formações sobre os preceitos da cultura *maker*, aprendizagem criativa e utilização de recursos educacionais. Ao final, eles produziram um recurso educacional com o uso de tecnologias digitais.

O arcabouço teórico deste trabalho está presente no capítulo 1, denominado Saberes Docentes e Formação de Professores, em que são discutidos os saberes necessários para a prática da docência em uma sociedade cada vez mais mutável e tecnológica. Em seguida, no capítulo 2, denominado Contribuições das práticas *maker* para a Formação de Professores, é feita uma exposição sobre a cultura *maker* e seus pressupostos teóricos, construcionismo e aprendizagem criativa.

No capítulo 3, para o acompanhamento dos estudantes, nesta pesquisa, optou-se pela metodologia qualitativa, usando como técnicas de pesquisa o estudo de caso enunciado por Yin (2015). Ao final do processo, os estudantes foram submetidos a entrevistas. Em um período próximo ao estudo de caso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura cujas etapas foram descritas por Brizola e Fantin (2016). O *corpus* das entrevistas e artigos foram analisados com Análise Textual Discursiva, conforme enunciado por Moraes e Galiazzi (2016). Para a

criação das categorias, utilizou-se a tipologia de Tardif (2014) que distingue e classifica os saberes que um educador adquire ao longo de sua profissão.

Ademais, os resultados e discussões estão expostos no capítulo 4. As atividades descritas demonstram que as práticas *maker* podem ser utilizadas para diversas finalidades, até mesmo para a construção e divulgação de lendas indígenas ou adaptação de materiais didáticos para educandos com necessidades educacionais especiais.

Concluiu-se, no capítulo 5, que as práticas *maker* demonstraram potencial de serem utilizadas em diversas áreas do conhecimento, de maneiras variadas, encontrando-se presentes em todas as categorias analisadas. É importante salientar que planejar um ambiente de formação de professores que consigam construir seus próprios recursos com criatividade e inovação exige investimentos em recursos tecnológicos e em formação adequada, seja ela inicial ou continuada.

2. SABERES DOCENTES E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

> *É preciso que, pelo contrário, desde os começos do processo, vá ficando cada vez mais claro que, embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimento, conteúdo, nem forjar é ação pela qual um sujeito criador dá forma, estilo ou alma a um corpo indeciso e acomodado. Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.*
>
> *Paulo Freire,*
> *A pedagogia da autonomia*

A educação superior não passou ilesa pelas transformações sociais, políticas e tecnológicas das últimas décadas. Diante desse cenário, é necessário que essa modalidade da educação esteja preparada e seja reinventada para formar profissionais capazes de atuar em um mundo cada vez mais instável e afetado por novas tecnologias (Gatti, 2022; Krasilchik; Araújo, 2010). Almejando compreender as demandas necessárias para os profissionais da educação, nas próximas seções, este texto fará uma breve discussão sobre a formação de professores e os saberes docentes.

1.1. A formação de professores no Brasil: contextualização e problematização

A educação – processo universal que assegura o desenvolvimento físico, intelectual e moral – envolve todos os indivíduos de uma sociedade, mesmo que de maneiras desiguais, devido aos diferentes níveis de conhecimento que os sujeitos compartilham (Bezerra, 2009; Gatti, 2016). Esses processos educacionais ocorrem quando se propagam ou se buscam ideias, valores ou aprendizados e podem ocorrer em espaços formais (como escolas ou universidades), bem como em ambientes informais (como templos religiosos ou em ambientes familiares). Todos educam e, ao mesmo tempo, são educandos, isto é, aprendem, sofrem influência e se adaptam a novas situações (Moran, 2007).

Qualquer atividade educacional demanda pessoas com diversos níveis de conhecimento que podem ser compartilhados para uma formação moral, social, cognitiva e afetiva em determinado contexto histórico. Apesar da possibilidade de diversos atores estarem envolvidos em processos de ensino e aprendizagem, no que se refere à educação escolar, o professor possui papel crucial, conforme afirma Gatti (2016):

> Quando se trata de educação escolar, são os professores que propiciam essa intermediação. Então, a formação de quem vai formar torna-se central nos processos educativos formais, na direção da preservação de uma civilização que contenha possibilidades melhores de vida e coparticipação de todos. Por isso, compreender e discutir a formação, as condições de trabalho e carreira dos professores, e, em decorrência sua configuração identitária profissional, se torna importante para a compreensão e discussão da qualidade educacional de um país, ou de uma região. (Gatti, 2016, p.163)

O cuidado com a qualidade e seriedade da formação docente também é citado por outros autores. Em seu livro Professora Sim, Tia Não, Freire (1997) alerta para que não se caia em uma armadilha de reduzir a professora a um papel de tia. Pelo contrário, a tarefa do professor exige competência científica, responsabilidade profissional, dever de se preparar e se capacitar de maneira permanente. Isso fica claro, quando o autor escreve que:

> Minha intenção neste texto é mostrar que a tarefa do ensinante, que é também aprendiz, sendo prazerosa é igualmente exigente. Exigente de seriedade, de preparo científico, de preparo físico, emocional, afetivo. É uma tarefa que requer de quem com ela se compromete um gosto especial de querer bem não só aos outros, mas ao próprio processo que ela implica. (Freire, 1997, p. 9)

Por conseguinte, reconhecer e refletir sobre a qualidade educacional envolve compreender a formação e as condições de trabalho do professor (Gatti, 2016). Bons professores são as peças-chave na mudança educacional. A educação não evolui com professores mal preparados ou desvalorizados. Apesar disso, não é incomum que se comece a lecionar sem uma formação adequada, sobretudo do ponto de vista pedagógico (Moran, 2015).

Diante de um cenário insuficiente para abranger as demandas da educação básica, o ensino superior brasileiro deve enfrentar, de forma urgente, a necessidade de reformular a formação inicial. Essa reconfiguração exige uma iniciativa nacional forte e coerente para adequar o currículo às demandas do ensino, requerendo que a estrutura e a dinâmica das licenciaturas sejam revisadas (Gatti, 2022; Gatti, 2016).

A reorientação da formação inicial é corroborada pela velocidade imposta por novas tecnologias. Segundo Gatti (2022), a reflexão sobre as licenciaturas tornou-se uma questão da maior importância diante do panorama social, científico e tecnológico que se anunciam e instauram mudanças em formas de pensar e se relacionar. Essas mudanças influenciam o mercado de trabalho, mas também são sentidas na vida cotidiana. Essa urgência é corroborada por Krasilchik e Araújo (2010), ao afirmarem que o crescimento de Tecnologias Digitais de

Informação e Comunicação (TDIC) está entre os fatores que provocam a necessidade urgente de reforma e mudança educacional.

1.2. Saberes docentes: uma introdução

Conforme citado, diante de um contexto cada vez mais tecnológico, cabe compreender qual é o papel do professor e, consequentemente, como esses professores devem ser qualificados. Para tal, diversas abordagens podem ser aplicadas. Assim, é possível investigar crenças, concepções, competências, pensamentos e representações docentes.

Apesar das possibilidades, diversos autores, como Tardif (2014) e Pimenta (2002), procuram compreender em que consistem os saberes docentes. Por possuir grande respaldo acadêmico e densidade de publicações, optou-se pelo termo saberes docentes em detrimento dos anteriormente citados.

Tardif (2014) descreve os saberes docentes como aqueles construídos através da vivência pessoal, das atividades de formação e das experiências pessoais. O autor os categoriza como saberes: advindos da formação profissional, disciplinares, curriculares e, por fim, experienciais.

Os saberes advindos da formação profissional, transmitidos pelas instituições educacionais, são aqueles relacionados aos conhecimentos das ciências da educação e da ideologia pedagógica. Estes englobam os saberes pedagógicos, entendidos como aquelas doutrinas ou concepções que viabilizam a ação de ensinar.

Os saberes disciplinares são aqueles oriundos dos campos de conhecimento específicos, são os conteúdos universitários nos diversos cursos superiores que se encontram na forma de disciplina. Pode-se citar, em ciências biológicas, os conhecimentos acerca dos fenômenos bioquímicos que ocorrem no corpo humano. Esses conteúdos são selecionados socialmente como aqueles que devem ser compartilhados para as próximas gerações.

A terceira categoria de Tardif são os saberes curriculares, aqueles construídos, em ambiente escolar, por meio do planejamento curricular. Eles se relacionam com os conteúdos, métodos e objetivos curriculares. São entendidos como aqueles relacionados aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ou mesmo ao Projeto Político Pedagógico de uma instituição e aos Planos de Ensino de cada professor.

Por fim, a quarta categoria de Tardif (2014) diz respeito aos saberes experienciais, que se originam na prática cotidiana do professor em seu trabalho pedagógico. Constituem o estilo pessoal de ensino que se expressam por um saber-ser e de um saber-fazer pessoal e profissional validado pelo trabalho cotidiano.

Conforme mencionado anteriormente, outra autora que discute os saberes necessários para o exercício docente é Selma Garrido Pimenta. Em seu livro Saberes pedagógicos e atividade docente (2002), ela categoriza os saberes docentes em: saberes da experiência; saberes do conhecimento e saberes pedagógicos.

Para Pimenta (2002), os saberes da experiência se formam a partir da trajetória dos estudantes em toda sua vida escolar. De forma análoga, os educadores produzem tais saberes em seu cotidiano docente num processo permanente de reflexão sobre sua prática.

Em relação à segunda categoria, saberes de conhecimento, Pimenta (2002) afirma que esse tipo de saber é relativo aos conhecimentos específicos de uma determinada área com a qual o professor irá atuar. Por exemplo, um professor de física que ensina sobre a diferença entre os diversos tipos de radiações eletromagnéticas.

Finalmente, a autora define como saberes pedagógicos aqueles ligados ao saber ensinar, ou seja, a didática. Esses são interiorizados por meio dos processos didático-pedagógicos oriundos da universidade, onde aprendemos as técnicas necessárias para proceder metodologias adequadas ao ensino.

É fato que outros autores se debruçam sobre o assunto e geram categorias distintas como Gauthier *et al.* (1998), que classifica os saberes docentes em: saberes disciplinares, saberes curriculares, saberes das Ciências da Educação, saberes da tradição pedagógica, saberes experienciais e saberes da ação pedagógica. De forma similar, Freire (2014), em seu livro Pedagogia da autonomia, define como saberes necessários à prática educativa. O autor também escreve sobre as características necessárias para um professor atuar, auxiliando o estudante a criar seu conhecimento de forma reflexiva, ética e crítica.

A escolha pelas categorias de Tardif (2014) se deu por conta de o autor apresentar uma concepção de saberes docentes que é, ao mesmo tempo, plural e articulada, envolvendo, os saberes da formação profissional, disciplinares, curriculares e experienciais. Embora autores como Pimenta (2002), Gauthier *et al.* (1998) e Freire (2014) também contribuam para a compreensão da docência, Tardif (2014) apresenta categorias que se mostram mais adequadas

aos objetivos desta pesquisa, especialmente por possibilitarem analisar a relação entre formação, conhecimentos e experiências construídas na prática docente.

1.3. Saberes Docentes e Tecnologias Digitais

Conforme apresentado no início deste capítulo, o atual contexto social, histórico e cultural é fortemente marcado pela presença das TDIC, entendidas como aquelas que possuem o computador e a internet como instrumentos para criar, compartilhar e armazenar informações. Tais recursos mudam a forma como a população vive e se comunica, consequentemente, geram demandas sobre a escola e os saberes relacionados às práticas docentes (Azevêdo, 2019).

Isso ocorre porque os estudantes nascidos na era digital têm um perfil diferente das gerações anteriores. Eles também aprendem a partir do meio social e cultural em que vivem, no qual estão presentes as TDIC. A tecnologia mesclou o mundo físico e o mundo digital, que se torna uma sala de aula expandida (Moran, 2015). Ou seja, enquanto antes o professor só se preocupava com a sala de aula, hoje o docente também precisa levar em consideração os diversos ambientes altamente conectados (Moran, 2007; Valente, 2018).

Neste novo contexto, as discussões na esfera da formação docente ganham muita importância. As entidades que formam professores procuram propor soluções e métodos para melhorar os processos de ensino-aprendizagem, mas o êxito dessas movimentações demanda o empenho conjunto de esferas governamentais em todos os níveis educacionais (Fernandes Junior; Almeida; Almeida, 2022).

Assim, marcos legais, que legislam sobre a educação brasileira nas últimas décadas, demonstram a necessidade da inserção de tecnologias no processo educacional. Como exemplo, pode-se citar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que indica como a educação brasileira deve ser organizada. Conforme observado abaixo, o processo educacional deve proporcionar ao aluno a compreensão sobre os princípios tecnológicos:

> "8° Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação processual e formativa serão organizados nas redes de ensino por meio de atividades teóricas e práticas, provas orais e escritas, seminários, projetos e atividades on-line, de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:
>
> I – domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;" (Brasil, 1996, p. 26)

Outra normativa que indica a importância desse debate é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esse documento oficial, que apresenta o conjunto de aprendizagens essenciais para a educação básica, coloca as discussões sobre tecnologias em posição de destaque. Isso pode ser verificado, quando o documento cita, entre as 10 Competências Gerais da Educação Básica, que é preciso:

> "2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, 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) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (...)
> 5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva." (Brasil, 2018, p. 9)

A BNCC também reforça a importância dos conhecimentos voltados a tecnologias em componentes curriculares como física e química, quando afirma que a área de Ciências da Natureza deve:

> Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (Brasil, 2018, p. 553)

Além disso, espera-se que os estudantes aprendam a estruturar linguagens argumentativas próprias das Ciências da Natureza que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, utilizando diferentes mídias e TDIC, conhecimentos produzidos e propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e responsáveis (Brasil, 2018).

Conseguir tais objetivos na Educação Básica depende da formação dos profissionais da educação que irão se engajar em tais finalidades. A Resolução CNE/CP Nº 4, de 29 de maio de 2024 define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica. O texto abaixo demonstra a relação intrínseca entre os documentos destinados à educação básica e à formação docente:

> Compreender criticamente os marcos normativos que fundamentam a organização curricular de cada uma das etapas e modalidades da Educação Básica e, em particular, das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica e da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2024, p.7).

O documento demonstra que as competências gerais ligadas às TDIC são imprescindíveis na atuação docente cotidiana, e que, por vezes, podem estar sendo deixadas de lado como:

> VI - o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC, possibilitando o desenvolvimento de competências digitais docente, para o aprimoramento da prática pedagógica, e a ampliação da formação cultural dos professores e licenciandos (Brasil, 2024, p.5).

Para além de marcos legais, em seu livro intitulado Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa, Freire indica a divinização ou a demonização das tecnologias como maneiras perigosas e ingênuas de se pensar errado (Freire, 2014). O autor discute, ainda, como essas tecnologias podem ser mais apreciadas por classes dominadas, quando afirma que "Não tenho dúvida nenhuma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia põe a serviço das crianças e dos adolescentes das classes sociais chamadas favorecidas." (Freire, 2014, p. 44).

Diante de um cenário onde a televisão pode estimular classes dominantes e, ao mesmo tempo, expressar e propagar opiniões dessa mesma classe, o professor deve, não apenas usar a televisão, mas também discuti-la. Isto implica pensar sobre ela de maneira crítica (Freire, 2014). Apesar de a televisão ter sido o objeto da discussão de Freire, é possível e desejável inserir demais tecnologias nessa discussão. Afinal, se tais tecnologias apresentam grande potencial para classes dominantes, também devem ser úteis à população em geral. Ao se apropriar das tecnologias, os estudantes podem se libertar da pedagogia tradicional e se engajar em um aprendizado libertador e emancipatório (Blikstein, 2016).

Em especial, em salas de aula de Física, apesar de as diretrizes nacionais incentivarem o uso de tecnologias digitais, isso não necessariamente acontece. É comum que as aulas continuem, apenas, com exposição teórica e recursos analógicos. Mesmo que tecnologias digitais sejam inseridas nesse processo, como slides em um PowerPoint, eles, frequentemente, são utilizados para expor algum conteúdo, com ênfase na resolução de exercícios (Moreira, 2018). Também é fato que a implementação de tecnologias digitais enfrenta percalços, como a falta de recursos humanos e físicos em ambiente escolar e a necessidade do desenvolvimento de competências por parte dos profissionais da educação (Rezende; Ostermann, 2005).

De maneira geral, as TDIC podem proporcionar um ambiente onde os estudantes expressem suas ideias e projetos de maneiras inovadoras. Não apenas isso, elas permitem que os alunos tenham acesso às mais variadas informações educacionais, assim métodos que privilegiam a transmissão de informação – ou seja, o método tradicional em que se apresenta uma informação ao aluno, e ele apenas "absorve" o conteúdo de forma passiva – tornam-se obsoletos e pouco efetivos (Blikstein, 2016; Moran, 2015).

Ao refletir sobre as TDIC e os saberes docentes, em especial, a classificação de Tardif (2014), é interessante verificar que a utilização das tecnologias digitais está presente nas diversas categorias enunciadas pelo autor. Dominar os recursos digitais não se restringe a um saber disciplinar, por exemplo, por meio do qual se deve conhecer os componentes de um computador. Também não é suficiente conhecer o que a legislação enuncia sobre as mais diversas tecnologias digitais para aplicá-las em ambiente escolar de maneira relevante.

Em ambiente escolar, a utilização tradicional é criticada por Blikstein (2016), quando o autor afirma que:

> [...] o uso tradicional da tecnologia nas escolas tem seu próprio currículo oculto: transformar os alunos em consumidores de *software*, não em produtores; aqueles que se adaptam às máquinas e não os que as reinventam; aqueles que aceitam os computadores como caixas-pretas que apenas especialistas podem entender, programar ou consertar. (Blikstein, 2016, p. 841).

Acontece que formar professores e oferecer condições para que eles criem e adaptem os próprios recursos com autonomia e criatividade não é uma tarefa simples. É necessário pensar em situações que retirem os professores de uma postura passiva diante das tecnologias digitais.

Como uma alternativa para a inserção de tecnologias educacionais no percurso docente, este trabalho pretende apresentar uma possibilidade de inserção de tecnologias na educação básica, o que começa, obrigatoriamente, na formação inicial. Apesar das inúmeras abordagens, o próximo capítulo trará enfoque para as possibilidades de se construir os próprios artefatos educacionais com o uso de tecnologias.

2. CONTRIBUIÇÕES DAS PRÁTICAS *MAKER* PARA A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

Paulo Freire,
A pedagogia da autonomia

Defender o uso de Tecnologias Digitais na educação não é uma garantia de que elas sejam utilizadas em ambiente escolar, ou mesmo que os inúmeros potenciais de tais tecnologias sejam alcançados. Esta seção pretende discutir o Construcionismo, teoria da aprendizagem que discute a possibilidade de aprendizado com o uso de máquinas. Além disso, este capítulo mostra os princípios da Cultura *Maker* e da Aprendizagem Criativa como maneiras de inserção de tecnologias em sala de aula e na formação de professores.

2.1. Construcionismo como Teoria de Aprendizagem

Conforme anunciado na introdução deste trabalho, Papert (2008) afirma que, embora a tecnologia tenha revolucionado áreas como a saúde, o mesmo não ocorreu no ambiente escolar. Questões como essas, relacionadas ao uso de tecnologias na educação, permeiam toda a trajetória acadêmica do autor.

Papert nasceu na África do Sul em 1928, país onde cursou Filosofia e concluiu seu primeiro doutorado, em matemática, na Universidade de Witwatersrand. O seu segundo título como doutor foi obtido pela Universidade de Cambridge, em 1959 (Elias; Lemos, 2024).

Em seguida, Papert deu continuidade a seus estudos ao lado do filósofo e psicólogo Jean Piaget, no Centro de Epistemologia Genética da Universidade de Genebra. Eles trabalharam juntos por cerca de dez anos, período em que Papert se dedicou a refletir sobre a natureza do pensamento das crianças, e como elas se tornavam pensadoras, com enfoque nas questões cognitivas do indivíduo (Massa; De Oliveira, Dos Santos, 2022).

Em 1963, Papert se integrou ao Massachusetts Institute of Technology (MIT), nos Estados Unidos, atuando como pesquisador associado. Após quatro anos, tornou-se professor de Matemática aplicada nesta mesma instituição, onde também foi nomeado codiretor, posteriormente, diretor do Laboratório de Inteligência Artificial. No MIT, Papert ainda focava

sua atenção na natureza do pensamento, mas se preocupava com o problema da Inteligência Artificial e como construir máquinas que pensam (Massa, De Oliveira, Dos Santos, 2022).

Além disso, o autor acreditava no computador como uma máquina de ensinar, ideia que impulsiona a teoria da aprendizagem denominada Construcionismo, teoria pedagógica fortemente influenciada pelo Construtivismo de seu contemporâneo Piaget (Elias; Lemos, 2024).

No Construtivismo, o conhecimento é construído, ou seja, deve ser organizado de forma que conhecimentos prévios adquiridos pelos alunos se tornem base para novos entendimentos, conforme afirma Piaget (1970), ao explicar o processo entre sujeito e objeto na produção de conhecimento:

> De uma parte, o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se imporiam. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre formas distintas [...]. A partir da zona de contato entre o corpo próprio e as coisas eles se empenharão então sempre mais adiante nas duas direções complementares do exterior e do interior, e é desta dupla construção progressiva que depende a elaboração solidária do sujeito e dos objetos. (Piaget, 1970, p.6)

No Construcionismo, a relação entre o sujeito e o objeto ocorre com a utilização de tecnologias que poderão despertar a motivação dos estudantes enquanto os mesmos colocam a mão na massa (Azevêdo, 2019; Elias; Lemos, 2024). Ainda no livro citado no início da seção, Papert (2008) descreve características cruciais do Construcionismo como a aprendizagem através da interação, construção e prática:

> O Construcionismo é uma filosofia de uma família de filosofias educacionais que nega esta ‘verdade óbvia’. Ele não põe em dúvida o valor da instrução como tal, pois isso seria uma tolice: mesmo a afirmativa (endossada, quando não originada, por Piaget) de que cada ato de ensino priva a criança de uma oportunidade para a descoberta, não é um imperativo categórico contra ensinar, mas um lembrete expresso em uma maneira paradoxal para manter o ensino sob controle. A atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista (...). Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa a um provérbio africano: se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar (Papert, 2008, p. 134).

Práticas construcionistas também são perceptíveis em outro livro de Papert denominado LOGO: computadores e educação (1985), em que o autor descreve o funcionamento da linguagem de programação LOGO, criada para que os estudantes consigam aprender

matemática com uso da tecnologia. O livro também apresenta a geometria da tartaruga, um método de desenho computacional que cria figuras geométricas de maneira interativa. Com isso, Papert demonstra que a aprendizagem é facilitada quando a criança ensina o computador e interage ativamente com ele, ao invés de situações em que o computador é utilizado para ensinar a criança (Papert, 1985). Essa máquina, para o autor, pode criar um ambiente rico em experimentação e aprendizado, onde os estudantes construam suas próprias soluções (Papert, 2008).

Para explicar melhor o conceito de Construcionismo, Papert criou o seu contraponto: o Instrucionismo. Enquanto no construcionismo o aluno é um aprendiz ativo e criativo, que ensina o computador e o professor possui papel de mediador, no Instrucionismo o aluno recebe informações do computador passivamente e o professor age como mero transmissor de informações. No construcionismo, através do uso do computador, o professor pode provocar situações em que o aluno aprende a aprender. As circunstâncias criadas podem abordar problemas relacionados à abstração, formulação de hipóteses, reconhecimento de padrões, decomposição, dentre outras (Papert, 2008).

Portanto, Papert afirma que a tecnologia poderia ser utilizada para construir uma sociedade mais equilibrada e acredita na junção entre artes, linguagem e tecnologias sem a destruição de valores humanos (Elias; Lemos, 2024). Infelizmente, a promessa de Papert ainda está longe do sistema educacional dominante. Geralmente, as escolas adotam computadores como ferramentas para instruir através da transmissão de informações (Blikstein, 2016). Apesar disso, o Construcionismo influenciou e influencia diversos movimentos, como a cultura *maker*.

2.2. Fundamentos da Cultura *Maker*

A ideia de fabricar ou consertar coisas, ao invés de recorrer à indústria ou a outros profissionais ganhou novos contornos na década de 1950, nos Estados Unidos, com o movimento Do It Yourself (DIY), ou faça você mesmo. Esse período pós-guerras foi marcado pela ausência de produtos e serviços, pois muitos recursos foram destinados para reconstrução de países afetados por conflitos globais (McKay, 1998).

Superficialmente, a cultura *maker* consiste no conserto ou reaproveitamento de objetos ao invés de simples descarte e compra de produtos novos. No entanto, em uma análise mais

profunda, isso indica uma mudança sobre os hábitos de consumo e a visão de posse de objetos (Brockveld; Texeira; Silva, 2017).

Pode-se definir a cultura *maker* como o ato de criar, modificar e transformar objetos que teve sua origem com o Movimento Faça Você Mesmo, influenciado pelo desejo dos indivíduos de criar, produzir, ao invés de simplesmente adquirir objetos manufaturados (Paula; Martins; Oliveira, 2021; Peres *et al.*, 2021). O movimento começou com pessoas apaixonadas por criar e compartilhar suas ideias e pode se realizar quando indivíduos se reúnem em um espaço físico ou digital para produzir artefatos (Stella *et al.*, 2021).

Como marco para a cultura *maker*, pode-se citar a criação da revista *Make Magazine*, inaugurada em 2005. O editorial oferece tutoriais em eletrônica, robótica, marcenaria e diversas outras áreas. Além de editor dessa revista, Dale Dougherty também foi pioneiro de convenções *maker*, *Maker Faire*, iniciadas em 2006 (Gonçalves, 2021).

Outro importante precursor do movimento é Mark Hatch, autor do livro *The Maker Movement Manifesto* de 2013. O autor indica os *maker* como uma das esperanças para transformar o mundo em um lugar melhor, para isso, um *maker* deve fazer, aprender, mudar, compartilhar, ter acesso a ferramentas variadas. Além do citado, Hatch (2013) indica que pode-se conseguir resultados surpreendentes enquanto se brinca.

Valores presentes no Manifesto da cultura *maker* estão em consonância com os valores necessários para a educação do século XXI e podem se adequar ao previsto em documentos, como a BNCC, para diversas áreas (Stella *et al*., 2021). Com relação às Ciências da Natureza, diversas competências podem ser estimuladas em práticas *maker* como o pensamento científico, a criticidade e a comunicação (Paula; Martins; Oliveira, 2021; Peres *et al*., 2021). Dessa forma, é possível colocar os estudantes no centro dos processos educacionais, tornando-os protagonistas de suas próprias ações (Pinto, 2023).

Outro aspecto desse movimento é a diversidade de materiais tecnológicos e não tecnológicos que podem ser utilizados: plataforma Arduino, kits de robótica, software Scratch, impressoras 3D, cortadoras a laser, serra, martelo, barbante, massa de modelar, entre outros (Peres *et al*., 2021; Paula; Martins; Oliveira 2021). Apesar da possibilidade de se utilizar artefatos analógicos e digitais, Mitchel Resnick (2020) mostra como os instrumentos tecnológicos chamam atenção neste movimento:

> Para várias pessoas, o que mais chama a atenção no movimento *maker* é a tecnologia. Houve uma proliferação de novas tecnologias, como

> impressoras 3D e cortadoras a laser, que permitiram que as pessoas desenvolvessem, produzissem e personalizassem objetos físicos. Muitos estão animados com o potencial dessas tecnologias para os negócios e preveem que o movimento *maker* dará início a uma nova revolução industrial, na qual pequenos negócios (ou até mesmo indivíduos) poderão fabricar, em escala, produtos que anteriormente dependiam das grandes indústrias. (Resnick, 2020, p.35)

Com a grande diversidade de equipamentos, os estudantes podem começar a planejar projetos interdisciplinares sobre conteúdos diversos (Paula; Martins; Oliveira, 2021). A título de exemplo, a Placa de Prototipagem Arduino, considerada o primeiro hardware livre, é uma plataforma de código aberto, com baixo custo e fácil programação – características favoráveis para o uso em ambiente escolar. Essa placa possui uma série de portas digitais, analógicas e plugins para a transmissão de corrente elétrica ou troca de informações. A inserção de Arduinos em laboratórios de ciências pode ser uma maneira de modernizar o ensino e estimular a aprendizagem ativa, permitindo a visão de muitos fenômenos em tempo real (Moreira *et al.*, 2018).

Moreira (2018), em sua revisão bibliográfica, mostra que os artigos com Arduino voltados para o Ensino Médio abordam temas como termologia, mecânica, física moderna e eletromagnetismo. O autor indica que esta plataforma é citada como uma alternativa para aplicar conceitos de química, física e matemática com o uso de tecnologias. Como resultado, é possível potencializar a aprendizagem dos conceitos de física, tornando as aulas mais atraentes e motivadoras e obtendo dados em tempo real.

Outro instrumento com potencial para auxiliar em aulas de ciências é a Impressora 3D – máquina que utiliza arquivos tridimensionais modelados de maneira digital. Apesar de existirem impressoras 3D que utilizam diversos materiais, os mais comuns são os que utilizam materiais termoplásticos. Essa máquina derrete um filamento e o deposita através de um bico extrusor em diversas camadas que resultam em um objeto 3D (Onisaki; Vieira, 2019; Peres *et al.*, 2021).

A partir dessa tecnologia, é possível produzir objetos com diferentes tamanhos e geometrias. Nesses processos, é importante salientar que fatores como o tipo de filamento, a temperatura da bandeja e da extrusora influenciam a impressão final (Onisaki; Vieira, 2019). Autores como Aguiar (2016) e Pinto (2023) mostram materiais que podem ser criados com impressoras 3D e utilizados por professores em ambiente escolar.

O uso de TDIC, como a impressora 3D e o Arduino, vai além da mera manipulação de objetos. Por sinal, a própria manipulação desses instrumentos pode servir como um meio de aprendizagem (Aguiar, 2016). Isso coaduna com os preceitos construcionistas idealizados por Papert (2008, 1985).

Apesar de seu grande potencial, as práticas *maker* no ensino podem enfrentar alguns percalços, como a necessidade de profissionais da educação com formação adequada, conforme citado por Paula, Martins e Oliveira (2021) no trecho a seguir:

> Identificou-se também algumas desvantagens da abordagem *maker* no ensino, como a dificuldade de incorporação da tecnologia atrelada ao currículo acadêmico, o custo para se adquirir as ferramentas e recursos necessários, espaços adequados, capacitação dos professores, avaliação de desempenho dos alunos não definidas, aceitação dos professores em relação aos papéis professor-aluno e uso da tecnologia em sala de aula. Dentro deste contexto, vale apontar a dificuldade que os professores apresentam na manipulação das ferramentas e no espaço *maker*, como, por exemplo, ensinar os alunos a trabalhar com a robótica tendo em vista que é uma atividade mais complexa e desafiadora, necessitando de treinamento e mais estudos na área. (Paula; Martins; Oliveira, 2021, p. 16)

Além das questões citadas acima, também é possível inferir que comunidades carentes não entram em contato com práticas *maker* por motivos financeiros. Peres *et al*. (2021) indicam a queda de custos de equipamentos eletrônicos como um dos fatores que impulsionam o movimento *maker* no trecho a seguir:

> Durante o século XXI, com o amplo acesso à Internet, o DIY é amplificado através do compartilhamento do conhecimento adquirido durante o desenvolvimento de projetos e da facilidade na aquisição de componentes eletrônicos de baixo custo. A inclusão, adaptação e criação de tecnologias digitais em projetos DIY deu origem ao que chamamos de movimento *maker*. (Peres *et al*., 2021, p. 23)

Por conseguinte, o protagonismo estudantil presente em práticas *maker* se mostra através de autores como Paulo Freire e Paulo Blikstein (Azevêdo, 2019). Para além das questões práticas, Blikstein (2016) afirma que a cultura *maker* pode atuar como um agente de emancipação, principalmente em comunidades economicamente vulneráveis. O autor afirma que "Os alunos se apropriam da tecnologia [...] para se libertar da pedagogia tradicional e podem, então, sacudir a poeira e se engajar em um aprendizado libertador, profundo e emancipatório." (Blikstein, 2016, p. 855).

Logo, ensinar sobre e com o auxílio de tecnologias a, em especial, populações carentes pode ser uma maneira de dar acesso a conhecimentos que os estudantes não tiveram contato em outras situações, ao contrário de populações com maior poder aquisitivo.

É fato que nenhuma ferramenta sozinha irá possibilitar o desenvolvimento de competências tecnológicas e reflexões sobre a sociedade e o uso de tecnologias. Entretanto, é possível encontrar subsídios para que a cultura *maker* tenha caráter emancipatório em populações carentes (Azevêdo, 2019). Para alcançar tal objetivo, a tecnologia não pode ser utilizada como mero instrumento de transmissão de informações prontas (Peres *et al.*, 2021). É necessário, portanto, pensar maneiras de se ensinar tecnologias.

2.3. Fundamentos da Aprendizagem Criativa

> A curiosidade ingênua, espontânea, se vai tornando, na prática educativa verdadeiramente formadora, curiosidade epistemológica. E é nessa transformação que se constrói o conhecimento novo.
> Paulo Freire,
> A pedagogia da autonomia

Além de inspirar o movimento *maker,* Seymour Papert e a Teoria Construcionista também influenciaram a aprendizagem criativa. A ideia de que as crianças devem ter experiências reais em seus processos educacionais, ao invés de decorar o que o professor transmite, influenciou as concepções da aprendizagem criativa (Peres; De Castro Bertagnolli; Okuyama, 2021). Não por acaso, Mitchel Resnick (2020), professor do MIT Media Lab, idealizador da chamada aprendizagem criativa, ilustra a grande influência de Papert na seção de agradecimentos de seu livro Jardim de Infância para a vida toda:

> Conheci Seymour Papert na primavera de 1982, quando ele fazia a palestra de abertura na West Coast Computer Faire. Na época, eu era jornalista e cobria a região do Vale do Silício para a revista Business Week. Gostava do meu trabalho, mas sentia que faltava algo. Não tinha aquela sensação intensa de missão ou propósito de vida. Então conheci Seymour. Fiquei inspirado com a sua visão de como as novas tecnologias podem gerar oportunidades para todas as crianças (de todos os níveis de conhecimento e experiências) se expressarem de forma criativa e se envolverem com ideias poderosas. No ano seguinte, me mudei para o MIT e comecei a trabalhar com Seymour. Trabalho no MIT desde então, dedicando minha vida a transformar a visão de Seymour em realidade. (Resnick, 2020, p. VII)

Ainda em seu livro, Resnick (2020) argumenta que a maior invenção dos últimos mil anos foi o Jardim de infância. Essa ideia, com menos de 200 anos, "se baseava em uma abordagem de ensino radicalmente diferente daquela adotada pelas escolas que surgiram antes."

(Resnick, 2020, p.7). O autor afirma que o modelo presente no Jardim de Infância é capaz de desenvolver capacidades criativas essenciais para a sociedade atual. Ainda sobre a invenção dessa etapa do processo de ensino-aprendizagem, o autor afirma:

> Antes de Froebel criar o primeiro jardim de infância, em 1837, a maioria das escolas se baseava no que se pode chamar de abordagem de transmissão na educação, ou seja, o professor ficava de frente para a turma na sala de aula e transmitia informações. Os estudantes sentavam-se em suas cadeiras e escreviam cuidadosamente as informações, palavra por palavra. Em alguns momentos, repetiam o que tinham escrito. Discussões em sala de aula, quando existiam, eram raras. Froebel sabia que essa abordagem não funcionaria para estudantes com cerca de 5 anos de idade. Ele percebeu que as crianças mais novas aprendiam melhor interagindo com o mundo ao seu redor. Assim, ao estabelecer o primeiro jardim de infância, Froebel passou de um modelo educacional baseado na transmissão para um modelo interativo, dando às crianças oportunidades de interagir com brinquedos, materiais de artesanato e outros objetos (Resnick, 2020, p.7).

A análise de Resnick (2020) ilustra a importância da criação do Jardim de Infância e seu contraste com o ensino expositivo, que ocorria na época de Froebel. Em especial, Resnick ainda afirma que é possível envolver processos de aprendizagem nesses locais, conforme ilustrado no trecho a seguir:

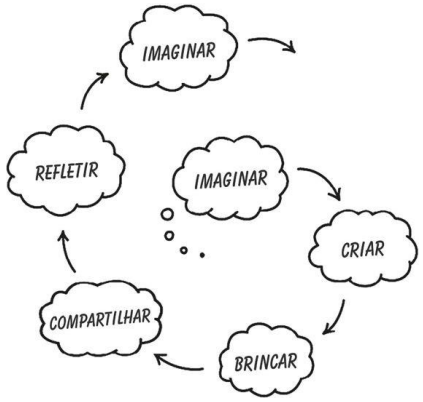
> As crianças do jardim de infância tornavam-se mais propensas a criar e a construir quando eram envolvidas em atividades lúdicas e imaginativas. Então, desenvolveu seus presentes para que fossem estruturados e sistemáticos, mas, ao mesmo tempo, divertidos e envolventes (...). Ao construir torres, desenvolvem uma melhor compreensão sobre estruturas e estabilidade, e, ao criar histórias, desenvolvem uma compreensão mais aprofundada sobre enredos e personagens. E o mais importante, aprendem sobre o processo criativo e começam a se desenvolver como pensadoras criativas (Resnick, 2020, p.8).

A partir de suas reflexões acerca do Jardim de Infância, Resnick desenvolveu o conceito de aprendizagem criativa, que é uma abordagem pedagógica na qual os estudantes trabalham de maneira criativa e ocorre quando os alunos trabalham em projetos experimentais e atividades lúdicas (Peres; De Castro Bertagnolli; Okuyama, 2021). Isso não ocorre necessariamente na educação básica. Ou seja, essa abordagem também pode ocorrer em ambiente acadêmico. A criatividade possibilita maior proveito das oportunidades de responder adequadamente aos desafios e dificuldades da vida profissional, auxilia para a adequação e produtividade, e é frequentemente associada a uma sensação de gratificação (Alencar; Fleith, 2010).

Para Resnick, o processo de aprender é ilustrado pela espiral da aprendizagem criativa, ilustrada na Figura 1 (Peres; De Castro Bertagnolli; Okuyama, 2021). A espiral de

aprendizagem criativa é a força motriz do pensamento criativo. Conforme as crianças percorrem a espiral, no Jardim de Infância, desenvolvem e melhoram suas habilidades. Nessas atividades, as crianças podem aprender, desenvolver as próprias ideias. As ideias podem ser testadas, contrariadas e outras ideias alternativas podem ser criadas, tudo ocorre de acordo com as experiências vivenciadas pelas crianças (Resnick, 2020).

Figura 1 – Espiral da aprendizagem criativa



Fonte: Resnick (2020)

A espiral da aprendizagem de Resnick mostra o processo criativo. Como exemplo, ao modelar uma figura de animal com massinha, é necessário imaginar (fantasiar como seria o animal), criar (transformar as ideias em ações e criar tal animal), brincar (fazer experiências e interagir com o objeto modelado), compartilhar (compartilhar ideias e práticas com outros), refletir (pensar como a prática poderia melhorar), imaginar, (novamente, pensar em novas ideias e novas orientações) (Resnick, 2020). Esse processo que ocorre no jardim de infância também pode acontecer em outras etapas da educação. Apesar disso, a espiral vai sendo substituída por outros processos de ensino e aprendizagem que deixam de lado as etapas criativas.

Tanto o movimento *maker* quanto a aprendizagem criativa podem florescer em ambientes adequados. Por exemplo, em Física, as práticas experimentais utilizadas para, entre outros motivos, aproximar os fenômenos observados dos estudantes (Carvalho, 2010). Quando se trata da relação de atividades práticas com tecnologias, é necessário projetar os ambientes em que ferramentas como a impressora 3D se encontram disponíveis para o uso dos alunos. (Almeida; Wunsch; Bittencourt, 2022). Um ambiente adequado para incentivar a criatividade requer uma sala de aula mais parecida com o modelo do Jardim de Infância. (Resnick, 2020).

Verificar as possibilidades de se ensinar criatividade durante o ensino superior também parece um fator importante durante o processo. Alencar e Fleith (2010) investigaram os elementos percebidos por professores como "inibidores às condições adequadas ao desenvolvimento e expressão da criatividade de seus alunos". Como resultado, os entrevistados mencionaram como maiores impedimentos ao uso da criatividade em sala de aula o desinteresse dos estudantes, a pouca oportunidade de discutir e trocar ideias com colegas de trabalho sobre as estratégias instrucionais, elevado número de alunos em sala de aula, elevado número de disciplinas e tempo limitado para a preparação docente.

Assim, para que as ideias de Froebel e Resnick sejam possíveis durante a educação básica, é necessário investigar as maneiras de implementá-las e as soluções para questões que impeçam o uso da criatividade sejam discutidas. O ambiente da formação inicial pode ser um campo propício para que tais ideias floresçam.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Outro saber fundamental à experiência educativa é o que diz respeito à sua natureza. Como professor preciso me mover com clareza na minha prática. Preciso conhecer as diferentes dimensões que caracterizam a essência da prática, o que me pode tornar mais seguro no meu próprio desempenho.

Paulo Freire,
A pedagogia da autonomia

O presente capítulo pretende detalhar os aspectos relacionados ao desenvolvimento desta pesquisa. Assim, serão apresentadas as estratégias e as abordagens adotadas; o local onde o estudo foi realizado; os participantes envolvidos, os artigos selecionados, bem como os critérios de seleção para ambos. Além disso, neste capítulo também serão indicados como a análise dos dados foi realizada.

3.1. Caracterização da pesquisa

Uma pesquisa deve seguir procedimentos lógicos e metódicos, conectando dados empíricos e análises, para responder a uma questão proposta inicialmente (Gil, 2017). Neste estudo, pretende-se contribuir para a seguinte questão: Como a inserção de práticas *maker* na formação de professores de Física pode auxiliar no desenvolvimento de saberes docentes?

Apesar de o estudo de caso ser conduzido com estudantes de Física, é possível contribuir para professores de outras disciplinas. Afinal, a BNCC utiliza as Ciências da Natureza e suas Tecnologias para se referir à Física, Química e Biologia. Além disso, conforme verificado nas seções a seguir, o *corpus* deste trabalho não se restringe apenas aos conceitos associados à Física.

No contexto das relações entre saberes docentes e formação de professores, a abordagem qualitativa revela-se apropriada, por valorizar a interação dinâmica entre o sujeito e a realidade, considerando a conexão entre o mundo objetivo e a subjetividade dos sujeitos envolvidos (Gil, 2017). Com esse método, é possível relacionar variáveis específicas que não são quantificáveis através de estratégias de investigação (Creswell; Creswell, 2021).

O contexto escolhido para o desenvolvimento deste trabalho se deu em uma disciplina, presente no currículo de Licenciatura em Física, realizado de maneira presencial na Universidade de Brasília (UnB). Conforme já explicitado, a técnica escolhida foi o estudo de caso, estratégia de investigação associada à abordagem qualitativa, que consiste em um estudo profundo e exaustivo de um programa, um fato, uma atividade ou um processo com uma ou mais pessoas (Gil, 2017; Yin, 2015).

Robert K. Yin (2015), em seu livro "Estudo de Caso: Planejamentos e Métodos", indica que esse procedimento investigativo é relevante quando os comportamentos não podem ser manipulados e não existe controle sobre os fenômenos. Portanto, o estudo de caso é pertinente durante a pesquisa feita com licenciandos, cujos comportamentos e ações não são completamente controlados ou previsíveis, são permeados pelas subjetividades e vivências de cada indivíduo.

Antes de a disciplina se iniciar, foi feita uma pesquisa bibliográfica, desenvolvida com artigos e livros, auxiliando na delimitação da investigação e na compreensão das pesquisas existentes sobre as práticas *maker* e formação de professores (Creswell; Creswell, 2021; Gil, 2017). Os termos pesquisados englobaram cultura *maker*, aprendizagem criativa bem como saberes docentes.

Além do estudo de caso, foi produzida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A RSL é útil para identificar práticas já realizadas na temática pesquisada. Além disso, os procedimentos também foram aplicados para "auxiliar na busca de novas linhas de investigação para o problema que o pesquisador pretende investigar" (Brizola; Fantin, 2016, p.24). Nesta pesquisa, em especial, tal método foi utilizado para responder à pergunta que permeia este estudo.

O presente estudo de caso, como fontes de evidência, utilizou entrevistas e captação de imagens, áudios e vídeos das aulas. O fim da disciplina e da RSL resultou em uma grande quantidade de gravações, posteriormente transcritas, e artigos. Assim, para a avaliação dos resultados, optou-se pela Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2016).

Em uma pesquisa qualitativa, a coleta e produção de dados é feita pelo pesquisador que não pode retirar sua trajetória e suas percepções de todo o processo investigativo (Creswell; Creswell, 2021). Com isso, neste trabalho é necessário situar como a pesquisa foi planejada, observada, conduzida e analisada, segundo a pesquisadora.

O planejamento da disciplina, parte das aulas ministradas, o acompanhamento semanal

da construção de artefatos e a seleção daqueles que compõem o *corpus* desta pesquisa foram alguns papéis acumulados pela pesquisadora. Além disso, as entrevistas e suas análises também foram conduzidas por ela.

A posição simultânea de docente e investigadora fornece um acesso privilegiado ao fenômeno investigado, mas também apresenta riscos. Por exemplo, o papel avaliativo durante a disciplina pode causar inibição na fala dos entrevistados, por receio de seus pontos de vista serem negativamente avaliados. Além disso, a proximidade com o fenômeno estudado pode contaminar a interpretação dos dados.

Em uma tentativa de diminuir esses riscos, as entrevistas foram realizadas após a divulgação de menções avaliativas, os estudantes foram informados sobre a confidencialidade de todas as suas informações e também foram avisados de que não existem respostas certas ou erradas.

3.2. A Revisão Sistemática da Literatura

Nesta seção, buscou-se compreender como as práticas *maker* podem contribuir na formação de professores, mais especificamente, para a construção dos saberes docentes. Desta forma, além do estudo de caso, foi necessário conhecer projetos de formação inicial e continuada feita em outras instituições e localizações. Para tal, foi escolhida como metodologia a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com natureza exploratória.

Brizola e Fantin (2016) informam que a revisão de literatura, quando bem-feita, também previne os contratempos futuros, por exemplo, ao ler um trabalho, sente-se que se trata de uma pesquisa que já teve outros diversos estudos, e que esta não tem mais acréscimos ao tema (sejam eles positivos ou negativos).

Ao construir uma RSL, são investigadas as produções científicas para ter conteúdo basilar fortificado. E isso inclui também o cuidado com os critérios, bem como os percursos metodológicos estruturados que serão utilizados para isso (Brizola; Fantin, 2016). O Quadro 1 mostra as etapas que foram percorridas durante esta RSL.

Quadro 1 – Etapas da Revisão Sistemática da Literatura

Etapa	**Descrição**
1	Formular a pergunta de pesquisa
2	Definir estratégia de busca e selecionar as fontes
3	Avaliar os estudos
4	Coletar
5	Analisar segundo a Análise Textual Discursiva
6	Interpretar os dados e sintetizar em metatexto
7	Estruturar e publicar resultados

Fonte: elaborado pela autora.

A etapa 1 (Formular a pergunta de pesquisa) é a mais importante, pois ela abre o melhor caminho que a RSL necessita, sendo o maior desafio do percurso investigativo. E, para esta dissertação, foi pensado o seguinte questionamento: Como a inserção de práticas *maker* na formação de professores de Física pode auxiliar no desenvolvimento de saberes docentes?

Em seguida, organizou-se uma estratégia de busca para localizar os dados mais relevantes para o estudo, e isso possibilitou também fazer um levantamento de potenciais sinônimos, além de permitir o desenvolvimento de procedimentos e mecanismos de seleção.

Para a pesquisa, foi utilizado o Portal de Periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Foram selecionados artigos com acesso aberto, em português, publicados nos últimos anos, ou seja, entre 2020 e maio de 2026. A busca foi realizada por meio dos seguintes descritores e operadores booleanos: “cultura *maker*” AND “docentes”; “cultura *maker*” AND “professores”; “cultura *maker*” AND “formação”; “práticas *maker*” AND “docentes”; “práticas *maker*” AND “professores”; “práticas *maker*” AND “formação”.

Foram contabilizados os artigos publicados em periódicos científicos que abordam práticas *maker* em atividades especificamente para a formação de professores, em língua portuguesa, que estavam disponíveis online na íntegra gratuitamente. Foram excluídos os artigos de revisão teórica ou sistemática, teses, dissertações, livros ou outros documentos, e estudos que não contemplam, em suas amostras, professores ou estudantes de licenciatura.

A pesquisa procurou seguir todos os protocolos de condução da RSL. Isso significa que foram lidos os títulos dos documentos, após esse passo, foram também lidos os resumos e uma

pré-avaliação baseada nos critérios de inclusão e exclusão (quadro 2) foi executada, a fim de selecionar os textos que seriam lidos na íntegra.

Quadro 2 – Critérios de inclusão e exclusão para os artigos da RSL.

Critérios de inclusão	**Critérios de exclusão**
Trabalhos publicados entre 2020 e maio de 2026 no Portal de Periódicos da CAPES.	Artigos de revisão teórica ou sistemática.
Artigos que tenham sido publicados em português, com disponíveis integralmente de maneira gratuita.	Estudos que não contemplassem exclusivamente professores ou estudantes de licenciatura em sua amostra.
Trabalhos com as palavras-chave citadas no texto.	Artigos disponíveis em duplicata.

Fonte: elaborado pela autora.

Os textos foram lidos objetivando verificar quais contribuições para os saberes docentes foram alcançadas como resultados ao longo de cada processo. As etapas 5, 6 e 7 se concretizam nas seções a seguir.

3.3. O Estudo de Caso

O curso de Licenciatura em Física é ofertado pelo Instituto de Física da Universidade de Brasília no período noturno. Oferecido de modo presencial, possui uma carga horária de 3.300 horas e duração esperada de 4,5 anos. Os componentes curriculares são divididos em obrigatórios (disciplinas que devem ser necessariamente cursadas), optativos (conjunto de disciplinas que os alunos podem escolher, de acordo com seus interesses) e componentes eletivos (disciplinas que não pertencem ao currículo obrigatório e permitem que os estudantes cursem outras áreas). O componente curricular de "Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física" é oferecido como matéria optativa.

Durante o planejamento da disciplina, montou-se o plano de ensino com bibliografia, conteúdos, objetivos e cronograma. No início do percurso, os licenciandos foram informados sobre o estudo que seria executado durante todo o semestre, assim como sobre os objetivos e etapas da investigação. Eles concordaram em participar dos procedimentos e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que pode ser visualizado no Apêndice A.

Durante sua execução, os cursistas da disciplina receberam formação sobre o uso de Tecnologias Digitais como Arduino, jogos digitais e *softwares* associados à fabricação digital.

Ao final do percurso formativo, os estudantes foram convidados a produzir protótipos, com o auxílio de tecnologias digitais, apresentados ao longo das aulas. Por se tratar de um trabalho complexo, os alunos tiveram apoio semanal para execução e construção de seus artefatos.

Após a apresentação de cada licenciando, cinco artefatos foram selecionados para compor esta dissertação; foram escolhidos aqueles cujas apresentação e execução mostraram originalidade e articulação com os conceitos abordados durante a formação. Os demais alunos apresentaram artefatos que não envolviam Tecnologias Digitais ou apenas imprimiram objetos tridimensionais já disponibilizados em mídias digitais, ao invés de construí-los. Os autores dos artefatos selecionados participaram de entrevistas semiestruturadas.

As perguntas deste trabalho, em especial, pretenderam compreender as percepções dos licenciandos selecionados sobre as atividades produzidas durante o percurso da disciplina, suas implicações e prováveis impactos gerados na construção dos recursos educacionais. Sendo assim, as seguintes perguntas foram elaboradas:

I. Como você escolheu que recurso educacional iria produzir?
II. Quais foram as dificuldades enfrentadas durante a construção do seu recurso educacional?
III. Se você pudesse reiniciar a disciplina, você faria algo diferente?
IV. Você acredita que pode utilizar seu recurso educacional em sala de aula?
V. Teve algum momento em que você precisou mudar o plano inicial? Por quê?
VI. O que você fez quando algo não deu certo? Como resolveu os problemas?
VII. Você já teve contato com projetos de cultura *maker* antes? Onde ou como?
VIII. Você se sentiu livre para criar e experimentar ideias no seu projeto?
IX. De onde vieram as ideias para o seu projeto? Você se inspirou em algo ou alguém?
X. O quanto você sentiu que estava no controle do seu próprio projeto?

3.4. Análise dos dados

A ATD é compreendida como um ciclo auto-organizado de três momentos: a desmontagem dos textos (unitarização), o estabelecimento de relações (categorização) e a captação do novo emergente, expresso através de um metatexto (Moraes; Galiazzi, 2016;

Moraes, 2003). Nesta dissertação, buscou-se aplicar o ciclo da ATD aos artigos e às entrevistas, para compreender os saberes docentes potencialmente desenvolvidos em práticas *maker*.

No primeiro momento, a unitarização, o *corpus* foi fragmentado em unidades de significado e enunciados pertinentes ao fenômeno investigado. Cada unidade dos artigos e entrevistas foi codificada de acordo com sua fonte de origem. Por exemplo, o primeiro artigo foi denominado A1 e o primeiro excerto deste texto foi chamado de A1.1. De maneira similar, os entrevistados foram codificados como E1, E2, E3, E4 e E5. Os trechos de cada entrevistado também foram codificados, por exemplo, o terceiro trecho selecionado do quarto entrevistado foi denominado como E4.3.

No segundo momento, a categorização, as unidades foram reunidas em conjuntos de significação próxima (Moraes; Galiazzi, 2016). As categorias foram definidas, a priori, com base na tipologia dos saberes docentes de Maurice Tardif (2014). A partir das unidades de significado, notou-se a necessidade de uma categoria emergente. As categorias estão esquematizadas no Quadro 3.

Por fim, no terceiro momento, a captação do novo emergente, produziu-se o metatexto: um texto interpretativo organizado pelas categorias, no qual descrição e interpretação dialogam com o referencial e com os próprios textos analisados.

Cabe ressaltar que o reconhecimento da categoria emergente, saber tecnológico, emergiu da interpretação das unidades de significado. Neste processo, verificou-se que o papel central das tecnologias em práticas *maker* não era contemplada em alguma das quatro categorias definidas a priori e não era contemplado totalmente pelo referencial de partida.

Quadro 3 – Categorias determinadas a priori e categoria emergente.

Categorias a priori	
Saber profissional	São conhecimentos, habilidades e vivências ligados às teorias da aprendizagem, oriundos das ciências da educação. Em geral, são transmitidos pelas instituições de formação de professores.
Saber disciplinar	São os saberes relacionados à área de conhecimento de cada licenciando durante sua formação, concretizam-se através das disciplinas ensinadas para cada curso.
Saber curricular	São os saberes relativos aos objetivos, conteúdos e métodos pelos quais a escola seleciona e apresenta os conteúdos.

Saber experiencial	São aqueles conhecimentos oriundos do cotidiano do profissional da educação, eles surgem durante a prática do profissional.
Categoria emergente	
Saber tecnológico	São aquelas competências, habilidades e vivências relacionadas com os mais diversos instrumentos tecnológicos durante todo o planejamento e prática educacional.

Fonte: elaborado pela autora.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blablablá e a prática, ativismo

Paulo Freire,
A pedagogia da autonomia

A grande quantidade de textos, advindos das entrevistas e artigos, foi analisada à luz da ATD. Após a leitura exaustiva das unidades de significado extraídas do *corpus*, estas foram, posteriormente, atribuídas às categorias definidas *a priori*, segundo Tardif (2014): saberes profissionais, saberes disciplinares, saberes curriculares e saberes experienciais.

A partir da análise das unidades de significado, notou-se a pertinência de uma categoria emergente, posteriormente denominada como saberes tecnológicos. A categoria justifica-se pela necessidade de os docentes estarem preparados para uma sociedade cada vez mais tecnológica (Gatti, 2022; Krasilchik; Araújo, 2010) e pela estreita relação entre práticas *maker* e as TDIC (Paula; Martins; Oliveira 2021; Peres *et al.*, 2021).

4.1. Revisão Sistemática da Literatura

A busca ocorreu no primeiro semestre de 2026, os resultados foram armazenados em uma planilha eletrônica, onde constavam, inicialmente, 111 artigos. Em seguida, 55 trabalhos duplicados foram eliminados, restando 56 artigos. Nessa etapa, tendo em vista os critérios de exclusão e inclusão, iniciou-se a leitura dos artigos.

Em relação aos critérios de exclusão, 26 artigos foram descartados por não mostrarem atividades pedagógicas práticas, ou seja, eram textos teóricos, revisões da literatura ou ensaios. Em seguida, outros 24 trabalhos foram descartados por não terem como objeto de estudo os professores em formação inicial ou continuada. Eram textos que indicavam práticas que ocorriam na educação básica ou em espaços de educação não formal. Desta forma, restaram apenas seis trabalhos, aqueles que mostraram grupos de professores ou licenciandos como objeto de estudo em programas de formação inicial ou continuada relacionados com práticas *maker*. A referência dos artigos selecionados está no Apêndice B.

O Quadro 4 ilustra os títulos dos artigos selecionados, acrescidos de seus respectivos autores, ano e local onde foram publicados. Além disso, a quantidade de profissionais envolvidos e o tipo de formação estão assinalados.

O primeiro artigo (A1) é denominado "Afrofuturismo na Educação: o Caso da Metodologia Ativa Cartodiversidade". O estudo, através do método da cartografia, mostrou a produção de materiais didáticos com influência afrofuturista. Neste trabalho, a cartodiversidade utiliza os princípios da cultura *maker* e discute diversos conceitos relacionados com a Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER). O trabalho ocorreu em uma disciplina destinada à formação de professores no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA).

Com o título de "Aplicação de *Stop Motion* para criação de vídeos animados sobre mitos indígenas: Uma Experiência na Formação de Professores Indígenas na Cidade de Manaus", o segundo artigo (A2) mostra uma experiência na formação continuada de professores indígenas. Neste trabalho, os professores utilizaram a técnica *Stop Motion* para construir vídeos que mostram mitos e lendas indígenas, mantendo viva sua cultura. O processo se deu através da formação continuada com profissionais da educação da Secretaria Municipal de Educação de Manaus (SEMED/Manaus).

O terceiro artigo (A3), "Autômatos como Estratégia para a Inserção da Abordagem Pedagógica da Aprendizagem Criativa em Sala de Aula: um Relato de Experiência", discorre sobre a experiência que ocorreu em um curso de formação continuada que, através de autômatos, aborda a aprendizagem criativa e a cultura *maker*. A atividade ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), dentro do curso de Mestrado Profissional em Informática na Educação.

Com o título de "Cultura *maker* e tecnologias digitais na formação inicial em Educação Física: no ensino da aventura", o quarto artigo (A4) mostra o processo de construção de material didático pedagógico para Práticas Corporais de Aventuras destinadas à Educação Infantil. A pesquisa ocorreu em um curso que forma professores de Educação Física. Apesar de ser uma atividade da Universidade Estadual de Maringá (UEM), a disciplina foi ofertada de maneira online devido à pandemia global que ocorria durante sua execução.

O quinto artigo (A5) é denominado "Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução". O texto mostra um curso de formação continuada, baseado em

aprendizagem criativa, com a construção de painéis interativos que mesclam conceitos de Eletrônica e Arte. A formação foi ofertada para professores da educação básica da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME-SP).

Já o sexto artigo (A6), "Movimento *maker* na educação escolar: reflexões sobre uma formação docente na perspectiva ético-crítica no contexto do projeto *Educamaker*", mostra a execução do projeto "Criar: *EducaMaker*" da rede municipal de São Bento do Sul, Santa Catarina durante uma formação continuada. O texto relata o planejamento de práticas *maker* problematizadoras, neste caso, relacionadas à poluição sonora e infrequência escolar.

Os artigos foram publicados em diferentes periódicos, destacando-se a revista e-Curriculum com duas das seis publicações. Os demais periódicos possuem apenas uma publicação cada. Em sua maioria, os trabalhos envolveram a formação continuada, enquanto apenas dois deles tiveram como objeto professores da formação inicial.

Quadro 4 – Identificação dos artigos selecionados para o corpus de análise

Cód.	Título	Autores e ano de publicação	Periódico	Profissionais	Tipos de Formação
A1	Afrofuturismo na educação: o caso da metodologia ativa cartodiversidade	(Rocha; Vaz, 2021)	Revista e-Curriculum (PUC-SP).	3 turmas de Formação de Professores	Formação Inicial
A2	Aplicação de Stop Motion para criação de vídeos animados sobre mitos indígenas: uma experiência na formação de professores indígenas na cidade de Manaus	(Ribeiro *et al*., 2020)	Educitec (Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico),	18 professores indígenas	Formação Continuada
A3	Autômatos como estratégia para a inserção da abordagem pedagógica da aprendizagem criativa em sala de aula: um relato de experiência	(Ferreira *et al*., 2022)	Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia.	17 professores	Formação Continuada
A4	Cultura *maker* e tecnologias digitais na formação inicial em Educação Física: no ensino da aventura	(Risso; Pimentel, 2026)	Revista Cadernos Cajuína.	3 professores com atuações distintas	Formação Inicial
A5	Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução	(Cavalcante; Santos, 2021)	Revista Brasileira de Ensino de Física.	2 turmas de 50 professores	Formação Continuada
A6	Movimento *maker* na educação escolar: reflexões sobre uma formação docente na perspectiva ético-crítica no contexto do projeto *Educamaker*	(Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024)	Revista e-Curriculum (PUC-SP).	15 professores iniciaram e 6 concluíram.	Formação Continuada

Fonte: Quadro produzido pela autora.

A seguir estão os metatextos resultantes deste processo de ATD. Para melhor organização das unidades, em alguns trechos e partes suprimidas foram indicados por reticências entre colchetes […].

4.1.1. Saberes profissionais na RSL

A presente categoria representa o que Tardif (2014) indica como "saberes de formação profissional". Aqui serão apresentados os saberes de ciências da educação, destinados à formação científica e erudita dos professores. São exemplos as discussões relativas à avaliação escolar ou teorias da aprendizagem.

No que se refere às práticas e métodos, a primeira contribuição evidente para a formação de professores envolve a apropriação de preceitos da cultura *maker*, que pode ser identificada no trecho a seguir:

> Podemos dizer que foram levantadas diversas ações coletivas relevantes, em relação a abordagem *Maker* (fazedora). Os princípios dela são trazidos para os processos formativos com a bolsista, como aprendizagens ressignificadas. Eles poderão ser democratizados e replicados em outros espaços escolares, acadêmicos e comunitários (A4.1) (Risso; Pimentel, 2026, p.13).

O texto refere-se, por exemplo, aos princípios da cultura *maker* enunciados por Hatch (2013). Ao fazer, compartilhar, doar, equipar-se, brincar, experimentar, aprender, participar, apoiar e mudar é possível auxiliar na construção de recursos fora da caixa que incentivem a criatividade, o desenvolvimento de projetos e a experimentação de novas ideias.

O trecho retirado de A4 acompanha a produção de recursos didáticos sujeitos à pesquisa, nesse caso, brinquedos educativos destinados a práticas corporais de aventuras. Ao citar a formação através dos preceitos de práticas *maker*, o autor indica a importância da formação como uma maneira de auxiliar futuros professores a produzir seus próprios recursos em outros momentos de sua carreira. O mesmo ocorre em A3, que aborda atividades que envolvem a construção de autômatos, reforçando a importância das discussões sobre essa abordagem:

> A formação concentrou-se em utilizar a cultura *maker* dentro da sala de aula; incentivar a criatividade através da criação de um autómato (A3.1) (Ferreira *et al*., 2022, p.13).

Em trecho posterior, os autores afirmam que, entre outros objetivos, com a utilização de autômatos é possível:

> explorar diversos conhecimentos de áreas distintas, bem como explorar a cultura *maker*, a aprendizagem criativa e viabilizar a interdisciplinaridade de conteúdo (A3.2) (Ferreira *et al.*, 2022, p.1).

A aprendizagem criativa, citada por A3, cujos princípios são enunciados por Resnick (2020), também esteve entre as contribuições descritas pelos artigos desta RSL. No artigo A1, que descreve uma experiência em que o Afrofuturismo foi discutido na educação, através da metodologia ativa Cartodiversidade, o autor cita a apropriação de conceitos de aprendizagem criativa em:

> A Carta Princípios Inspiradores se desenrolou em três aulas e objetivou munir os participantes com elementos teóricos, tendo como desdobramento a Trilha da Aprendizagem Criativa! (A1.1) (Rocha; Vaz, 2021, p.1045).
>
> Nessa Trilha, foram disponibilizados previamente os textos na sala de aula virtual […]. Tais leituras eram necessárias à compreensão de conceitos como: Criatividade, Aprendizagem Criativa, Experiência e Inovação (A1.2) (Rocha; Vaz, 2021, p.1045).

O artigo A3 indica diretamente quais conceitos da aprendizagem criativa foram trabalhados naquela prática:

> Percebe-se, claramente, que a abordagem pedagógica da aprendizagem criativa se utiliza de vários conceitos, porém para o contexto deste artigo apenas os 4Ps e a espiral da aprendizagem criativa foram abordados com mais ênfase (A3.3) (Ferreira *et al.*, 2022, p.7).

As unidades de significado expostas até agora indicam quais teorias e métodos podem ser discutidos durante a formação de professores, portanto, conforme já mencionado, uma grande contribuição para os saberes docentes profissionais seria munir os docentes com os conceitos necessários para construir suas próprias práticas e recursos.

A preocupação com abordagens que relacionam tecnologias durante o percurso didático está presente no artigo A5, que utilizou o modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), cuja tradução da sigla significa Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo, visando integrar as tecnologias em sala de aula. Portanto, nesta pesquisa, outra possível contribuição para os saberes profissionais é a apropriação dos conceitos de TPACK:

> O planejamento das atividades foi alicerçado no modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) (...) Para possibilitar a articulação entre os três saberes no modelo TPACK e uma participação equilibrada de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, foram desenvolvidas atividades em Eletrônica Criativa (...) (A5.1) (Cavalcante; Santos, 2021, p.7).

Os artigos não indicam, em geral, pensadores ou teorias da aprendizagem convencionalmente discutidos em cursos de formação de professores, talvez seja um indício de seu caráter disruptivo, o que indica uma alternativa à Pedagogia Tradicional. O trecho a seguir, retirado de A3, mostra a possibilidade de se repensar a função do professor a partir de práticas *maker*:

> **[A prática serviu para o professor]** repensar sobre novas propostas educativas que superem a instrução ditada pelo livro didático, centrada no dizer do professor e na passividade do aluno (A3.4) (Ferreira *et al*., 2022, **grifo nosso,** p.3).

Essa oposição à pedagogia tradicional se adequa à necessidade da reconfiguração do papel docente, indicando uma alternativa ao que Freire (2014) denomina como concepção bancária da educação. Além disso, Tardif (2014) também se contrapõe ao que denomina de visão fabril dos saberes, a redução do docente a executor de conhecimentos produzidos.

O *corpus* investigado mostrou um potencial de correlacionar as práticas *maker* a assuntos relacionados à diversidade, criando, também, uma conexão com temas de diversidade étnico-racial.

O artigo A1 se utiliza da Carta Diversidade e do Movimento Afrofuturista para falar sobre conceitos relacionados à Arte e à diversidade étnico-racial, com o Movimento Afrofuturista. Além disso, A2 procurou, a partir do *stop motion*, criar animações que disseminassem as lendas dos povos originários para professores que atuam em escolas indígenas, conforme indicado nos excertos a seguir:

> Para a Imersão na Diversidade Etnicorracial foram selecionados três conteúdos constantes da ementa da disciplina: Conceitos básicos da diversidade etnicorracial (Raça, Etnia, Racismo, Etnocentrismo, Preconceito, Discriminação) (A1.3) (Rocha; Vaz, 2021, p.1048).

> Os grupos produziram uma nuvem de palavras e apresentaram suas produções com uma discussão acerca do conto ‘Era Afrofuturista’, destacando as características do Movimento Afrofuturista: ancestralidade, futuro possível, autonomia e tecnologia (A1.4) (Rocha; Vaz, 2021, p.1048).

No *corpus*, essa modalidade da educação também recebe atenção especial através de A2:

> A oficina para a construção de vídeos animados com Stop Motion teve como mote a apresentação de mitos indígenas (A2.1) (Ribeiro *et al.*, 2020, p.5).
>
> Os mitos podem ganhar outras dimensões além da oralidade, podendo ser registrados em vídeos que expressam, além da narrativa, a riqueza artística, por meio da criação de personagens, cenários, músicas típicas, entre outros (A2.2) (Ribeiro *et al.*, 2020, p.6).

De forma geral, as unidades de significado desta seção indicam possibilidades de referenciais teórico-metodológicos variados. Sendo assim, os profissionais da educação podem se apropriar de tais conhecimentos para construção de atividades alinhadas a cada realidade específica, com criatividade, inovação e recursos tecnológicos.

Apesar de as práticas *maker* apresentarem caráter notadamente disruptivo, é interessante buscar refletir em que medida a ênfase nas abordagens deveria se relacionar com o aprofundamento teórico advindo de autores tradicionalmente estudados em cursos de formação docente.

4.1.2. Saberes Disciplinares na RSL

Tanto em aulas da educação básica quanto destinadas para formação de professores, as práticas *maker* podem acontecer em uma diversidade de cenários. Elas podem ocorrer em espaços *maker* ou mesmo na sala de aula convencional, como componentes eletivos ou obrigatórios (Castellar *et al*., 2018).

Apesar de o público estudado ser de professores licenciandos e licenciados, o *corpus* e as disciplinas associadas a cada artigo refletiram a diversidade de situações em que tais práticas podem ser utilizadas. Isso evidencia o caráter multidisciplinar e interdisciplinar da cultura *maker*, onde, por exemplo, é recorrente que Ciências e Arte sejam indissociáveis (Accioly, 2021).

A diversidade dos artigos também é consequência da maneira como eles foram selecionados. Por usar como critérios de inclusão a presença de palavras-chave relacionadas a práticas *maker* e a formação docente, esta pesquisa não exclui, necessariamente, aqueles artigos com profissionais da educação de uma área específica de atuação.

Com isso, a partir da análise das unidades de significado, é possível inferir que uma grande contribuição para os saberes disciplinares é justamente a capacidade que as práticas *maker* apresentam de serem abordadas em inúmeros contextos e disciplinas, conforme enunciado por Castellar *et al*. (2018).

A primeira unidade de significado envolve conceitos de mecânica**,** através da utilização de engrenagens, assunto recorrente de Física, evidencia-se que os saberes docentes podem contribuir para a compreensão de conceitos dessa área, o que pode ser visualizado nos trechos a seguir:

> Um dos elementos centrais em um autômato são as engrenagens, que permitem a movimentação do personagem ou avatar por ele representado. [...] O autor [Papert, 1985] destaca que as engrenagens permitem identificar cadeias de causa e efeito, e que elas podem servir de modelos para simplificar conceitos e ideias que são abstratas (A3.5) (Ferreira *et al.*, 2022, p.8).

> No decorrer da atividade, os participantes analisaram formas de conceber o autômato a fim de compreender como ocorria seu funcionamento mecânico e, para tanto, compartilharam informações sobre como furar e fazer ranhuras nas engrenagens para aumentar o atrito entre elas, por exemplo (A3.7) (Ferreira *et al*., 2022, p.12).

Papert (2008) afirmou ser apaixonado por engrenagens e seu funcionamento desde pequeno. O autor afirma que, por suas experiências anteriores, quando foi apresentado aos conceitos matemáticos e físicos associados a engrenagens não teve dificuldade. De forma similar, o artigo A3 indica a possibilidade de se aprender sobre engrenagens de maneira lúdica.

Os excertos também se relacionam com a compreensão de conceitos de eletricidade**.** Em A5, através da Eletrônica Criativa, os professores construíram painéis interativos que integram o uso de dispositivos como Arduino. Segundo os autores, a construção desses simuladores possibilita, entre outros, o desenvolvimento dos seguintes assuntos:

> • Conceito de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica e o uso adequado de multímetros, para a medida dessas grandezas elétricas;
> • Conceito de resistência equivalente com a associação de resistores e compreender de que maneira estas associações interferem na corrente elétrica em um circuito;
> • Compreender os princípios básicos de funcionamento de semicondutores como sensores e atuadores. (A5.2) (Cavalcante; Santos, 2021, p.5).

Moreira *et al*. (2018), em sua revisão de literatura, apontou o potencial do Arduino no ensino de Física. Segundo o autor, a utilização dessa plataforma de prototipagem em sala pode potencializar a aprendizagem dos conceitos de eletricidade e mecânica, por exemplo.

O artigo A6 mostra uma formação na qual os estudantes foram convidados a identificar um problema de sua comunidade, os profissionais decidiram se dedicar à Poluição Sonora. A contribuição em questão se relaciona com a compreensão de conceitos de acústica. O excerto A6.2 indica quais são os aprofundamentos teóricos escolhidos pelo grupo de professores:

> - Como medir o nível de "barulho"?;
> - Legislações. O que rege princípios de cidadania sobre "barulho"? (Temas como zoneamento…);
> - Estudar os ambientes de trabalhos dos pais e a questão da insalubridade vinculada ao "barulho"; (A6.2) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.6).

Entre os planos de ação, em A6, os professores decidiram compreender o funcionamento de um decibelímetro, um instrumento eletrônico usado para medir o nível de pressão sonora e quantificar a intensidade de ruídos e criar protocolos sobre a quantidade de som adequada para aquela comunidade. Através da adaptação desta prática, é possível, com adaptações, abordar diversos temas na educação básica.

As unidades de significado também indicam uma forte conexão com Biologia que pode ser verificada nos artigos A6 e A3. O texto mostra a importância de se verificar os fenômenos fisiológicos relacionados à audição, no mesmo artigo, é demonstrada a possibilidade de se trabalhar o fenômeno da polinização através de autômatos. Os trechos mencionados podem ser vistos a seguir:

> Comparação entre o mecanismo de audição do ser humano e de alguns animais (por exemplo mostrando a sensibilidade auditiva dos cachorros);
> - Níveis de audição e problemas fisiológicos (perda auditiva) (A6.1) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.6).

> A Figura 3 ilustra dois tipos de engrenagens, um usado para movimentar a flor e outro para movimentar o inseto, o que permite demonstrar ao estudante como ocorre a polinização (A3.8) (Ferreira *et al.*, 2022, p.8).

A integração com Arte esteve em boa parte dos projetos, e pode ser visualizada nos trechos a seguir:

> Este trabalho apresenta uma proposta metodológica e recursos didáticos para o ensino híbrido de conteúdos e conceitos na área de eletricidade e eletrônica, integrando arte, ciências e cultura [...] tendo por base estratégias de aprendizagem ativa, foram utilizadas dinâmicas envolvendo o desenvolvimento de narrativas aliadas à construção de painéis interativos 2D, trazendo à tona a concepção de arte interativa, onde diferentes representações do objeto surgem a partir da interação humana com a obra observada (A5.7) (Cavalcante; Santos, 2021, p.1).

> Construir uma 'música' ideal e 'tocá-la' no arduino; Criar um álbum musical e tocá-la -no arduino (A6.6) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024).
>
> A animação é a arte de criar imagens em movimento utilizando ferramentas de computação gráfica que podem ser visualizadas no computador, em filmes ou propagandas. [...] Com o potencial de criação e registro oferecido pelas técnicas e tecnologias, os mitos podem ganhar outras dimensões além da oralidade, podendo ser registrados, por exemplo, em vídeos que expressam, além da narrativa, a riqueza artística, por meio da criação de personagens, cenários, músicas típicas, entre outros (A2.5) (Ribeiro *et al.*, 2020, p.6).

No *corpus*, as Artes se demonstraram das maneiras variadas, seja para produzir os artefatos físicos (A5), para a construção de animações (A2) ou músicas (A6). A divisão entre Arte e Ciências é artificial. No mundo real, a teoria e a prática caminham juntas e em práticas *maker* tais áreas convergem para a criação de artefatos (Accioly, 2021).

Apesar de não ser o foco desta pesquisa, o trabalho associado a conceitos de Matemática está presente em A4 e A6. Através do Xadrez de orientação espacial, construído pelos professores, presente em A4, os estudantes estimulam a orientação espacial, o trabalho com escalas e a contagem numérica, ao mesmo tempo que realizam uma atividade em educação física. Em A6, o planejamento das oficinas também apresenta os aspectos matemáticos da música, conectando as disciplinas de maneira lúdica, trabalhando com base no cotidiano dos estudantes.

Apesar de as unidades de significado mencionarem disciplinas isoladas, o *corpus* indica o caráter multidisciplinar e interdisciplinar das práticas *maker* anunciado por Castellar *et al.* (2018). A construção de autômatos mobilizou conceitos de mecânica e biologia (A3), os painéis interativos articularam Arte e eletricidade (A5), a oficina sobre poluição sonora conectou acústica, música, fisiologia e Matemática (A6).

As disciplinas mobilizadas em cada trabalho nem sempre coincidem com a formação dos professores e licenciandos que participaram de cada atividade, isso demonstra o potencial de as práticas *maker* priorizarem mais os projetos e problemas reais que a formação tradicional e compartimentalizada.

4.1.3. Saberes Curriculares na RSL

Os saberes curriculares, indicados por Tardif (2014) como os discursos, objetivos, conteúdos e métodos pelos quais as instituições organizam os saberes, estão ilustrados nesta

seção. No *corpus*, tais saberes se mostram com o esforço de inscrever práticas *maker* dentro dos documentos normativos e instituições.

Em seu artigo, Stella *et al.* (2021) indica que as práticas *maker* possuem afinidades com as 10 competências gerais da educação básica descritas na BNCC. Em uma das competências, é citado o ato de "entender, explicar, formular e resolver, compreender, utilizar e criar tecnologias". Conforme verificado a seguir, o *corpus* demonstrou, nessa relação, alinhamento à BNCC.

Em A4, o alinhamento se demonstra em assuntos de geografia e matemática presentes na BNCC, conforme mencionado em A4.2. Além disso, A3, com o excerto A3.6, mostra como as práticas possuem natureza interdisciplinar.

> Nesse contexto, a pesquisa participante emergiu do desafio de possibilitar a construção de conhecimentos geográficos, matemáticos e de orientação espacial por meio do EO, uma das PCA previstas na Base Nacional Comum (A4.2) (Risso; Pimentel, 2026, p.5).
>
> O presente artigo buscou contribuir para a prática docente com temática interdisciplinar, para além do percurso didático instrucional, na qual é exigida na nova formulação da BNCC (A3.6) (Ferreira *et al.*, 2022, p.15).

Ao contrário de A4 e A3, que mencionam os conteúdos, A5 e A6 mostram que os artigos se relacionam com a tecnologia.

> Para o curso de educação continuada em Computação Física, foco deste artigo, tínhamos como tarefa primordial mostrar aos profissionais em exercício a importância da compreensão de conceitos básicos em eletrônica para o desenvolvimento de projetos na área de tecnologia com transversalidade, como está posto nas diretrizes curriculares da BNCC (A5.3) (Cavalcante; Santos, 2021, p.3).
>
> Esse movimento foi realizado a partir do projeto EducaMaker, cujos objetivos envolvem a implantação de novas tecnologias que permitam o desenvolvimento de práticas criativas e inventivas na elaboração de soluções significativas aos contextos de vida dos estudantes. O projeto cita ainda, entre outros elementos, as competências gerais 2 e 5 da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018), associados a desenvolver processos típicos do fazer científico, bem como da apropriação de tecnologias nesses percursos (A6.4) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.8).

Além de a relação com tecnologias ser citada de maneira abrangente nas competências gerais da educação básica, o mesmo também ocorre na seção que cita exclusivamente as Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. A normativa afirma que a base deve preparar os alunos para "fazer uso criterioso de diversas tecnologias." (Brasil, 2018, p. 537).

Também foi encontrada no *corpus* a preocupação com a adaptação dos recursos e atividades para a atuação futura, dos profissionais, em suas respectivas áreas. Dessa forma, é possível notar a adaptação curricular nos excertos a seguir:

> A CartoDiversidade se vale dos princípios da cultura Maker e se configura em uma metodologia ativa poderosa, possibilitando empoderar alunos e alunas, tornando-os protagonistas de sua aprendizagem e inserindo suas vozes e narrativas em produtos educacionais autorais, podendo ser adaptada a qualquer componente curricular (A1.7) (Rocha; Vaz, 2021, p.1036).

> A natureza lúdica e híbrida desta proposta permitiu aos professores participantes desenvolver projetos e atividades que puderam ser aplicadas em suas aulas remotas, com maior interação e motivação dos estudantes (A5.6) (Cavalcante; Santos, 2021).

Ao longo de sua dissertação intitulada "Cultura *Maker*: uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem", Azevêdo (2019) mostra a adaptação curricular como um desafio da inserção de práticas *maker* em ambiente escolar. Para o autor, o processo exige uma rediscussão sobre o desenvolvimento curricular e da formação de professores, caso contrário, a inserção fica impossibilitada.

Os últimos excertos referentes aos saberes curriculares mencionam a integração de práticas *maker* ao currículo. Os trechos a seguir indicam como a adequação curricular ocorre na prática:

> Os conteúdos e os projetos desenvolvidos são alinhados entre eles com base nas competências previstas no currículo do componente curricular da matemática previsto para cada trimestre de cada ano escolar. [...] em que medida é possível alterar o planejamento docente no sentido de desenvolver novas abordagens e ao mesmo tempo atender o currículo (A6.8) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.13).

> O aspecto inovador da experiência reside no fato de que as ações ocorreram de forma integrada ao projeto político-pedagógico da escola, no horário regular de aulas e em diálogo interdisciplinar com outros componentes curriculares. [...] Ressalta-se que o projeto 'Escola de Aventuras' está inserido no Colégio de Aplicação Pedagógica como uma proposta multidisciplinar, articulando-se com os componentes curriculares de Matemática, Arte, Língua Portuguesa e Geografia (A4.4) (Risso; Pimentel, 2026, p.3).

Mais do que citar normativas, os relatos mostram a inserção da prática *maker* concretamente no currículo: em A4, o brinquedo integra-se ao projeto Escola de Aventuras e ao acervo didático da escola. Esse movimento responde a uma tensão apontada por Tardif (2014): os saberes curriculares costumam situar-se em relação de exterioridade à prática docente, pois o professor não os define nem os seleciona.

As práticas *maker,* ao serem deliberadamente integradas ao currículo, são uma tentativa de reduzir essa exterioridade. Há, ainda, a recorrência da transversalidade e da interdisciplinaridade como exigências curriculares atuais, presentes em A1, A3 e A5.

Em resumo, os excertos mostram a teoria, alinhamento com normativas educacionais, adaptação e integração das práticas. Ao construir seus recursos, os profissionais da educação saem da posição de apenas executar o currículo para um sujeito que interpreta o currículo e adapta de acordo com suas produções.

4.1.4. Saberes Experienciais na RSL

Os saberes experienciais, obtidos através das vivências, são nucleares para Tardif (2014), afinal, é através deles que o professor interage com todos os demais saberes enunciados pelo autor. Os saberes experienciais também se destacam nas práticas *maker*. A relação é bastante coerente, afinal, o método “mão-na-massa" é essencial para a cultura *maker* (Almeida; Wunsch; Bittencourt, 2022).

Em relação aos saberes experienciais, a unidade de significado mais proeminente é a valorização e superação do erro. As práticas *maker* permitem que os alunos construam conhecimentos em situações concretas onde o foco seja no “aprender fazendo”, com isso, os estudantes aprendem com erros e acertos (Accioly, 2021). Isso pode ser verificado nos trechos a seguir:

> E o último P, é o pensar brincando, que está ligado ao fator de exploração de ideias durante a criação de algo, ou seja, explorar a ludicidade e o que ela tem de positivo, enquanto cria, assumir riscos e testar os seus próprios limites (A3.9) (Ferreira *et al.*, 2022, p.6).

> Vários trabalhos publicados apontam que o uso de simuladores no aprendizado de eletricidade, podem ser até mesmo mais eficazes do que equipamentos reais tendo em vista que traz segurança ao estudante para aprender com seus erros, já que qualquer falha ou desatenção não acarreta a queima de nenhum componente e que não existe nenhuma possibilidade de choque (A5.4) (Cavalcante; Santos, 2021, p.12).

> O manuseio de equipamentos reais, apesar de trazer muito aprendizado, limita as ações dos estudantes pelo medo de que o seu erro traga prejuízos irreparáveis e isso impede que ele ouse mais e que se auto desafie (A5.5) (Cavalcante; Santos, 2021, p.12).

Conforme indicam os excertos, as práticas *maker* mostram uma maneira de lidar com o erro como se ele fosse apenas uma etapa do processo. O excerto A3.9 mostra que, ao pensar brincando, assume-se riscos, inclusive de um provável erro e verificação de rota. A5.4 e A5.5 mostram que os simuladores possibilitam que se erre ou acerte sem danos a equipamentos físicos. O processo do erro já era visto como positivo por Papert (2008) que afirmava que não se pode acertar sem errar, cabendo ao professor mediar esses processos.

Papert (2008) compara o erro a um bug de computador. Quando um programador se depara com um bug, ele não considera isso um fracasso pessoal ou algo pelo qual deva ser penalizado. O programador analisa o código e procura o erro para, posteriormente, consertá-lo.

Ao errar, os estudantes precisam repensar suas maneiras de seguir, o que se relaciona com uma certa revisão de rotas**.** Quando Resnick (2020) explica sobre a espiral da aprendizagem, o autor indica que ela não é um processo seriado, pelo contrário, é possível refazer suas etapas quantas vezes forem necessárias. Os trechos a seguir indicam que o erro acaba se tornando uma boa maneira de mudar a rota:

> Ao passar por todos os itens do espiral, as crianças desenvolvem e refinam suas habilidades como pensadoras criativas, aprendem a desenvolver as próprias ideias, testá-las, experimentar alternativas, obter as opiniões de outras pessoas e criar ideias baseadas em suas experiências (A3.10) (Ferreira *et al.*, 2022, p.6).

> Os testes funcionam como feedback para os próprios autores e para a professora, pois o fluxo de respostas, os retornos ao ponto inicial da concepção, os ajustes têm o potencial de ajudar na melhoria do produto a ser oferecido às salas de aula de Educação Básica para a melhoria da qualidade do ensino (A1.5) (Rocha; Vaz, 2021, p.1053).

> Na autoavaliação com a orientadora, os autores respondem questionamentos acerca das regras do jogo, se ficaram claras ou se possuem ambiguidades [...]. É um momento de escuta, observação e acolhimento de ideias. Nesse contexto, regras vão sendo alteradas, trocadas, acrescentadas ou mesmo eliminadas (A1.8) (Rocha; Vaz, 2021, p.1053).

A terceira contribuição das práticas *maker* envolve aprender fazendo, o que pode ser verificado no excerto abaixo:

> Para isso uma das alternativas que tem se mostrado bastante eficaz é trazer o aprendiz para ambientes de experimentação mas numa concepção advinda da cultura Maker, do aprender fazendo. Neste espaço os estudantes são acompanhados e orientados pelos professores no desenvolvimento de projetos ou na resolução de problemas. Nesta construção as concepções alternativas vão dando lugar ao conhecimento científico por meio de testes e num processo constante de investigação (A5.9) (Cavalcante; Santos, 2021, p.4).

A formação mão na massa de A2, a concepção advinda da cultura *maker*, do aprender fazendo, de A5, e o processo ativo, reflexivo e cooperativo a partir de situações reais da prática escolar, de A4, colocam o professor na posição de quem aprende pela ação.

Tardif (2014) indica que o professor retraduz e avalia os saberes através dos saberes experienciais, isso se demonstra no *corpus* em questão. Ao colocar o professor em uma situação em que ele aprende fazendo, o profissional articula os demais saberes de uma forma mais efetiva do que, por exemplo, em uma formação onde o professor apenas lê sobre determinada teoria da aprendizagem para a resolução de uma prova.

4.1.5. Saberes Tecnológicos na RSL

Acerca das variadas ferramentas utilizadas em práticas *maker*, Blikstein (2016, 2018) indica a possibilidade de materiais simples como palitos, cola e papelão, mas também utiliza tecnologias digitais. Ou seja, neste movimento, é possível o uso de velhas e novas tecnologias para a experimentação e o aprendizado.

A presente seção é fruto de uma categoria emergente, dada a necessidade de agrupar as diversas unidades de significado em uma nova categoria. Após o ciclo de ATD, foram selecionadas as unidades de significado indicadas a seguir.

A exposição das experiências de formação mostrou a necessidade de facilitar a comunicação entre cursistas e professores orientadores, além da distribuição e divulgação de material formativo de maneira online. Desta forma, como primeira contribuição para a formação docente, emergiram trechos relacionados a Tecnologias de Comunicação e Interação.

Os excertos não são, exclusivamente, frutos de processos formativos com práticas *maker*. Em geral, as formações docentes usam veículos de comunicação com os professores muito semelhantes aos expostos no excerto. No entanto, de maneira específica, conforme assinalado em A4.3 e A6.3, as práticas contribuíram para a utilização e interação através de meios digitais de comunicação, e-mail, e compartilhamento de conteúdo (moodle):

> Durante o percurso e visando o registro final, foi fabricado um diário eletrônico contendo: reuniões por videoconferências utilizando o aplicativo Google Meet; comunicação entre os partícipes em um grupo de WhatsApp (criado para realização deste trabalho) e por E-mail (A4.3) (Risso; Pimentel, 2026, p.8).

> Além do movimento proposto durante a coformação de compartilhamento de materiais pelo Moodle – o qual não apresentou grande adesão, apenas dois professores interagiram no fórum, por exemplo –, constava desde o planejamento inicial a realização de uma atividade assíncrona para que houvesse um momento de troca de materiais e de reflexões. As práticas também possibilitaram que os professores utilizassem ambientes virtuais de aprendizagem (A6.3) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.12).

Os excertos contribuem com Moran (2015) ao afirmar que "As tecnologias são meio, apoio, mas, com o avanço das redes, da comunicação em tempo real e dos portais de pesquisa, transformaram-se em instrumentos fundamentais para a mudança na educação." (p.97). É necessário que tais práticas estejam presentes em todo o percurso educacional dos profissionais da educação.

Os estudantes também utilizaram ferramentas para produzir conteúdo autoral, com isso, identificou-se o uso de ferramentas de autoria e produção. O artigo A1 mostra a possibilidade de usar um aplicativo para a construção de histórias em quadrinho. O autor indica que as HQs são como “um ferramental poderoso em que se pode agregar texto escrito e imagem, oportunizando ao aluno a produção de conhecimento, desenvolvendo sua criatividade e o poder de síntese” (Rocha; Vaz, 2021, p.1049). O uso de tais ferramentas está indicado em:

> As turmas conceberam diversos produtos educacionais. Apresentamos aqui a 'Era Afrofuturista no formato História em Quadrinhos (HQ), usando o aplicativo pixton com base no livro Sankofia da artista Lu Ain-Zaila, produzido por um dos grupos (A1.6) (Rocha; Vaz, 2021, p.1051).

Além disso, o artigo A2 mostra a possibilidade de produzir vídeos animados:

> Como percurso metodológico para orientar a formação e a criação de vídeos animados com adoção de Stop Motion, [...] as quais são compostas por cinco etapas: definição do tema ou ideia; criação de um roteiro a partir do tema; construção do cenário com os personagens; produção das fotos quadro a quadro; e por fim, a edição das fotos no software windows movie maker (A2.3) (Ribeiro *et al*., 2020, p.3).

> As aulas tiveram a dinâmica de uma oficina, com carga horária de 8h, na qual os professores indígenas trabalharam em grupos, no Laboratório da Gerência de Tecnologia Educacional (GTE/SEMED), tanto na aprendizagem dos fundamentos e procedimentos pertinentes a técnica Stop Motion, quanto na elaboração de seus próprios vídeos animados (A2.4) (Ribeiro *et al*., 2020, p.3).

Por fim, em A6, os alunos usaram o programa *Tinkercad*, um aplicativo gratuito onde se pode, por exemplo, criar modelos tridimensionais a partir de formas básicas, conforme excerto a seguir:

> Assim, em um primeiro momento do encontro, em pequenos grupos, o(a)s professore(a)s precisaram cumprir desafios, usando o programa Tinkercad sem muita instrução e intervenção dos formadores (A6.5) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.12).

O artigo A5 mostra os simuladores online como uma maneira de realizar simulações, no caso, em ambiente de pandemia global. Naquele período, os circuitos eletrônicos não poderiam ser utilizados de maneira presencial.

> Neste painel temos as imagens de um fusca que foram impressas e superpostas na tela do computador sobre dois circuitos construídos no simulador Tinkercad. Esta superposição dá origem a uma espécie de interface que correlaciona a pintura ou desenho do mundo real, ao circuito virtualmente planejado e simulado (A5.8) (Cavalcante; Santos, 2021, p.8).

> A tarefa destes professores é desenvolver projetos de programação, incluindo o uso de microcontroladores como o Arduino. Por falta de conhecimento específico muitos deles se restringiam a copiar projetos físicos disponíveis na internet, sem qualquer conexão lógica e estruturada entre o mundo físico e as variáveis introduzidas nas linhas de programação. Disso, decorre uma limitação no desenvolvimento da criatividade dos estudantes já que a ausência de informações acaba por impor mera reprodução do que encontravam em suas buscas na web (A5.10) (Cavalcante; Santos, 2021, p.3).

> Nesse sentido, mesmo com todas essas limitações logísticas, vivenciar coletivamente o desafio de fazer funcionar uma lâmpada e um buzzer em um simulador virtual de placa de arduino, evidenciou a potência das dificuldades que temos em imergir em uma cultura maker em contraste com a lógica de formação predominante na qual temos uma pessoa que sabe dizendo como fazer a quem "supostamente não sabe" (A6.7) (Mannrich; Pinheiro; Brick, 2024, p.17).

A interpretação dos excertos indica que as contribuições das práticas *maker* se relacionam com a postura que se assume diante das tecnologias. Em A5.8, o Tinkercad se transforma em uma interface criativa, onde se pode construir mesmo sem materiais físicos. Em contrapartida, A5.10 expõe o risco de que, na ausência de conhecimento específico, o uso da tecnologia recaia na mera reprodução de projetos prontos, postura criticada por Blikstein (2016) ao afirmar que muitos tratam as tecnologias como uma caixa-preta, entendida por poucos. Em conjunto, os trechos indicam uma mudança de postura dos profissionais da educação em práticas *maker*, esses passam a ser autores de seus recursos.

Conforme mencionado, a categoria emergente dos saberes tecnológicos se justifica por não se encaixar diretamente em nenhum saber enunciado por Tardif (2014), mas se apresentar de maneira consolidada nas práticas *maker*. Ao usar as tecnologias para interação ou criação de artefatos, o professor se desloca de uma atitude instrucionista e passa a agir ativamente com as tecnologias, conforme enunciado por Papert (2008, 1985) ao discutir o construcionismo.

4.2. Análises das Entrevistas

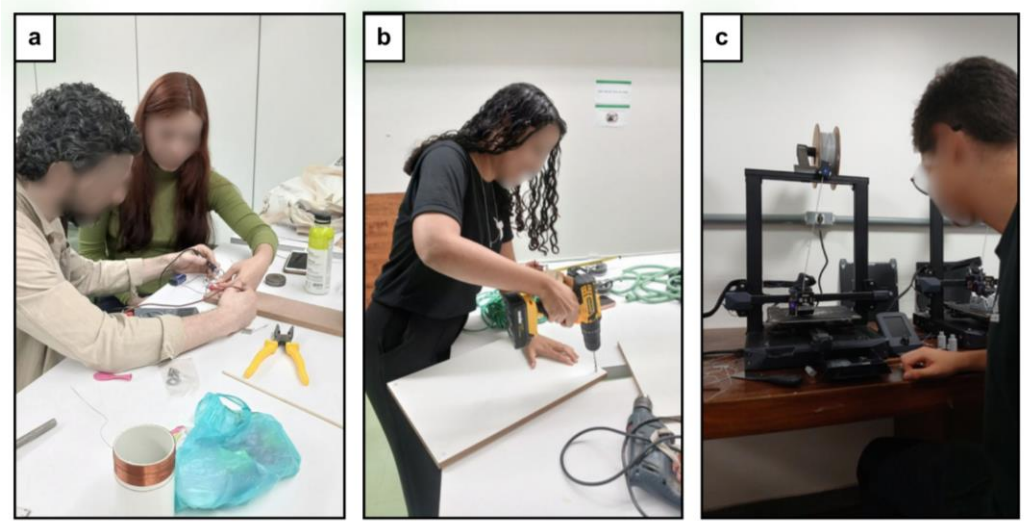
Os participantes desta pesquisa são estudantes de Licenciatura em Física que se inscreveram na disciplina Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física, considerada optativa. Apesar de a matéria mencionada possibilitar a inscrição de alunos pertencentes a outros cursos, não houve adesão de licenciandos de outras áreas.

A ementa da disciplina pode ser visualizada integralmente no Apêndice C. Inicialmente, doze alunos se inscreveram, um estudante desistiu ainda nas primeiras semanas por incompatibilidade de horários. Os demais concluíram e foram aprovados.

As aulas se iniciaram com formações práticas onde os alunos aprenderam os princípios para usar impressora 3D e Arduino. Durante o período de aula, os alunos modelaram e imprimiram artefatos tridimensionais e manipularam a plataforma de prototipagem eletrônica. Nas aulas seguintes, os estudantes aprenderam sobre o construtivismo e construcionismo. Os estudantes também aprenderam mais sobre ferramentas de simulação, sobre a cultura *maker* e contaram com aulas destinadas à construção de seus artefatos. A Figura 2 mostra os estudantes produzindo seus artefatos.

Ao final da disciplina, todos os estudantes produziram artefatos com o objetivo de aplicar futuramente em sala de aula. Destes, cinco trabalhos foram selecionados e estão descritos no Apêndice D. Os critérios de inclusão envolveram todo o percurso de criação do artefato e a apresentação feita pelos estudantes. Os alunos selecionados apresentaram a criação e adaptação gradual de seus artefatos ao longo das semanas, demonstrando criatividade, constante reflexão e reorientação acerca de seus projetos.

Figura 2 – a) aluna e professor testando a voltagem em um circuito elétrico; b) estudante utilizando a furadeira; c) estudante observando seu artefato ser impresso;



Fonte: imagens fotografadas pela autora.

Foram excluídos aqueles artefatos cuja ideia não foi criada por seu apresentador. Em um desses casos, por exemplo, a estudante quis fazer modelo de motor elétrico de corrente contínua que havia visto em outro momento de sua formação. Outro estudante encontrou modelo tridimensional pronto de um astrolábio (instrumento antigo usado para medir as distâncias das rotas marítimas) e o imprimiu.

As próximas seções mostram a análise e categorização das entrevistas.

4.2.1. Saberes Profissionais nas Entrevistas

Em geral, os estudantes não citaram diretamente teóricos da educação ou teorias da aprendizagem de maneira tradicional, o resultado parece congruente, afinal, a disciplina procurou focar nos elementos práticos, de acordo com os princípios da cultura *maker*.

Dentro da categoria de saberes profissionais, a entrevista dos participantes do estudo de caso também mostrou afinidade com os preceitos da cultura *maker*. Ao serem questionados sobre o contato prévio com a cultura *maker*, em geral, os estudantes afirmavam não ter tido tantas experiências ou contato com esse conceito, apesar de ter algum contato fora da universidade, conforme mencionado no excerto a seguir.

> Acho que foi a primeira vez, foi muito bom. Na cultura *maker*, na graduação em si, oficialmente, academicamente. Fora foi só exploratório, na verdade, pegando, estudando por fora. (E4.1)

O estudante E3, após a disciplina, passou a aplicar os conceitos no local onde trabalha como estagiário e alcançou bons resultados:

> Lá no trabalho, surgiu também coisa, porque lá tem impressora 3D. E aí depois daqui eu comecei a, eu virei o cara de mexer nos 3D lá. [...] A disciplina me ajudou muito até no meu trabalho. Que agora estou meio que insubstituível. (E3.1)

Enquanto E4 indica a apropriação dos preceitos em um contato inicial, E3 indica que a apropriação extrapolou o âmbito acadêmico e influenciou sua atuação profissional, tornando-o em um tipo de referência em fabricação digital em seu trabalho. Os relatos sugerem que o contato estruturado com práticas maker pode se transformar em saberes mobilizados na prática.

A fala dos estudantes mostrou que as práticas foram uma alternativa à pedagogia tradicional. O licenciando E1 produziu um sistema de polias móveis, enquanto a licencianda E3 produziu uma caixa com recursos educacionais tridimensionais, o que une a fala dos dois é enxergar suas atividades como uma alternativa ao ensino tradicional:

> Porque eu sempre pensei que a gente dá aula sobre isso, a questão de polias móveis, e como divide a força pela metade, é sempre uma coisa muito teórica, e eu não conseguia visualizar uma forma de mostrar para os estudantes. (E1.1)

> Não só o recurso ser diferente, como a aula pra qual ele é proposto também é uma aula diferente. Que foge um pouco daquela física tradicional. Então eu acho que essa junção desses fatores torna o recurso e a aula como um todo bem interessante pros alunos. (E3.2)

Paulo Freire (2004) ressalta que o papel do professor vai além de ensinar uma disciplina, toda disciplina deve estar acompanhada de uma postura crítica do testemunho ético do professor e da formação ética dos estudantes. Assim como nos artigos, apareceu na fala dos licenciandos a Educação para Relações Étnico-Raciais.

> E para além disso, eu acho que o que mais me tocou para fazer isso foi um aluno da minha residência pedagógica, que sofreu racismo recreativo e eu pensei que só mandar para a direção não resolveria a situação, né? E a única situação a resolver, a única forma de conseguir desestruturalizar o racismo seria usar ele na sala de aula, a meu favor. Então, trabalhar a educação de éticas raciais. (E4.2)

Nas entrevistas, os saberes profissionais mostram a vivência dos licenciandos. Nos artigos, a cultura *maker*, por exemplo, integra os referenciais, mas para os licenciandos indica um contato e prática inicial. Apesar de os estudantes, em geral, não utilizarem diretamente os pressupostos da cultura *maker*, eles utilizaram as práticas para se posicionarem de maneira

contrária à física tradicional (E2) e como instrumento ético e antirracista, conforme a entrevistada E4.

4.2.2. Saberes Disciplinares nas Entrevistas

Apesar de as experiências com a cultura *maker* envolverem determinadas disciplinas, os espaços maker possibilitam explorar outras disciplinas do currículo escolar, com produções e criações enriquecidas com tecnologias, como programação, robótica e fabricação digital (Gonzaga; Graça; Quadros-Flores, 2024).

Ao contrário dos artigos, os entrevistados apresentam apenas uma formação, licenciatura em Física. Assim como nos artigos, os estudantes citaram conceitos de mecânica, o que pode ser verificado a seguir:

> Foi o da máquina de atwood, né? Mudança aparente no peso, te levando colher as móveis [...] um protótipo de aparato experimental voltado para mostrar a capacidade de polias móveis de dividir forças pela metade, de forma portátil e simples. (E1.5)

> É um protótipo de medir a aceleração da gravidade com base em queda livre e equação horária do movimento variado… (E5.1)

> Criar uma engrenagenzinha assim. É um método simples, mas que é fundamental na engenharia. (E2.4)

> Precisava aprender aceleração, como é que chama? Angular, velocidade angular, tudo angular. (E2.5)

Os entrevistados também citaram conceitos de óptica. O estudante E3 demonstra um domínio conceitual da óptica que sustenta toda a modelagem: a equivalência entre o olho e uma câmara escura dotada de lente e a inversão da imagem:

> O aparato é um modelo representacional simplificado do olho humano. Este material didático tem como objetivo auxiliar na execução de uma aula de Física sobre a visão humana, através de demonstrações visuais de como ocorre a formação da imagem no olho, os problemas de visão como a miopia e o astigmatismo, e como é feita a correção. (E3.3)

> E se a minha câmara escura for um olho? [...] a gente pode usar a lente, porque o nosso olho justamente é uma lente. [...] será que na lente a imagem também dá invertida? Dá invertida. (E3.4)

Além desses conceitos, os licenciandos também citaram conceitos de acústica, conforme mostrado a seguir:

> Fazer com que a membrana funcionasse para ter um som que fosse bom, que eu conseguisse medir frequência, amplitude, né? Fazer as medições e qualidades fisiológicas do som, né? (E4.7)

Por fim, os alunos indicaram que seus artefatos se relacionavam com conceitos de biologia, o que pode ser verificado nos trechos de E3 e E2, indicados a seguir:

> Mas eu acho que pra uma aula sobre a visão humana mesmo ele falta um pouco. Não explica tão bem o que o professor quer falar (E3.7)
>
> Ao comparar a anatomia biológica com o conceito físico (o olho como lente):
> "A gente pode usar a lente, porque o nosso olho justamente é uma lente." (E3.5)
>
> Ao relacionar o formato do órgão com a câmara escura:
> Eu, ó, é tipo uma câmara escura, só que então o formatinho é parecido com o olho. (E3.9)
>
> Talvez a gente pense em como englobar mais conceitos físicos e químicos e biólogicos. Enfim, e tentar levar esse conhecimento pensando em pessoas que nunca viram nada e não têm uma memória visual... (E2.1)

Em uma síntese sobre os saberes disciplinares, E1 utiliza os conceitos de mecânica para a produção de polias. De maneira similar, E5 também investiga os conceitos de mecânica, mais especificamente, a queda de corpos e conceitos de cinemática associados. E2, apesar de produzir uma engrenagem, também imprimiu recursos presentes em outras disciplinas das Ciências da Natureza. O terceiro entrevistado, E3, abordou os temas relativos à óptica em seu trabalho. Enquanto isso, E4 preferiu abordar os temas de ondulatória.

Neste grupo de estudantes, em especial, os saberes disciplinares se relacionam com disciplinas da física majoritariamente, resultado coerente com a formação dos estudantes. No entanto, E4, por exemplo, utilizou o ensino e a construção de um tambor para abordar temas relacionados à Educação para as Relações Étnico-Raciais e E2 buscou, através dos artefatos tridimensionais, construir uma série de oportunidades de os professores trabalharem com Educandos com Necessidades Educacionais Especiais, em específico, alunos com baixa visão ou cegos.

Os artefatos são exemplos que indicam o grande potencial das práticas *maker* na produção de recursos. No entanto, os princípios da cultura *maker* já podem indicar que os demais profissionais da educação podem construir seus próprios recursos, com conteúdos específicos, contanto que possuam as ferramentas adequadas para tal.

4.2.3. Saberes Curriculares nas Entrevistas

Ao mencionar os saberes curriculares, os artigos costumam citar normativas como a BNCC e a LDB, resultado bastante coerente, dada a estrutura habitual de um artigo. Conforme mencionado na seção anterior, o caráter prático da disciplina resultou em entrevistas que valorizam mais as questões práticas, em detrimento de normativas.

Dentro da categoria de saberes curriculares, os estudantes citaram trechos onde discutem a pertinência e viabilidade de seus artefatos em sala de aula. Isto é, os estudantes procuravam, em seus recursos, encontrar maneiras de utilizá-los em ambiente escolar. A estudante E5 realiza um exame curricular preciso ao avaliar o uso do Arduino na rede pública, enquanto E1 mostra a pertinência de seu recurso para ilustrar algo presente nos livros:

> O Arduino não é toda escola que tem. [...] requer um custo que, pelo menos na rede pública de ensino [...]. Mas com o meu aparato, sim. Se eu levar de casa [...]. E é um conteúdo que é muito usado, né? Primeiro ano de ensino médio [...]. Literalmente despenca. (E5.2)

> Você vê a imagem das polias móveis e você sempre fica tentando imaginar aquilo [...] São os livros didáticos e também os quadros que a gente faz quando dá aula a gente sempre faz aquele tipo de ilustração pros estudantes. [...] Tinha uma certa limitação porque tinha que ser algum tipo de artifício tecnológico (E1.4)

Em E5.2, o saber curricular e a leitura realista dos recursos disponíveis na escola se relacionam: a estudante reconhece a centralidade da queda livre no programa e, ao mesmo tempo, problematiza a transposição do aparato para a sala de aula.

E4 amplia o currículo para a interdisciplinaridade e para a educação das relações étnico-raciais, deslocando o recurso da excepcionalidade para o cotidiano:

> Não só pra física, né? Mas pra falar sobre a educação das relações étnico-raciais, interdisciplinaridade com a música, história, geografia. [...] Mas pra usar em uma aula centrada, normal, do dia a dia. (E4.3)

Na fala da estudante E2, o saber curricular assume a forma de uma denúncia de lacuna: a ausência de recursos de Física para estudantes com deficiência visual e a crítica ao próprio modelo de formação inicial.

> Apesar de a gente ter muitos bons professores, [...] o método de licenciatura que eles fizeram é muito antigo. [...] tem muitos professores que não têm muito tato com a educação. (E2.2)

Essa crítica reencontra a tese de Tardif (2014) sobre a *exterioridade* dos saberes curriculares e disciplinares em relação à prática, conteúdos chegam ao professor já determinados em forma e conteúdo. Ao reivindicar recursos próprios para a inclusão, E2 converte essa exterioridade em apropriação. E3, por fim, situa seu recurso como ruptura com a "Física tradicional", apostando na manipulação e na descoberta: o recurso é interessante "pela questão de ser algo físico" que os alunos "podem manipular ali".

4.2.4. Saberes Experienciais nas Entrevistas

Por estarem em processo formativo, os entrevistados não atuam como professores regentes em escolas, os estudantes informaram experiências diversas onde atuaram, de alguma maneira, como educadores. Alguns entrevistados atuam como estagiários em instituições educacionais ou mesmo como professores particulares. Além disso, o atual currículo exige que os alunos passem por diversos processos nos quais seja necessário planejar e administrar aulas.

Assim como nos artigos, a fala dos entrevistados indica, como contribuição das práticas *maker*, a valorização e superação do erro. Isso fica implícito na fala de E5 e E4.

> Deu errado, vamos pra próxima, supera. [...] Se errou uma vez, acho outra solução e troco." (E5.3)
>
> E a impressora 3D também foi um desafio para fazer, porque eu tentei fazer as tentativas sozinha e algumas deram falhas, né? (E4.4)

Assim como Papert (2008) utiliza a metáfora do "bug" para mostrar uma alternativa de comportamento diante do erro, Resnick (2020), com olhar para o jardim de infância, usa a metáfora da torre com blocos. O autor afirma que, caso crianças estejam brincando com blocos e tentando construir uma torre, se ela se inclinar e caia no chão, o movimento natural é reiniciar o processo procurando maneiras de tornar o sistema mais estável. Ou seja, o erro é uma oportunidade de se acertar ou de produzir algo ainda melhor.

Quando os procedimentos dão errado, os estudantes fazem modificações em seus trabalhos, de maneira que valorizam as tentativas, conforme indicado a seguir:

> Os encaixes, sabe? Os encaixes têm que ser muito perfeitos. E às vezes você fala, não, esse tamanho vai encaixar. E aí, na hora, o material não encaixava. E aí, é muita parada de encaixar. Então teve, tipo assim, uns três protótipos, assim, que eu mandei fazer pra ver se encaixava. (E2.6)

> Eu fiz diversos modelos, na verdade. Nem bem, sei lá, uns 5 ou 6 arquivos de modelos de olhos diferentes. Porque era aquela ideia. Se você faz um olho muito pequeno, ou seja, a distância da lente profunda ficar muito pequena, o celular tem que estar mais longe. [...] Aí tá, eu fiz diversos modelos (E3.6)

A autonomia, é defendida por Freire (2014). O autor afirma que ninguém amadurece instantaneamente, a autonomia é um processo de vir a ser. A autonomia é algo constituído com uma experiência diária de tomar decisões e assumir responsabilidades. Para que o educador consiga auxiliar o aluno é necessário indicar uma postura adequada diante das situações que não acontecem exatamente como se imaginava.

Atravessa as cinco entrevistas, ainda, um forte sentido de autonomia e autoria**.** E5 afirma "cem por cento eu estava no controle"; E3, "quem teve a responsabilidade para fazer mesmo foi a gente"; e E1 matiza essa autonomia ao reconhecer-se "80% livre", dentro do limite de "fazer algo que fazia sentido com a disciplina". Os trechos a seguir demonstram o posicionamento dos estudantes E3 e E5:

> Mas acho que a questão da autonomia, de tomar a frente para fazer, foi total minha mesmo. Eu senti essa liberdade de, tipo, eu estou fazendo a coisa. Não é tipo assim, alguém está fazendo e eu estou meio que ajudando a fazer aquela coisa. Senti que a gente mesmo tomou a frente para fazer as coisas e a gente teve todo o suporte de vocês. Mas quem teve a responsabilidade para fazer mesmo foi a gente. (E3.10)

> Cem. Cem por cento. Tudo que eu tinha que fazer, eu que tinha que fazer. Então, cem por cento eu estava no controle. [...] Cem por cento eu que estava fazendo." (E5.4)

Por fim, dentro dos saberes experienciais, as falas indicam que os estudantes conseguem identificar as dificuldades e agir diante delas**.** Azevêdo (2019) cita o tempo como um empecilho para a inserção de práticas *maker* em ambiente escolar. O autor indica que é necessário mais tempo para planejar e executar as atividades diferenciadas do que em práticas tradicionais. O professor, nestas situações teria acúmulo de trabalho que dificultaria, em outros problemas, a busca de novas capacitações. Algo semelhante ocorre em**:**

> Eu não consegui fazer meu projeto de primeira e também não conhecia aqueles programas (E4.5)

> As únicas limitações eram o tempo, né? A questão de, eu tinha em mente algumas ideias pra limitar a rotação das polias pra que elas não caíssem que foi um problema que aconteceu no meu projeto. Mas questão de tempo, não deu pra fazer. (E1.6)

> Tá, eu acho que a principal dificuldade foi tempo limitado, assim. [...] E por falta de tempo... Falta de materiais específicos, assim, os mais bem pensados, os mais apropriados para os projetos, porque não tinha muito tempo pra pensar, sabe? (E2.10)

Ainda que os entrevistados não atuem como professores regentes, os saberes experienciais são centrais em suas práticas. A relação positiva com o erro e a disposição em refazer e recalcular rotas auxiliam na mobilização dos demais saberes enunciados por Tardif (2014). Ao construir seus artefatos, os estudantes questionam a aplicabilidade em sala de aula, a pertinência curricular e até mesmo a viabilidade de tais atividades diante das tecnologias digitais disponíveis em cada situação.

4.2.5. Saberes Tecnológicos nas Entrevistas

Dentre as inúmeras recomendações para a aplicação de estratégias pedagógicas de movimento *maker* em ambiente escolar, é necessário equipar o espaço onde as atividades irão ocorrer com ferramentas eletrônicas e kits educacionais (Peres *et al.*, 2021). Neste sentido, para a formação de profissionais que poderão atuar em espaços assim, a apropriação de equipamentos é parte importante do processo.

Durante a disciplina, os estudantes foram apresentados a diversas tecnologias digitais, foi notável que a possibilidade de construção de objetos tridimensionais deixou muitos entusiasmados. Com isso, a fala dos estudantes indica a apropriação de ferramentas de fabricação digital.

Quase todos os entrevistados utilizaram a impressão tridimensional em alguma parte de seu recurso. Enquanto E1 produziu roldanas, E4 projetou modelos de tambores e E3 produziu um modelo de olho humano. A estudante E2 projetou um mecanismo de engrenagens, mas também baixou outros modelos pertinentes.

Dentro da apropriação de ferramentas de fabricação digital**,** os excertos E2.8 e E3.8 indicam que os estudantes não haviam tido contato com tais ferramentas. Ao falar sobre "aqueles programas", a E2 se refere aos softwares de modelagem, *Tinkercad*, e fatiamento, *Ultimaker Cura*.

> Até porque foi o meu primeiro contato com aqueles programas para criar isso aqui. Então eu não fazia ideia de como mexer. (E2.8)

> O Arduino eu vi uma vez, e sobre modelagem e impressão 3D eu não tinha visto de fato. (E3.8)

Apesar de os estudantes em questão não terem contato com as ferramentas antes da disciplina, eles conseguiram produzir seus recursos com o auxílio das ferramentas em questão. Portanto, uma contribuição para os estudantes foi a compreensão acerca das ferramentas associadas aos processos de fabricação digital.

> Aí eu pensei, já que a gente vai fazer isso, talvez possa utilizar da impressão 3D para fazer uma máquina do jeito que eu quero (E1.7)

A maneira como alunos e, nesta pesquisa, professores se apropriam das ferramentas digitais requer atenção especial. Para Blikstein (2016) utilizar as tecnologias de maneira tradicional transforma os estudantes em consumidores de softwares, onde as tecnologias são caixas pretas que só especialistas podem manipular. Desta forma, eles não criam, adaptam, reinventam de acordo com suas necessidades. São apenas observadores. Pensar na apropriação de ferramentas digitais deve ser pensar em uma ferramenta subversiva de comunicação e transformação social. Isso é visto na fala dos estudantes quando constroem suas ferramentas, por exemplo, para questionar e criticar práticas racistas.

A partir da fala dos estudantes, também foi possível notar que a disciplina auxiliou em um contato inicial com a fabricação digital, conforme verificado em E2.9.

> Eu considero que a construção que a gente fez sobre como construir recursos para pessoas com necessidades educacionais especiais, eu achei muito interessante, e eu acho que é uma área que a impressão 3D tem que se debruçar. (E2.9)

A programação esteve presente na fala dos estudantes. Papert (1985) defende que através da programação as crianças podem aprender a ter um sentimento de domínio sobre a tecnologia, interagindo com conceitos de matemática. O contato, através da programação envolve uma abordagem construcionista, afinal, os estudantes programam a máquina, ao invés de receberem instruções dela (Papert, 2008).

4.3. Relação entre o Estudo de Caso e a RSL

Esta seção tem por objetivo realizar a comparação entre uma RSL e um Estudo de caso, isto é, a relação entre o que a literatura registra como práticas *maker* na formação docente, inicial e continuada, e aquilo que se observou nas entrevistas dos licenciandos da disciplina

TICs no Ensino de Física. A análise visou não apenas somar tais relações, mas também verificar as semelhanças e divergências entre ambos, conforme pode-se observar no Quadro 5:

Quadro 5 – Distribuição dos excertos por categoria de saberes: RSL e entrevistas.

Excertos da RSL	**Excertos das entrevistas**
Saberes profissionais	
A3.1; A3.2; A4.1; A1.1; A1.2; A3.3; A5.1; A3.4; A1.3; A1.4; A2.1; A2.2.	E3.1; E4.1; E1.1; E3.2; E4.2.
Saberes disciplinares	
A3.5; A3.7; A5.2; A6.2; A3.8; A6.1; A2.5; A5.7; A6.6.	E1.5; E2.4; E2.5; E5.1; E4.7; E3.3; E3.4; E2.1; E3.9; E3.5; E3.7.
Saberes curriculares	
A3.6; A4.2; A5.3; A6.4; A1.7; A5.6; A6.8; A4.4.	E1.4; E4.3; E5.2; E2.2.
Saberes experienciais	
A5.9; A3.9; A5.4; A5.5; A1.8; A1.5; A3.10.	E4.4; E5.3; E2.6; E3.6; E3.10; E5.4; E1.6; E4.5; E2.10.
Saberes tecnológicos (categoria emergente)	
A4.3; A6.3; A1.6; A2.3; A2.4; A5.8; A5.10; A6.7; A6.5.	E1.7; E2.8; E3.8 E2.9.

Fonte: quadro elaborado pela autora.

A análise consistiu em verificar indícios de mobilização dos saberes nos excertos, e não na comprovação do desenvolvimento de tais saberes. Além disso, a comparação se deu a partir da verificação de experiências distintas, uma vez que a RSL reuniu experiências de formação, inicial e continuada, de áreas distintas. O estudo de caso, por sua vez, contou com estudantes de Física em formação inicial. Desta forma, não é possível utilizar o Quadro 5 para medir frequências de cada caso, ele serve para análises qualitativas.

A convergência entre a RSL e o Estudo de Caso é mais significativa no que diz respeito aos saberes experienciais, principalmente quando se discute a valorização e superação do erro. Na RSL, os excertos A3.9, A5.4 e A5.5 evidenciam que o erro é parte natural do processo, chegando a defender o uso de simuladores justamente por permitirem que o estudante aprenda "com seus erros" sem receio de danos irreparáveis (A5.4). Nas entrevistas, a relação com o erro ocorre de maneira similar, quando E5 afirma "Deu errado, vamos pra próxima, supera" (E5.3) e quando E4 relata as tentativas frustradas na impressora 3D (E4.4).

O fato de essa contribuição surgir das duas análises reforça o indício de que a relação com o erro é uma das principais características das práticas *maker*. Como tais práticas pressupõem

que se aprenda fazendo, bem como tentar novamente, o erro é algo corriqueiro. Conforme já discutido por Papert (2008), que compara o erro ao bug de computador, ou seja, não se trata de um fracasso pessoal, mas sim de um objeto que precisa de análise e de conserto.

Em relação aos saberes profissionais, a alternativa à pedagogia tradicional, também esteve presente nas entrevistas e na Revisão de Literatura. A RSL fala sobre a possibilidade de o professor "repensar sobre novas propostas educativas que superem a instrução ditada pelo livro didático" (A3.4), enquanto os licenciandos enxergam seus próprios artefatos como ruptura com o ensino tradicional, isso ocorre quando se busca tornar visível o funcionamento das polias móveis (E1.1) e quando se propõe uma aula "que foge um pouco daquela física tradicional" (E3.2).

Ainda sobre os saberes profissionais, a apropriação de preceitos da cultura *maker* pode ser encontrada nos artigos (A3.1, A3.2, A4.1) e nas entrevistas (E3.1, E4.1). No estudo de caso, os entrevistados demonstravam que aquele era um contato inicial, enquanto nos artigos, os conceitos faziam parte do referencial teórico e dos resultados analisados. Além disso, a Educação para as Relações Étnico-Raciais também esteve presente nas duas pesquisas. Os artigos A1 e A2, que indicam a necessidade da valorização de povos originários e das culturas de matrizes africanas, conversam com a construção da entrevistada E4, a qual buscou valorizar a música de origem africana e discutir as relações raciais em seu produto educacional.

Em relação aos saberes disciplinares, a convergência reside na compreensão dos conceitos de mecânica, presentes nas engrenagens dos autômatos (A3.5, A3.7) e nas entrevistas, quando os licenciandos falam sobre polias, queda livre e cinemática (E1.5, E2.4, E2.5, E5.1).

A compreensão de conceitos de acústica (A6.2 na RSL; E4.7 nas entrevistas) e a conexão com a Biologia (A3.8, A6.1; E2.1, E3.4, E3.5, E3.7) estão presentes nos dois corpora. Isso reforça o caráter multidisciplinar e interdisciplinar das práticas *maker*, já apontado por Castellar *et al*. (2018).

A categoria saberes curriculares apresenta divergências. Na RSL, os artigos citam a BNCC (A3.6, A4.2, A5.3, A6.4), a adaptação curricular (A1.7, A5.6) e a integração ao currículo escolar (A6.8; A4). Em contrapartida, nas entrevistas, quase não se mencionam as normativas oficiais. Os licenciandos mencionam a pertinência e viabilidade dos recursos. O entrevistado E5 (E5.2) avalia de maneira realista o uso de Arduino em escolas públicas e a entrevistada E2 (E2.2) aponta a ausência de recursos de Física para estudantes com deficiência visual e crítica como os cursos de licenciatura se organizam.

As diferenças não tornam os conteúdos contraditórios. Uma razão para as diferenças pode ser o gênero textual. Os artigos apresentam documentos normativos enquanto as entrevistas indicam, com mais frequência, o caráter prático das atividades *maker*. Mesmo assim, os dois *corpora* indicam a exterioridade dos saberes curriculares indicados por Tardif (2014). Enquanto nos artigos se menciona a necessidade de se alinhar práticas e normas, os entrevistados discutem a viabilidade de seus recursos.

Existem ainda unidades de significado que aparecem em apenas uma pesquisa. A apropriação dos conceitos da aprendizagem criativa, embora tenha sido explicada durante a disciplina, consta de maneira explícita apenas na RSL. Outras unidades de significado estão presentes apenas nos artigos: a apropriação do modelo TPACK (A5.1); a integração ao currículo formal (A6.8); as tecnologias de comunicação e interação (A4.3, A6.3) e, por fim, a construção da identidade profissional e a troca entre pares (A2, A4). Também existem unidades de significado presentes apenas nas entrevistas, são elas: como a compreensão de conceitos de óptica (E3.3, E3.9); a autonomia e autoria (E5.4); a valorização das tentativas (E3.6) e o contato inicial com a programação (E2.9).

Algumas lacunas podem ser explicadas pela diferença entre uma RSL e um estudo de caso. Outra parte, porém, parece ser um achado. A ausência, nas entrevistas, de referências à identidade profissional e à troca entre pares, presentes na RSL, pode indicar que uma disciplina isolada, cursada durante a formação inicial, não é suficiente para que o licenciando se reconheça como produtor de saber em comunidade, dimensão que Tardif (2014) associa à objetivação dos saberes experienciais.

De modo similar, a forte presença da autonomia e da autoria nas falas, sem correspondente explícito na RSL, sugere que a vivência direta da construção do artefato produz um sentimento de controle sobre o próprio trabalho que a literatura, mais preocupada com o relato coletivo das formações, tende a não capturar.

Como já mencionado, um conjunto de artigos e entrevistas não é totalmente comparável. Mesmo em categorias presentes em ambos, algumas categorias apresentam uma quantidade limitada de excertos. Além disso, os artigos e entrevistas indicam a restrição de tempo como fator negativo para a execução das práticas. Por fim, é possível inferir que as práticas *maker* indicam condições favoráveis para a articulação com o currículo, reflexões coletivas, construção de artefatos e relação com tecnologias digitais.

5. CONCLUSÃO

O que me interessa agora, repito, é alinhar e discutir alguns saberes fundamentais à prática educativo-crítica ou progressista e que, por isso mesmo, devem ser conteúdos obrigatórios à organização programática da formação docente. Conteúdos cuja compreensão, tão clara e tão lúcida quanto possível, deve ser elaborada na prática formadora. É preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber

Paulo Freire,
A pedagogia da autonomia

A presente dissertação, através de um estudo de caso e uma revisão sistemática da literatura, dedicou-se a investigar os impactos das práticas *maker* na formação de professores, em especial, futuros docentes de Física. Para tal, buscou-se responder à seguinte questão: como a inserção de práticas *maker* na formação de professores de Física pode auxiliar no desenvolvimento de saberes docentes?

A RSL mostrou o potencial da utilização de práticas *maker* em diversas disciplinas e não apenas aquelas relacionadas à robótica educacional. Na formação de professores, notou-se o interesse em munir licenciandos e licenciados com ferramentas que permitam a construção de seus próprios recursos, com criatividade e capacidade de adaptação para cada situação. Portanto, o potencial de criar e adaptar recursos e atividades para as mais variadas demandas, parece ser uma das maiores contribuições da revisão dos artigos.

Em relação às categorias, as práticas *maker* fornecem referenciais e ferramentas para os profissionais construírem suas atividades, adaptarem recursos e objetivos sempre que necessário sem que o erro seja um empecilho ou obstáculo inviabilizador.

Para além da tipologia de Tardif (2014), a RSL aliada ao estudo de caso demonstram um potencial em auxiliar na utilização de tecnologias digitais variadas, desde os softwares para as etapas de impressões tridimensionais ou programação de Arduinos, até a aprendizagem sobre filmagens ou linguagem de programação, as formações tiveram como objetivo iniciar a

compreensão e utilização dos professores para que, através dos preceitos presentes na cultura *maker* consigam autonomia.

A maior contribuição, contudo, é de outra ordem e está na articulação entre os saberes. Tardif (2014) descreve a condição docente como algo marcado por relações de exterioridade: o professor transmite saberes disciplinares, curriculares e da formação profissional que não produziu e nem controla, porém tende a desvalorizá-los frente à dura realidade da sala de aula.

O que esta pesquisa evidencia é que a prática *maker* funciona como um espaço onde esses saberes exteriores são retraduzidos e submetidos às certezas da prática. Ao construir um autômato, um tabuleiro de orientação ou um painel eletrônico, o professor é levado a mobilizar conteúdo disciplinar, a ajustá-lo ao currículo, a apropriar-se de um referencial metodológico e, por fim, a validá-lo na experiência. O saber experiencial é o eixo que integra os demais.

Diante deste cenário, a contribuição das práticas *maker* para os saberes docentes se apoia na oportunidade do desenvolvimento de recursos próprios para cada situação, com autonomia, criatividade e resiliência, sem apego ao erro. Apesar disso, todos os procedimentos devem ser mediados por formação adequada e disponibilidade de recursos.

Esta pesquisa, em especial o estudo de caso, limitou-se a estudantes de licenciatura em Física. Embora eles construam recursos que trabalhem outras disciplinas, a RSL deixou claro que a composição com professores de outras áreas enriquece as práticas. Pesquisas futuras com diferentes entrevistados podem ser um campo fértil para a construção de recursos. Além disso, o local onde os discentes estudavam, apesar de possuir determinados recursos, ainda não se apresentava como um laboratório *maker*. A pesquisa em um local mais propício para as práticas também é recomendável.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, Marcos Vinícius Forecchi. **A cultura maker e a educação para o século XXI: convergências com a formação de educadores para o ensino de ciências.** 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

ALENCAR, Eunice Maria Lima Soriano de; FLEITH, Denise de Souza. **Criatividade na educação superior**: fatores inibidores. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 201-219, jul. 2010.

ALMEIDA, Anselmo Daniel Campos de; WUNSCH, Luana Priscila; BITTENCOURT MARTINS, Emanuele. Aprendizagem criativa e a educação maker: análise de boas práticas. **Dialogia**, [S. l.], n. 40, p. e21067, 2022. DOI: https://doi.org/10.5585/40.2022.21067

AZEVÊDO, Luciana de Sousa. **Cultura maker: uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem.** 2019. 100f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação em Tecnologias Educacionais) - Instituto Metrópole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, v. 42, p. 837-856, 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/S1517-970220164203003

BLIKSTEIN, Paulo. Paulo Freire vai a Palo Alto: tecnologias e pedagogias progressistas em um mundo desigual. In: GADOTTI, Moacir; CARNOY, Martin (org.). **Reinventando Freire: a práxis do Instituto Paulo Freire.** São Paulo: Instituto Paulo Freire; Lemann Center/Stanford Graduate School, 2018. p. 77-86.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 5 jun. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). Câmara de Educação Básica (CP). Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024. **Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados não licenciados e cursos de segunda licenciatura).** Diário Oficial da União: Seção 1, p. 26, 04 de junho de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 5 jun. 2025.

BRIZOLA, Jairo; FANTIN, Nádia. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA**, v. 3, n. 2, 2016.

BROCKVELD, Marcos Vinícius Vanderlinde; TEIXEIRA, Clarissa Stefani; SILVA, Mônica Renneberg da. A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. In: **Anais** da Conferência ANPROTEC. 2017.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de *et al*. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78

CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella; DIAS, Rodrigo Assirati; TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella; CERQUEIRA, Valdenice Minatel Melo de; CANNATÁ, Verônica Martins. **Metodologias ativas: cultura maker: inspiração para a aprendizagem**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2018.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Penso Editora, 2021.

ELIAS, Cláudia 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. Disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9231. Acesso em: 14 dez. 2025.

FERNANDES JUNIOR, Alvaro Martins; ALMEIDA, Fernando José de; ALMEIDA, Siderly do Carmo Dahle de. A pesquisa brasileira em Educação sobre o uso das tecnologias no Ensino Médio no início do século XXI e seu distanciamento da construção da BNCC: Ensaio. **Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ensaio/a/FbMVxqZ6tLB9gytrRW6SNzn/?format=html&lang=pt Acesso em: 1 ago. 2026.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 38. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

FREIRE, Paulo. **Professora sim, tia não.** Cartas a quem ousa ensinar, v. 10, p. 27, 1997.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. Paz e terra, 2014.

FREITAS, Guaciara Barbosa de; MACIEL, Mayara Santos. As metodologias ativas e a pedagogia freireana: Diálogos possíveis. **Estudos Universitários**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 331–346, 2021. DOI: https://doi.org/10.51359/2675-7354.2021.250661

GATTI, Bernardete Angelina. Formação de professores: condições e problemas atuais. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 1, n. 2, p. 161-171, abr./jun. 2016. Disponível em: https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/view/716. Acesso em: 18 set. 2026.

GATTI, Bernardete Angelina. Duas décadas do século XXI: e a formação de professores?. **Revista Internacional de Formação de Professores**, p. e022009-e022009, 2022. Disponível em: https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/pt_BR/article/view/763. Acesso em: 17 set. 2026.

GAUTHIER, Clermont *et al*. **Por uma teoria da Pedagogia**. Ijuí: Unijuí, 1998.

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

GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo. **O ensino de física: um olhar para a educação Maker.** 2021. 245 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2021.

GONZAGA, Katia Valeria Pereira; GRAÇA, Vania Gabriela Dias; QUADROS-FLORES, Paula. A cultura e metodologia maker na formação de professores: uma proposta criativa, interdisciplinar, inovadora, sustentável e inclusiva. Dialogia, [S. l.], n. 50, p. e27733, 2024. DOI: https://doi.org/10.5585/50.2024.27733

HATCH, Mark. **The maker movement manifesto:** rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkers. New York: McGraw-Hill Professional, 2013.

KRASILCHIK, Myriam; ARAUJO, Ulisses F.. Novos caminhos para a educação básica e superior. **ComCiência,** Campinas, n. 115, 2010 . Disponível em http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000100007&lng=pt&nrm=iso. acessos em 14 dez. 2025.

LEITE, Werlayne Stuart Soares; RIBEIRO, Carlos Augusto do Nascimento. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, [S. l.], v. 5, n. 10, 2012. DOI: 10.11144/Javeriana.m5-10.idtn. Disponível em: https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/4172. Acesso em: 14 dez. 2025.

MASSA, Nayara Poliana; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; DOS SANTOS, Josely Alves. O construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. **Cadernos da FUCAMP,** v. 21, n. 52, 2022.

MCKAY, George. **DiY Culture: Party & Protest in Nineties Britain**. Verso, 1998
MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, set./dez. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt Acesso em: 14 dez. 2025

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação, Bauru**, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, M.do C. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Revisada e Ampliada. Ijuí: Editora Unijuí, 2016

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** Campinas: Papirus, 2007.

MORAN, José Manuel *et al.* Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREIRA, M. P. C. *et al*. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018. https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, supl. 1, e20200451, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451. Acesso em: 1 nov. 2025.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. de B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 5, n. 10, 2019. DOI: https://doi.org/10.31417/educitec.v5i10.638

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. 2008.

PAPERT, Seymour. **LOGO: computadores e educação.** São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAULA, B. B. de; MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T. de. Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: Revisão Sistemática da Literatura no Brasil. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil,** v. 7, p. e134921, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.31417/educitec.v7.1349. Acesso em: 14 dez. 2025.

PERES, André; DE CASTRO BERTAGNOLLI, Silvia; OKUYAMA, Fabio Yoshimitsu. **Fabricação digital em espaços criativos educacionais**. Pimenta Cultural, 2021.

PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética Petrópolis:** Vozes, 1970.

PIMENTA, Selma Garrido. **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 2002.

PINTO, Antônia Cláudia Prado *et al*. A cultura maker no ensino de ciências. **Revista Docentes**, [S. l.], v. 8, n. 22, p. 70-78, 2023. DOI: https://doi.org/10.31417/revistadocentes.v8i22.736. Disponível em: https://periodicos.seduc.ce.gov.br/revistadocentes/article/view/736. Acesso em: 15 jun. 2025.

RESNICK, Mitchel. **Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos**. Porto Alegre: Grupo A, 2020.

REZENDE, Flavia Rezende Valle; OSTERMANN, Fernanda. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005.

STELLA, Ana Lucia; FIGUEIREDO, Ana Paula Silva; SILVA, Damione Damito Sanches Sigalas Dameão da; AMARAL, Mirela Campos do; SACHETTI, Welington Luis. BNCC e a cultura maker: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental. **Revista InovaEduc,** Campinas, SP, n. 4, p. 1–37, 2021. Disponível em: https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/inovaeduc/article/view/15182. Acesso em: 10 fev. 2025.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2014.

VALENTE, José Armando. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26-44.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Apêndice A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

O(A) Senhor(a) está sendo convidado(a) a ser participante voluntário(a) de um estudo de pós-graduação, a nível de mestrado, intitulado "Contribuições de Práticas *Maker* para a Formação Docente: um Estudo de Caso com Licenciandos em Física".

Este estudo está sendo realizado pela mestranda Alessandra dos Santos Galdino, do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, da Universidade de Brasília (UnB), sob a orientação do Professor Dr. Khalil Oliveira Portugal. A pesquisa é parte essencial do seu trabalho acadêmico de dissertação, e a sua participação é fundamental para a produção de conhecimento científico na área de educação no ensino de Física.

A pesquisa será realizada de forma presencial e envolve a sua participação na disciplina de TICs no Ensino de Física

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido está presente em duas vias: uma que deverá ficar com o(a) participante voluntário(a) e outra com o(a) pesquisador(a).

Declaração de Consentimento do(a) Participante

Eu,_____,

Registro Geral (RG): _____

Declaro que:

Li e compreendi os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios descritos neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) sobre a pesquisa pela pesquisadora Alessandra dos Santos Galdino e/ou sua equipe.

Tive a oportunidade de fazer perguntas e todas foram respondidas de forma satisfatória.

Compreendo que minha participação é voluntária e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento sem qualquer penalidade.

Concordo, por livre e espontânea vontade, em participar desta pesquisa.

Assinatura do(a) Participante Assinatura da Pesquisadora

Apêndice B – Quadro com as referências dos artigos da Revisão bibliográfica Sistemática

Quadro 6 – Lista de artigos selecionados na RSL.

Cod.	Referência
A1	ROCHA, Helena do Socorro Campos da; VAZ, Cristina Lúcia Dias. Afrofuturismo na educação: O caso da metodologia ativa cartodiversidade. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 1036–1059, 2021. DOI: https://doi.org/10.23925/1809-3876.2021v19i3p1036-1059.
A2	RIBEIRO, Giovana de Oliveira; OLIVEIRA, Erismar Nunes de; SILVA, Katia Cilene; MENDONÇA, Andréa Pereira. Aplicação de Stop Motion para criação de vídeos animados sobre mitos indígenas: uma experiência na formação de professores indígenas na cidade de Manaus. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 6, n. esp., p. e126320, 2020. DOI: https://doi.org/10.31417/educitec.v6iEd.Especial.1263.
A3	FERREIRA, Fernanda Motta; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro; PERES, André; CAPELLARI, Aline Alice; VIEIRA, Samantha Lima. Autômatos como estratégia para a inserção da abordagem pedagógica da aprendizagem criativa em sala de aula: um relato de experiência. ***#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia,*** Canoas, v. 11, n. 1, p. 1-17, 2022. DOI: https://doi.org/10.35819/tear.v11.n1.a5940
A4	RISSO, Helli Faria Ferreira; PIMENTEL, Giuliano Gomes de Assis. Cultura maker e tecnologias digitais na formação inicial em Educação Física: no ensino da aventura. **Cadernos Cajuína**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e1767, 2026. DOI: https://doi.org/10.52641/cadcajv11i1.1767.
A5	CAVALCANTE, Marisa Almeida; SANTOS, Elio Molisani Ferreira. Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210188, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0188.
A6	MANNRICH, João Paulo; PINHEIRO, Eduarda Boing; BRICK, Elizandro Maurício. Movimento maker na educação escolar: reflexões sobre uma formação docente na perspectiva ético-crítica no contexto do projeto Educamaker. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 22, p. e59232, 2024. DOI: https://doi.org/10.23925/1809-3876.2024v22e59232.

Apêndice C - Plano da disciplina

PLANO DE ENSINO DA DISCIPLINA

Componente	**TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA** – IFD0438
Turma	01
Curso	Física – Licenciado (presencial)
Professor(a)	**Khalil Oliveira Portugal / Alessandra dos Santos Galdino**
E-mail	khalil.portugal@unb.br / alessandra.aulas@gmail.com
Período	01/2025
Horário	Sextas-feiras, das 19:00 às 22:30
Local	LADEF (BT-417)
Atendimento	Agendar antecipadamente por e-mail
Ementa	O uso dos computadores como estratégia de facilitação do aprendizado dos conceitos da Física. Modelagem e Impressão 3D para o Ensino de Física. Arduino e o Ensino de Física. Produção de conteúdo educacional em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.
Metodologia de Ensino	Aulas Expositivas; Aulas Invertidas; Práticas orientadas; Elaboração orientada de materiais didáticos; Miniaulas com autoscopia.
Programa	1. O que é Tecnologia? 2. Impressão 3D: funcionamento básico e modelagem 3. Arduino no Ensino de Física: funcionamento e possibilidades didáticas. 4. Justificativas para o uso de TICs no Ensino de Física e a relação entre Tecnologia e Educação. Investigação no Ensino de Ciências. 5. Conectivismo. Construcionismo. 6. Laboratório de Física: do tradicional ao "maker". Laboratórios criativos. 7. Possibilidades do uso das TICs no Ensino de Física 8. Instrução por pares. 9. Aprendizagem baseada em jogos. Gamificação. 10. Ambientes Virtuais de Aprendizagem.
Critério de Avaliação	A Nota Final (NF) será composta das seguintes Atividades: **DS**: Participação nas discussões em sala **AT**: Média das atividades desenvolvidas na plataforma **MA**: Apresentação e reflexão de uma miniaula **PA**: Planos de aula apoiados em TICs

	$$NF = 0{,}1 \cdot DS + 0{,}3 \cdot AT + 0{,}2 \cdot MA + 0{,}4 \cdot PA$$ Para aprovação, o(a) estudante deverá obter **Nota Final maior ou igual a 5,0 e não atingir ou exceder o limite de 25% de faltas**. Faltas justificadas permitem ao(à) estudante realizar nova avaliação, mas não abonam falta para o cômputo do limite máximo de faltas permitidas no semestre[1]. **A não realização ou entrega de qualquer atividade avaliativa levará à atribuição de respectiva nota 0,0 (zero), bem como na comprovação de plágio ou cola em qualquer atividade avaliativa.**
Bibliografia Utilizada	2. a. PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. L. Estágio supervisionado e tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) em cursos de Licenciatura. In:_____. **Estágio e Docência** (8ª ed.). São Paulo: Cortez, 2018. b. KENSKI, V. M. Tecnologias e tempo docente. Campinas, SP: Papirus, 2013. c. MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Ed. Cortez, 2004. d. BARRETO, R.G. Tecnologia e educação: trabalho e formação docente. **Educação & Sociedade**, v. 25, n. 89, p. 1181- 1201, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/es/v25n89/22617.pdf. Acesso em 22 fev. 2023. e. ANJOS, A. M. dos; SILVA, G. E. G. da. **Tecnologias digitais da informação e da comunicação (TDIC) na educação**. Ministério da Educação. Universidade Aberta do Brasil, 2018. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/433309/2/TDIC%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20_%20compilado_19_06-atualizado.pdf. Acesso em 22 fev. 2023. f. BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, v. 42, p. 837-856, 2016. https://doi.org/10.1590/S1517-970220164203003 3. a. PERES, André; DE CASTRO BERTAGNOLLI, Silvia; OKUYAMA, Fabio Yoshimitsu. **Fabricação digital em espaços criativos educacionais**. Pimenta Cultural, 2021. Disponível em: https://www.pimentacultural.com/livro/fabricacao-digital/. Acesso em 09 mar. 2025. b. SANTOS, J. T. G; ANDRADE, A. F. de. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. **RENOTE**, v. 18, n. 1, 2020. http://doi.org/10.22456/1679-1916.106014 4. a. MOREIRA, M. P. C. *et al*. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018. https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721. b. MONTEIRO, J. A. et al. Arduino no Ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura de 2011 a 2021. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 18, n. 40, 2022. http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v18i40.12175. 5. a. RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 29-48, 2010. b. SILVA, A. S.; MALUSÁ, S.; SANTOS, A. O. Teorias de aprendizagem aplicadas na EAD: abrindo a caixa de Pandora; In: _____. **Teorias de Aprendizagem na EaD**: abrindo a caixa de Pandora. 2017. c. SHARPLES, M.; TAYLOR, J.; VAVOULA, G. Towards a theory of mobile learning. In: **Proceedings of mLearn**. 2005. p. 1-9. Disponível em: https://www.cin.ufpe.br/~mlearning/intranet/m-learning/mlearn2005/Towards%20a%20Theory%20of%20Mobile%20Learning.pdf. Acesso em 22 fev. 2023. 6. a. PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants Part 1, **On the Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001. https://doi.org/10.1108/10748120110424816. b. SIEMENS, G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. **International Journal of Instructional Technology & Distance Learning**, v.2, p. 3-10, 2005.

[1] Regimento Geral da UnB, Art. 123, §1º, Item I.

Disponível em: https://jotamac.typepad.com/jotamacs_weblog/files/Connectivism.pdf. Acesso em 22 fev. 2023.

c. DOWNES, Stephen, Newer Theories for Digital Learning Spaces. In: ZAWACKI-RICHTER, O.; JUNG, I. **Handbook of Open, Distance and Digital Education**. Singapura: Springer. 2023. p. 129-146. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_8.

d. PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças**: Repensando a escola na era da informática (edição revisada). Porto Alegre, RS: Editora Artmed, 2007.

e. VALENTE, José Armando; BLIKSTEIN, Paulo. Maker education: Where is the knowledge construction?. **Constructivist Foundations**, v. 14, n. 3, p. 252-262, 2019. Disponível em: https://constructivist.info/14/3/252. Acesso em 09 mar. 2025.

7. a. CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. As práticas Experimentais no ensino de Física. In: Carvalho, Anna Maria Pessoa de *et al*. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78.

b. RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. Revista Tecnologias na Educação, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018. Disponível em: https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf. Acesso em 09 mar. 2025.

8. a. SANTOS, Gedeel *et al*. Sequência de ensino investigativa para o ensino da lei de Hooke e movimento harmônico simples: uso do aplicativo Phyphox, o simulador Phet e GIF's. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 31, n. 2, p. 91-108, 2019. Disponível em: https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26946. Acesso em 22 fev. 2023.

b. ARANTES, A. R.; MIRANDA, M.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf. Acesso em 22 fev. 2023.

c. FILATRO, A. Como preparar conteúdos para EAD. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

9. a. MAZUR, E. **Peer instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

b. PAULA, J. de; FIGUEIREDO, N.; FERRAZ, D. P. de A. Peer Instruction e Vygotsky: uma aproximação a partir de uma disciplina de astronomia no ensino superior. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 127-145, 2020. https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n1p127.

10. ARAÚJO, Inês. Gamification: metodologia para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem. **Education In The Knowledge Society**, v. 17, n. 1, 87-108, 2016. http://dx.doi.org/10.14201/eks201617187107.

11. a. SILVA, A. S.; MALUSÁ, S.; SANTOS, A. O. Teorias de aprendizagem aplicadas na EAD: abrindo a caixa de Pandora; In: _____. **Teorias de Aprendizagem na EaD**: abrindo a caixa de Pandora. 2017.

b. BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

12.

Bibliografia Complementar

BATES, A. W. **Teaching in a digital age**: Guidelines for designing teaching and learning. 3a ed. Tony Bates Associates Ltd, 2022. https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev3m/. Acesso em 22 fev. 2023.

Brasília, 27 de abril de 2025.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES[2]

Data	Atividade / Tema da aula	Lanche
28/03	Apresentação da disciplina. Conhecer os(as) estudantes. Escala do lanche. Discussão: O que é Tecnologia?	Khalil
04/04	Impressão 3D: funcionamento básico e modelagem	Grupo 1
11/04	Possibilidades do uso das TICs no Ensino de Física	Grupo 2
18/04	**Feriado (Paixão de Cristo)**	-
25/04	Arduino no Ensino de Física: funcionamento e possibilidades didáticas.	Grupo 3
02/05	**Não haverá aula (Sem expediente na UnB)**	-
09/05	Justificativas para o uso de TICs no Ensino de Física e a relação entre Tecnologia e Educação. Investigação no Ensino de Ciências.	Grupo 4
16/05	Conectivismo. Construcionismo.	Grupo 5
23/05	Laboratório de Física: do tradicional ao "maker". Laboratórios criativos. Apresentação da proposta de trabalho final.	Grupo 1
30/05	Acompanhamento do desenvolvimento dos projetos finais.	
06/06	Instrução por pares. Aprendizagem baseada em jogos. Gameficação. Ambientes Virtuais de Aprendizagem.	Grupo 2
13/06	Acompanhamento do desenvolvimento dos projetos finais.	-
20/06	Miniaulas com autoscopia	Grupo 3
27/06	Miniaulas com autoscopia	Grupo 4
04/07	Acompanhamento do desenvolvimento dos projetos finais.	-
11/07	Oficina: Apresentação dos projetos finais	Grupo 5
18/07	Oficina: Apresentação dos projetos finais	-
25/07	Encerramento da disciplina	Khalil

[2] Última atualização: 27/04/25.

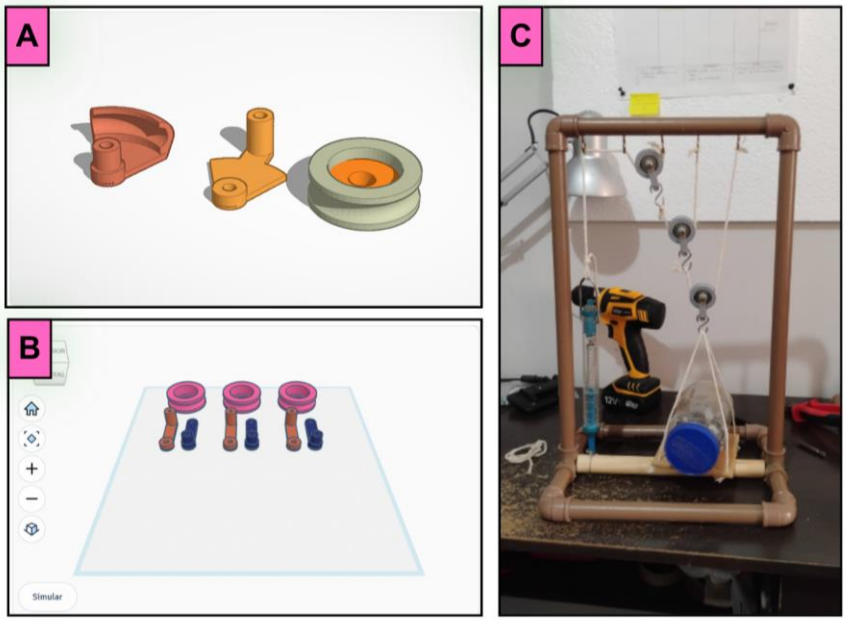
Apêndice D – Exposição dos artefatos desenvolvidos pelos estudantes.

Estudante 1: Vantagem Mecânica Simples

O primeiro artefato foi denominado “Vantagem Mecânica Simples”, ele consiste em uma série de polias móveis produzidas com o uso de impressão tridimensional em um sistema feito de cano PVC (policloreto de vinila). A motivação para o trabalho foi construir um recurso educacional portátil que pudesse ser levado para sala de aula com alguma facilidade, para o ensino de vantagem mecânica, funcionamento de polias e outros conceitos pertinentes.

A figura 3 ilustra o design feito pelo estudante no software *Tinkercad* e sua montagem já completa. Para tal produção, os materiais utilizados foram impressora 3D, canos PVC, rolamentos, ganchos do tipo “S”, dinamômetro e tábua de madeira.

Figura 3 – a) imagem de parte das polias sendo projetadas no *Tinkercad*; b) outra imagem de parte das polias sendo projetadas no Tinkercad; c) sistema de polias prontas.



Fonte: imagens do trabalho produzido pelo Estudante 1.

Para construir o artefato, inicialmente, foi necessário projetar um modelo 3D de polias que se adequasse aos rolamentos escolhidos e comprados em uma loja especializada. As dimensões são importantes para que o sistema funcione e devem se adequar às dimensões escolhidas pelo autor.

Após a impressão das polias nas dimensões desejadas, o estudante montou as bases do aparelho com canos PVC e conectou barbantes e polias móveis na parte superior. Por fim, ele fixou a tábua de madeira junto a uma das polias. Do outro lado, conectou a estrutura a um dinamômetro.

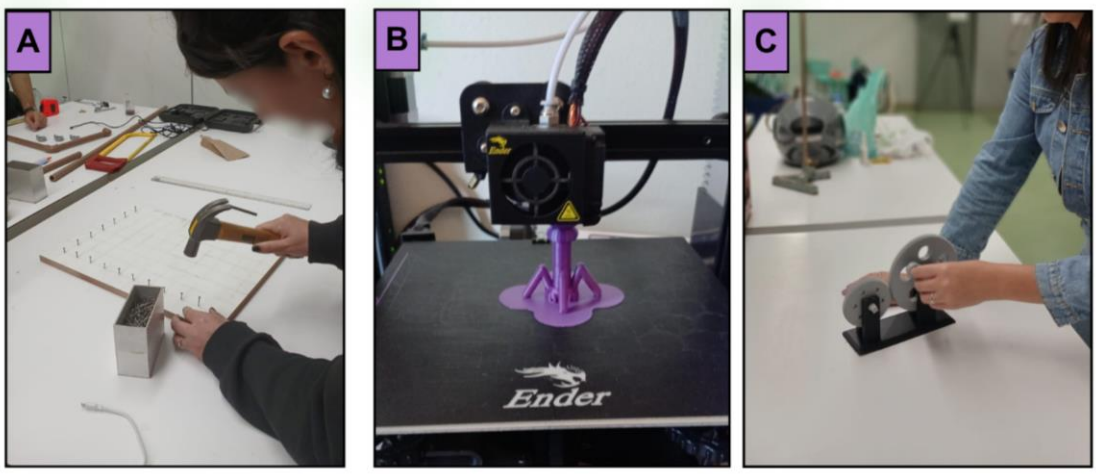
Em sua apresentação, o estudante colocou objetos de diversas massas na estrutura para que pudesse ser observado o efeito das polias móveis em seu peso aparente. A estrutura possibilitou a inserção ou retirada de polias, para que seu resultado fosse aferido.

Estudante 2: Caixa de Artefatos

Com o objetivo de auxiliar estudantes com necessidades educacionais especiais, a estudante 2 produziu uma "Caixa de Artefatos" com objetos que possam ser usados na compreensão de diversos conceitos de Ciências da Natureza. Em especial, segundo a estudante, o objetivo de seu produto era auxiliar estudantes cegos ou com baixa visão.

Entre os diversos artefatos tridimensionais, conforme ilustrado na Figura 4, estavam presentes um modelo de um plano cartesiano produzido com madeira e pregos, um bacteriófago (vírus que invade bactérias) e um sistema de engrenagem. Além dos objetos indicados, a estudante fez a impressão de moléculas variadas e até mesmo um modelo de molécula de DNA (Ácido Desoxirribonucleico).

Figura 4 – a) imagem da produção do plano cartesiano; b) imagem do vírus sendo impresso; c) estudante segurando um sistema de engrenagens modelado e impresso por ela.



Fonte: imagens do trabalho produzido pela Estudante 2.

A estudante escolheu este produto educacional quando percebeu que não havia feito nada semelhante em outras disciplinas para auxiliar estudantes com deficiência visual.

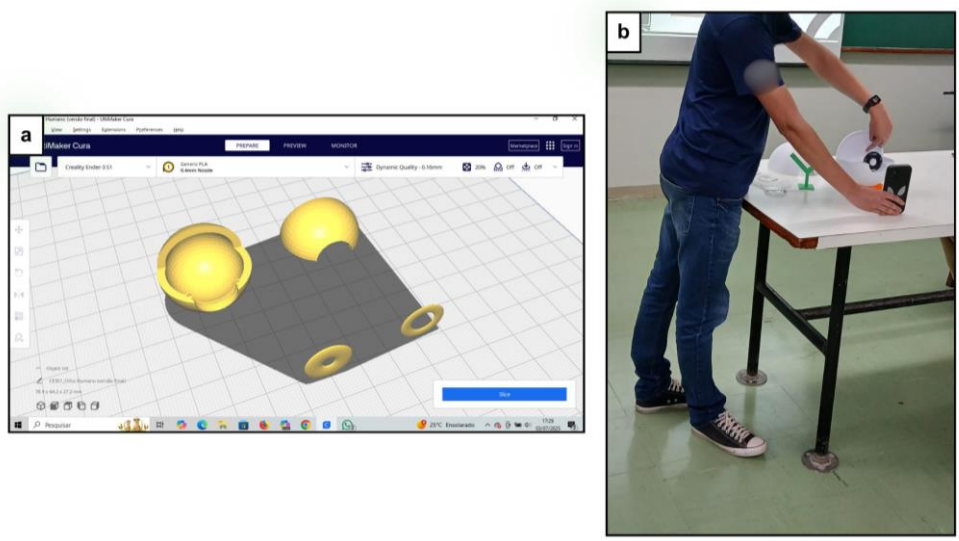
Em sua apresentação, a estudante 2 desafiou um aluno a identificar o que cada modelo representa, utilizando apenas o sentido do tato. Mais do que produzir um artefato específico para uma área do conhecimento, o objetivo foi construir recursos educacionais variados para professores da educação básica.

Estudante 3: Uma Perspectiva Pedagógica sobre o Olho Humano

O artefato produzido pelo terceiro entrevistado foi denominado “Uma perspectiva pedagógica sobre o Olho Humano”. O estudante projetou um modelo tridimensional que representa um olho humano. O artefato funcionou como câmara escura, com dispositivos para se colocar diversas lentes. A ideia do artefato surgiu da necessidade de se abordar conceitos de Óptica de maneira menos abstrata.

Inicialmente, o estudante modelou uma estrutura que representa um globo ocular. Seu projeto contou com diversas adaptações até sua versão final. Para esta produção, foi utilizada a impressora 3D, filamento de PLA, lente convergente com foco de +50 mm, lente de correção de miopia, lente de correção de hipermetropia. A Figura 5 indica o projeto sendo fatiado no aplicativo *Ultimaker Cura* e o protótipo impresso durante a apresentação do estudante.

Figura 5 – a) imagem do protótipo de olho humano sendo fatiado; b) imagem do estudante apresentando seu trabalho.



Fonte: imagens do trabalho produzido pelo Estudante 3.

A ideia surgiu quando o aluno teve que produzir um Plano de aula sobre Óptica, naquele momento, ele sentiu a necessidade de procurar um recurso físico ou digital para contextualizar os conceitos envolvidos. Em sua apresentação, o estudante mostrou seu artefato, com o uso do seu celular e diferentes lentes, desligou as luzes do ambiente e indicou como as diferentes imagens se formavam no fundo do olho, representando a retina, com as diferentes lentes.

O estudante imagina que seu produto possa ser utilizado para abordar conceitos de Óptica (foco da lente), mas também podem ser feitas diversas demonstrações sobre a visão humana. Através das diferentes lentes, pode-se trabalhar a formação da imagem e as respectivas correções feitas através de lentes, miopia, astigmatismo e hipermetropia.

Estudante 4: Tambor, Ciência que Vibra

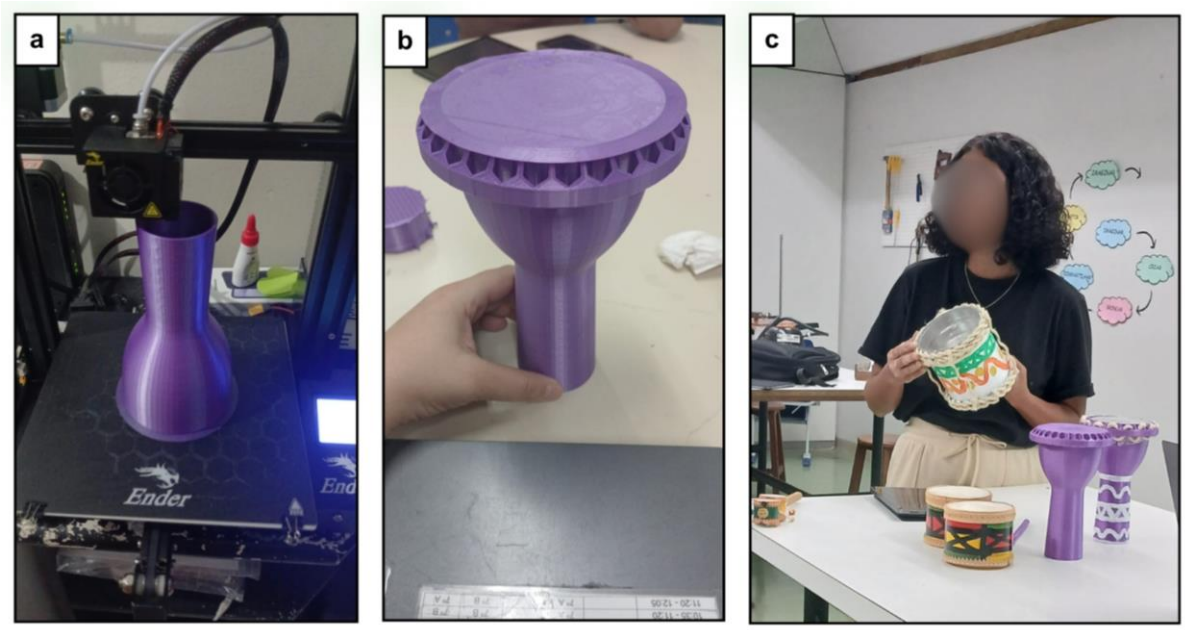
A quarta estudante, cujo recurso foi intitulado de "Tambor, Ciência que Vibra", produziu alguns tambores para utilizar em aulas de ondulatória. Sua produção foi idealizada para mesclar os conceitos de Física com o tema transversal de Educação para as Relações Étnico-Raciais (ERER), através da valorização da expressão cultural dos povos africanos e afrodescendentes.

A estudante decidiu por esta temática quando presenciou, durante seu trabalho como estagiária em uma escola, casos de racismo recreativo. Neste momento, a estudante decidiu que procuraria maneiras de inserir discussões sobre o preconceito racial em suas aulas de Física.

Imaginando os diversos contextos que os professores podem encontrar em seu cotidiano, a estudante produziu tambores de duas maneiras diferentes. Através da impressora 3D e *softwares* de modelagem e fatiamento, a aluna produziu tambores com diferentes modelos. No entanto, ela também construiu tambores alternativos com materiais recicláveis (lata de metal reciclável, garrafa pet, soprador térmico, tintas e pincéis).

A figura 6 mostra algumas etapas do artefato produzido através da fabricação digital, além disso, a apresentação final, bem como seus protótipos também estão ilustrados.

Figura 6 – a) tambor sendo impresso; b) objeto finalizado; c) estudante apresentando seus artefatos.



Fonte: imagens do trabalho produzido pela Estudante 4.

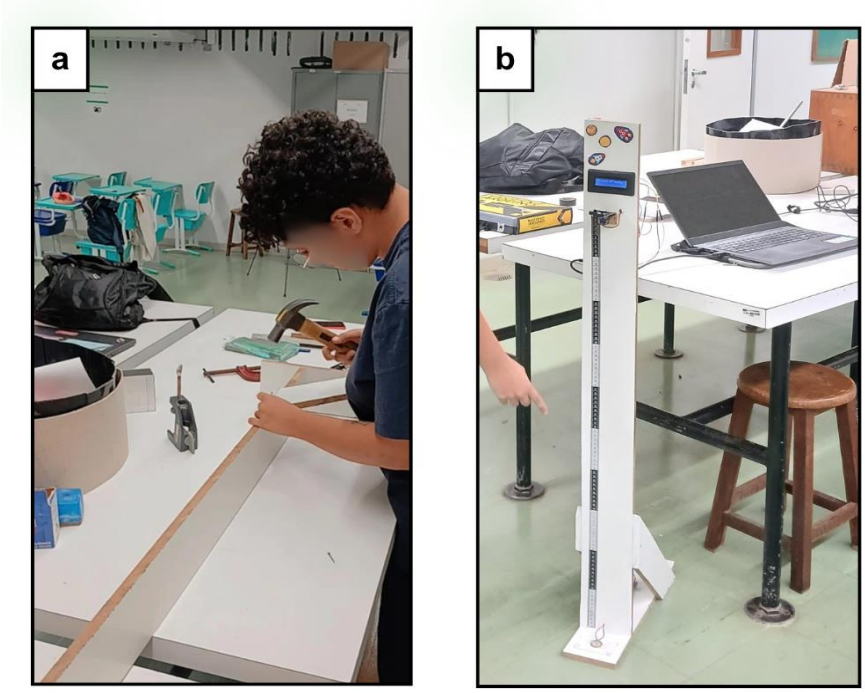
Em sua apresentação, a estudante iniciou uma discussão acerca de músicas de origem africana. Em seguida, com o uso de um aplicativo especializado, fez medições e discussões acerca dos conceitos de frequência, amplitude, comprimento de onda e ressonância.

Estudante 5: Queda Livre com o Auxílio de Arduino

A última estudante construiu o recurso intitulado "Queda Livre com o Auxílio de Arduino". Ela foi motivada pelo interesse em construir um recurso com esse microcontrolador para compreender os conceitos de Mecânica, em especial, Cinemática. A construção do artefato foi produzida de forma que ele pudesse ser aplicado em sala de aula.

Apesar de a descrição minuciosa da função dos componentes eletrônicos não ser o objetivo desta exposição, em sua construção, a estudante utilizou Arduino Uno, Servo motor, Sensor piezoelétrico, Display LCD 16x2 (sem I2C), receptor IR e controle remoto, resistores, potenciômetro, protoboard e jumpers. Além disso, ela também utilizou uma placa de madeira e um plástico rígido (cartão). O recurso montado e a preparação da madeira estão ilustradas na Figura 7.

Figura 7 – a) estudante produzindo a estrutura de madeira; b) estrutura final do artefato, com o Arduino associado ao computador.



Fonte: imagens do trabalho produzido pela Estudante 5.

Em sua apresentação, a aluna jogou algumas esferas do início da estrutura, neste momento, o Arduino inicia a contagem, ao chegar ao chão, é registrado o tempo total de queda, devido aos sensores presentes em sua estrutura.

A estrutura permite ilustrar fenômenos relacionados à queda livre, demonstrando este movimento e sua relação com a aceleração da gravidade. Além disso, é possível usar diferentes materiais, com diferentes tamanhos e densidades, para verificar a influência da resistência do ar em movimentos dessa natureza.

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO OU TESE DE DOUTORADO

Declaro que a presente dissertação é original, elaborada especialmente para este fim, não tendo sido apresentada para obtenção de qualquer título e que identifico e cito devidamente todas as autoras e todos os autores que contribuíram para o trabalho, bem como as contribuições oriundas de outras publicações de minha autoria.

Declaro estar ciente de que a cópia ou o plágio podem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, consistindo em grave violação à ética acadêmica.

Brasília, 27 de setembro de 2026.

gov.br Documento assinado digitalmente
ALESSANDRA DOS SANTOS GALDINO
Data: 27/09/2026 12:23:34-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do/a discente: _____

Programa: Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

Nome completo: Alessandra dos Santos Galdino

Título do Trabalho: Contribuições de Práticas Maker para a Formação

Docente: um Estudo de Caso com Licenciandos em Física

Nível: (x) Mestrado ( ) Doutorado

Orientador/a: Khalil Oliveira Portugal