

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA**

Janete Amorim Ribeiro

**MOVIMENTO *MAKER* E EDUCAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:  
Desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos *open  
source* com o uso de impressão 3D**

Belo Horizonte

2023

Janete Amorim Ribeiro

**MOVIMENTO *MAKER* E EDUCAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:  
Desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos *open  
source* com o uso de impressão 3D**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação e Docência.

Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências

Orientador: Alfredo Luís Martins Lameirão Mateus

Belo Horizonte

2023

R484m  
T

Ribeiro, Janete Amorim, 1976-

Movimento maker e educação no ensino de ciências [manuscrito] : desenvolvimento de um curso para professores na criação de materiais didáticos open source com o uso de impressão 3D / Janete Amorim Ribeiro. -- Belo Horizonte, 2023.

64 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus.

Bibliografia: f. 57-61.

Apêndices: f. 62-64.

1. Educação -- Teses. 2. Ciência -- Estudo e ensino -- Teses. 3. Ciência -- Métodos de ensino -- Teses. 4. Professores de ciências -- Formação -- Teses. 5. Impressão tridimensional -- Teses. 6. Movimento maker -- Teses. 7. Tecnologia educacional -- Teses. 8. Ensino auxiliado por computador -- Teses. 9. Atividades criativas na sala de aula -- Teses. 10. Aprendizagem por atividades -- Teses.

I. Título. II. Mateus, Alfredo Luis Martins Lameirão, 1967-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 507

**Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**MOVIMENTO MAKER E EDUCAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:  
Desenvolvimento de um curso para professores na criação de  
materiais didáticos open source com o uso de impressão 3D**

**JANETE AMORIM RIBEIRO**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus - Orientador  
UFMG

Prof(a). ELIANE FERREIRA DE SÁ  
Universidade Estadual de Minas Gerais

Prof(a). Fernanda de Jesus Costa  
UEMG

Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2023.

*Esta dissertação eu dedico primeiramente ao Senhor da minha vida, que vive e Reina para sempre! Sem o qual eu nada seria ou teria alcançado!*

*Aos meus familiares, minhas amigas e alguns amigos, que me ajudaram nesta caminhada, que não foi fácil, mas que nunca desistiram de mim.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a DEUS que nunca me desamparou.

Agradeço a meus pais e irmãos que sempre me incentivaram e pediram a Deus por mim e pelos meus estudos.

Ao meu marido e filhos que me ajudaram durante todo o tempo de estudos e pesquisa. Que tiveram paciência e muitas vezes secaram minhas lágrimas,

Aos amigos que fiz durante o tempo acadêmico. Que mesmo em tempo de pandemia os percebia e os sentia próximos e afetuosa.

Aos professores do PROMESTRE, que sempre foram, além de muito competentes, também muito delicados com as dificuldades que cada um de seus alunos enfrentavam durante todo o curso. Principalmente ao meu orientador, que jamais pensei encontrar nessa etapa da vida, alguém que mesmo de longe me ajudou e me ensinou o que talvez eu não teria aprendido presencialmente. Entre as quais, paciência e respeito pelo tempo dos outros.

Por fim, agradeço às duas professoras doutoras que me prestigiaram fazendo parte da banca de conclusão desta dissertação e que contribuíram e muito com esta pesquisa.

Gratidão!

## Resumo

A impressão 3D é uma tecnologia importante e que pode ser incorporada ao ensino de ciências, por meio da cultura *Maker* na educação. Para que isso possa ocorrer, entretanto, torna-se imprescindível que professores conheçam essa tecnologia e suas possibilidades de uso em sala de aula. Nesta pesquisa, foi possível elaborar um produto educacional online voltado para professores, intitulado “Curso de impressão 3D no ensino de ciências”. O curso discute a abordagem *Maker* na educação, mostrando como os professores podem elaborar materiais didáticos, como protótipos usando a impressão 3D, criados por meio do TinkerCAD (software online gratuito). As aulas do curso contêm vídeos, textos e imagens, que buscam mostrar de maneira bem prática como criar objetos no computador e torná-los realidade por meio da impressão 3D. A galeria de exemplos traz diversos modelos já prontos e testados que podem ser usados em aulas de Química, Física ou Biologia. Por fim, foram elaboradas e realizadas oficinas, em um espaço *Maker*, de modo a tornar a impressão 3D algo mais próximo e concreto para eles. Quanto aos resultados, até o final de junho de 2022, tivemos 155 pessoas que participaram do curso online e 9 participantes da oficina presencial. Foram feitos questionários para conhecer o perfil dos professores e avaliar o curso e a oficina.

Palavras-Chave: Impressão 3d. Cultura *Maker*. Educação. Formação de Professores.

## **Abstract**

3D printing is an important technology that can be incorporated into science teaching, through Maker culture in education. For this to occur, however, it is essential that teachers know this technology and its possibilities of use in the classroom. In this research, it was possible to develop an online educational product aimed at teachers, entitled "3D printing course in science teaching". The course discusses the Maker approach in education, showing how teachers can develop teaching materials, such as prototypes using 3D printing, created through TinkerCAD (free online software). The course classes contain videos, texts and images, which seek to show in a very practical way how to create objects on the computer and make them a reality through 3D printing. The gallery of examples brings several ready-made and tested models that can be used in Chemistry, Physics or Biology classes. Finally, workshops were prepared and held in a Maker space in order to make 3D printing something closer and more concrete for them. As for the results, by the end of June 2022, we had 155 people who participated in the online course and 9 participants in the face-to-face workshop. Questionnaires were made to know the profile of the teachers and evaluate the course and the workshop.

Keywords: 3d Printing; Maker Culture; Education; Teacher Training.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Print de um dos exemplos de produtos, outras orientações + códigos da BNCC	31
Figura 2 - Print de uma dica final para impressão de exemplos de produtos	32
Figura 3 - Print da análise Swot	34
Figura 4 - Print do layout de exemplos de produtos e outras orientações	35
Figura 5 – Esboço do layout do curso de impressão 3D no site Curso Teca Coltec	35
Figura 6 - Print de testes para novo layout de exemplos de produtos e outras orientações	36
Figura 7 - Print do novo layout de exemplos de produtos e outras orientações	36
Figura 8 - Print de testes para a capa inicial do Curso de Impressão 3D	37
Figura 9 - Print da versão final da capa inicial do Curso de Impressão 3D	37
Figura 10 - Print da versão inicial de um modelo de cartaz para divulgação do Curso	38
Figura 11 - Print da versão final do cartaz de divulgação do Curso de Impressão 3D	38
Figura 12 - Print do formulário inicial do curso de impressão “Conhecendo os alunos”	41
Figura 13 - Resultado da pergunta “Você leciona”	42
Figura 14 - Print do 1º resultado (junho de 2022) “Nível de ensino no qual dá aulas”	43
Figura 15 - Se “você conseguiu criar algum objeto de sua imaginação”	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ementa do curso de Impressão 3D	29
Tabela 2 – Resposta da questão “Como ficou sabendo do curso”	43
Tabela 3 – Avaliação das diferentes seções do curso	44
Tabela 4 – Síntese das Respostas	45
Tabela 5 – Respostas “Ainda sobre a seção acima, você executou todas as etapas de criação (aula 1)? Explique.”	46
Tabela 6 – “O que acharam sobre conteúdo e atividades da seção "exemplos - de 1 a 8"	48

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1 Breve memorial	12
1.2 Objetivos geral e específicos	16
1.3 Justificativa	17
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1 Metodologias ativas	18
2.2 O ensino de ciências	19
2.3 Formação de professores e a abordagem <i>maker</i>	21
2.4 Lacunas existentes em pesquisas, quanto ao tema “impressão 3D na educação”	23
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
3.1 Curso online para construção ou impressão de materiais didáticos em 3D	25
3.2 Dando forma ao curso	28
3.3 Identidade visual do recurso educacional	33
3.4 Metodologia de avaliação do curso	39
3.5 Metodologia de aplicação e desenvolvimento do recurso educacional	39
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>41</b>
4.1 Conhecendo os alunos inscritos no curso	41
4.2 Avaliação após o curso	44
4.3 Avaliação das oficinas realizadas	51
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE A</b> - 1ª oficina – tarde	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B</b> - 2ª oficina – manhã	<b>61</b>
<b>APÊNDICE C</b> - Print do formulário “Avaliação sobre o curso, após oficina”	<b>62</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Breve Memorial

Meu sonho sempre foi ser professora e vivenciava este sonho, dando catequese no salão da igreja, ou como monitora em ações do SESI em parceria com a Creche próxima da minha casa em São Paulo, cidade em que nasci e vivi até os 25 anos de idade. Lá, também participei da criação de um cursinho preparatório para o ENEM, “Projeto Raiz” (que ainda existe) em parceria com a EDUCAFRO, fruto de ações do grupo de jovens do qual fiz parte.

Em 2014, já morando em MG, por meio do ENEM, consegui duas vagas. Uma no curso de Administração (pela Faculdade Novos Horizontes), cursado por um período de 3 meses, a qual abandonei em função de optar pelo curso de Licenciatura em Pedagogia na Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG - Unidade Ibitité. Onde, em 2015, se iniciou a realização do meu sonho.

Assim sendo, tive a oportunidade de participar de vários projetos de pesquisa e extensão, o que me proporcionou atestar que a identidade do professor se dá por meio da formação continuada, construída a cada atividade planejada. Outrossim, dessas experiências surgiu a ideia de fazer uma enquete sobre o tema “Tecnologia na Escola”. Na época, os educandos responderam apenas haver atividades prontas para executarem na sala de informática. Foi quando num dia, me deparei com os alunos, de dois a dois, acessando um computador, em que havia uma pasta pré-estabelecida e que escolhiam qualquer jogo livremente, conforme estavam acostumados.

Não fizeram qualquer pergunta e também não demonstraram estímulos fomentados por meio de aprendizados anteriores. Então, fiquei com aquelas crianças afoitas, e percebi a necessidade de mudança no chão da escola e do ambiente escolar, que em pleno o século XXI ainda está ultrapassado. Foi o que me levou a refletir que grande parcela da população está impedida de conhecer o todo que elas têm direito, e conseqüentemente afastadas do grande “mundo globalizado”.

Por fim, destas experiências surgiram a publicação de dois capítulos de livros em conjunto com colegas e professores coordenadores de programas de extensão, em que contamos nossas experiências, como: a) Universidade de ideias: v5. Percepções de estagiárias do curso

de pedagogia: dialogando sobre as relações em sala de aula nos anos iniciais do ensino fundamental”. (Machado, Otávio Luiz (Org. - 2016)); b) “Entre jogos, escritas e leituras: o programa escola integrada narrado por bolsistas da universidade” (Ramaldes (Org. - 2017)).

Ainda em 2017, pesquisei o tema “Mapeamento de políticas públicas e iniciativas governamentais direcionadas à educação do campo e educação integral integrada: sistematização e divulgação”, cujo trabalho teve como objetivo mapear e socializar as políticas públicas direcionadas a esses públicos específicos, o qual foi apresentado no 19º seminário de pesquisa e extensão da UEMG em Diamantina, ao final de 2017.

Finalizando o ano de 2017, eu e o meu grupo de Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Pedagogia, escolhemos um tema que teve relação com as vivências e observações nos estágios obrigatórios e durante uma discussão em sala de aula na disciplina de Mediação Didática, intitulado: “(In) disciplina escolar e seus contrapontos: reflexões sobre a educação”, o qual também fora apresentado no 19º Seminário de Pesquisa & Extensão da UEMG no mesmo ano. Desta experiência surgiram convites para palestras e rodas de conversas, com professores e para algumas turmas dos Cursos de Licenciatura em Pedagogia e do Curso de Letras da UEMG – Ibitaré.

Ainda em 2017, na ânsia de continuar os estudos, submeti minha primeira intensão de pesquisa, ao processo seletivo do programa de pós graduação *stricto sensu* em educação e formação humana da Faculdade de Educação da UEMG (FAE-UEMG), na linha de pesquisa: Trabalho, história da educação e políticas educacionais, intitulado “Interfaces, posicionamentos e perspectivas da tecnologia na educação integral: o chão da escola pública em questão”. Porém, não alcancei a pontuação suficiente. Em seguida, submeti o mesmo trabalho agora na FAE-UFMG. Porém, com algumas alterações, intitulado: "Interfaces, posicionamentos e perspectivas da tecnologia na educação integral: a escola pública que se aproxima da modernidade”, mas também não alcancei pontuação suficiente. De tal forma que, dei um tempo e fui estudar para concursos e outras especializações na área da educação.

No próximo ano, trabalhei profissionalmente junto à diretoria de educação básica na Fundação Helena Antipoff - FHA, em Ibitaré como Mobilizadora da “I Jornada Mineira de Alfabetização e Letramento Popular de Jovens e Adultos – Sim, Eu Posso!”. Ação, que alfabetizou mais de mil educandos em oito municípios do Estado de Minas Gerais e que só foi possível por meio de uma parceria com a SEE - Secretaria de Estado de Educação (2018). Tal

trabalho me impulsionou a tentar um Mestrado em Políticas Públicas Educacionais, visando entender os relatos de alunos e o corpo docente do projeto de Alfabetização e Letramento Popular de Jovens e Adultos - “Sim, Eu Posso!”. Fui aceita na primeira etapa do processo em 2019. Porém, prestes a fazer a prova da segunda etapa, recebi o resultado positivo de uma segunda tentativa em outra Universidade, sendo aceita no Programa de Mestrado da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (PROMESTRE – FAE – UFMG), intitulado: “Movimento Maker e Educação: Construindo Possibilidades para Ensinar Ciências mediadas pelo Fab Lab (Laboratório de Prototipagem)”.

A ideia de se pesquisar sobre o tema acima e tão discutido na atualidade, nasceu durante a minha experiência profissional neste mesmo ano, quando fui professora novamente na FHA, agora como coordenadora de estágios e tive a oportunidade de acompanhar a importância crescente da tecnologia e dos investimentos significativos que a Instituição vinha fazendo e percebi a ação de educadores e pesquisadores pela incorporação desses espaços e suas ferramentas às práticas educativas. De acordo com Saviani (1994), nestes espaços é possível que um contribuirá para a potencialização do trabalho; o outro, para o desenvolvimento econômico. Assim, a tecnologia ao longo do tempo vem avançando e provocando não só revoluções industriais e cibernéticas, mas também revoluções na educação e para a educação, em sala de aula e fora dela.

Sob o mesmo ponto de vista, a FHA preza por uma visão de democratizar e assegurar o acesso dos estudantes à diversas ferramentas tecnológicas, como: o Mind Lab (metodologia sustentada por três vertentes: Jogos de Raciocínio, Métodos Metacognitivos e Professor-mediador); o Playtable (tecnologia composta por uma mesa digital); os Kits Lego (indicados no desenvolvimento de habilidades diretamente aplicáveis à programação de robótica); o Laboratório Didático Móvel (LDM) para o ensino de ciências e o espaço *Maker* (do movimento de criadores, que pregam novas ideias e formas de fazer coisas, num espaço de inovação tecnológica) e o futuro Fab Lab (laboratório de prototipagem).

Interrompo agora o memorial, para algumas explicações, como: O Fab Lab (fabrication laboratory) é um laboratório de prototipagem rápida, ou seja, de fabricação digital, que ficou mais conhecido por meio da cultura *Maker*. O primeiro Fab Lab surgiu no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* e foi implantado no laboratório interdisciplinar *Center for Bits and Atoms (CBA)*, o qual foi fundado pela *National Science Foundation (NSF)*, em 2001. “Este

ambicioso centro de pesquisa tem como objetivo o interesse pela revolução digital e, em particular, pela fabricação digital” (EYCHENNE, 2013).

Desde então, mais especificamente desde 2009, os Fab Labs seguem o modelo da rede colaborativa mundial, o Fab Foundation (Fundação Fab), cuja característica principal é sua “abertura” a todos (*open source* - código aberto disponibilizado gratuitamente), sem distinção de prática ou de projeto, profissionais, alunos, professores ou autônomos. Nestas redes colaborativas são compartilhados os conhecimentos e atividades relacionadas a vários segmentos por meio da web, favorecendo a redução de barreiras e a constituição de um terreno fértil à inovação (EYCHENNE, 2013).

Em suma, o espaço de um Fab Lab conta com um conjunto de ferramentas aplicadas às práticas do movimento *Maker*, seguindo um padrão tipológico e de baixo custo. Assim, materiais didáticos e acesso a novas tecnologias poderão estar ao alcance de todos, desconstruindo os estereótipos que envolvem a ciência. A práxis atualmente permite perceber que apesar de todos os artefatos tecnológicos disponíveis, os espaços *Makers* tem como o foco a aprendizagem a partir da experimentação.

Nesse tipo de espaço há possibilidade da ação potencializadora do docente em auxiliar o processo de tornar a ciência não só lúdica e atrativa, mas principalmente investigativa, desenvolvendo a observação, buscando solução de problemas e arriscando a dar palpites às suas próprias dúvidas em relação aos fatos da vida (CAMPOS, 1999).

Todos esses métodos inovadores me motivaram a buscar o Mestrado Profissional, na intenção de formar professores que pudessem utilizar com frequência e responsabilidade principalmente o espaço *Maker* por meio da impressão 3D, visto que o local estava subutilizado por falta de recursos humanos capacitados para tal. Mesmo ciente de que não é a realidade de muitas escolas, principalmente as públicas, cujas lacunas vão desde a falta de infraestrutura, gestão escolar má administrada ou sem ação, falta de recursos humanos, tecnológicos e por fim falta de recursos econômicos, dificultando é claro a democratização tão esperada pela globalização, não desisti!

Logo, retomando o memorial... no começo de 2020 enquanto aguardava o início do Mestrado, trabalhando como Especialista em Educação Básica de Tempo Integral, em uma Escola Estadual, o mundo estava surpreendido por uma corrida contra a pandemia do vírus da

COVID-19, grupos e movimentos lutando contra as injustiças históricas, contra as queimadas das matas, o aquecimento global; extermínio de povos e culturas... tempo, o qual se afirmou ter passado da hora de combater o conhecimento apenas pela lógica do capital, mas que agora pedia humanidade e empatia para com os outros!

No ano seguinte, mesmo trabalhando pela manhã, à tarde fui voluntária na fabricação de máscaras Face Shields, por meio do futuro Fab Lab da (FHA), as quais foram doadas às instituições de saúde sem fins lucrativos, para a proteção contra o Corona vírus. Este trabalho, foi executado dentro de um espaço *Maker*, o que me fez refletir ainda mais como as tecnologias se inserem no cotidiano das pessoas, de como uma tecnologia relativamente recente, a de impressão 3D, fazia falta na formação de professores, o que contribuiu para a elaboração dos objetivos a seguir.

## **1.2 Objetivos Geral e Específicos**

Com efeito, tive a ideia de promover ações, por meio de uma pesquisa que possibilitasse aos professores da região conhecer e entender o funcionamento deste Laboratório de prototipagem e incorporá-lo ao ensino de ciências, para criação de materiais didáticos. Acredito que os docentes ao terem o conhecimento básico necessário sobre a impressão 3D em espaços mediados por um Fab Lab ou espaço *Maker*, poderão utilizá-los, para a criação de recursos didáticos e troca de experiências.

Então, o objetivo geral desta pesquisa visa desenvolver um curso para criação de materiais didáticos *open source* e oficinas para a formação de professores no uso da impressão 3D e disseminação da cultura *Maker*. Enquanto, os objetivos específicos visam: criar e oferecer um curso online para professores de várias etapas da educação sobre o uso da impressão 3D no ensino de ciências; desenvolver oficina para a formação de professores de várias etapas da educação básica e educação superior sobre o uso da impressão 3D no ensino de ciências; contribuir para a formação continuada de professores; orientar a fabricação de materiais didáticos em um laboratório de prototipagem (Fab Lab) de Ibirité; indicar alguns tipos de materiais e recursos didáticos separados por disciplinas, de acordo com as justificativas que segue.

### 1.3 Justificativa

A justificativa para alcançar tais objetivos são que o curso de impressão 3D no ensino de ciências poderá contribuir e muito, na e para a redução da quietude ou espanto que alguns docentes têm, em relação ao manuseio de certas tecnologias, por se acharem incapazes ou por considerarem a tecnologia um “bicho de sete cabeças”. Isto posto, poderá proporcionar ainda aos professores interessados, a acompanhar a evolução da tecnologia 3D nas escolas.

A presente pesquisa, também propõe a indicação de diversos materiais didáticos *Open Source*, a serem disponibilizados por meio do curso, para que depois, os professores possam imprimir em um espaço *Maker*, do tipo “prototipagem”, de qualquer região escolhida por eles. Assim também, espera-se disseminar a cultura *Maker* como método de obtenção de recursos didáticos para professores e alunos da rede pública de ensino, instigando-os à curiosidade e interesse pela tecnologia.

Nesses tipos de espaços, há possibilidade da ação potencializadora do docente em auxiliar o processo de tornar a ciência não só lúdica e atrativa, mas principalmente investigativa, desenvolvendo a observação, buscando solução de problemas e arriscando a dar palpites às suas próprias dúvidas em relação aos fatos da vida (CAMPOS, 1999). Bem como afirma Gershenfeld (2012), “Esses laboratórios fazem parte de um grande “movimento *Maker*” de *high-tech* (alta tecnologia), *do it yourself* (faça você mesmo), que estão democratizando o acesso aos meios modernos de fazer coisas”. (Traduzido e adaptado pela pesquisadora).

Considerando esses aspectos, eu não poderia deixar de explicitar sobre o meu deslocamento da pedagogia para a área de ciências. Sendo que, o que me levou a transitar por estas áreas e trazer essa pesquisa para o mestrado, foi acreditar na importância e grande relevância que esta formação para professores terá na sociedade e para o ensino de ciências. Visto que diversas questões levantadas num espaço criador (do faça você mesmo), poderá facilitar o entendimento dos alunos por meio da impressão 3d; contribuindo assim, não só com o ensino de ciências, mas em todas as disciplinas que compõem as etapas de ensino, interdisciplinarmente.

De modo, que ao me deslocar por essas grandes áreas do conhecimento no uso das tecnologias na educação, pretendo contribuir contra a resistência a discursos depreciativos em torno das competências que os professores podem adquirir se tiverem uma formação

continuada, com vistas para uma sociedade mais educada cientificamente, em que por meio de seus mediadores, os alunos possam se desenvolver formal e informalmente juntamente com os avanços tecnológicos do meio globalizado. (LIU, 2009)

Uma vez que, em um espaço *Maker* existem vários equipamentos de fabricação digital que podem ser usados não só por professores, mas também por alunos e pela comunidade em geral (de acordo com o Manifesto do Movimento *Maker*). Com efeito, a intenção desta pesquisa é mostrar aos docentes que o movimento de criadores, pode ajudá-los no ensino de ciências. Enfatizo que essa pesquisa adota o “espaço *Maker*” como local diversificado para a educação dentro de um laboratório de prototipagem.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Metodologias ativas**

Assim, para teorizar este trabalho, além dos autores já mencionados, cabe refletir sobre uma possível presunção, de que as metodologias ativas ficaram mais em evidência na sua implantação, logo após o fechamento de escolas e universidades, no tempo da pandemia provocada pela Covid-19, devido a urgência de professores e alunos em substituir as aulas presenciais por aulas remotas nos dois últimos anos.

Contudo, o que temos na literatura é que desde o movimento educacional “Escola Nova” (organizado no fim do séc. XIX), a busca por novas metodologias de ensino já era pautada. Como por exemplo, os estudos de John Dewey em 1959, cujo foco era “aprender fazendo”, ou seja, para a construção de um conhecimento autêntico e transformador, o educando devia ser o centro deste processo, como sujeito protagonista do aprendizado.

De modo que as metodologias ativas são entendidas como práticas pedagógicas alternativas do ensino tradicional. Em vez do ensino baseado na transmissão de informação, da instrução bancária, como criticou Paulo Freire, ainda em 1970; na metodologia ativa o aluno assume uma postura mais participativa, na qual ele resolve problemas, desenvolve projetos e, com isso, cria oportunidades para a construção de conhecimento. (MORAN et al, 2018, p. 78).

Em outras palavras, as possibilidades ou contribuições da metodologia ativa, vão desde o protagonismo dos alunos, ao favorecimento da compreensão de temas abstratos, inclusive por meio das tecnologias digitais, envolvendo abordagens que utilizam resolução de problemas, projetos, programação, ensino híbrido, *design thinking* e jogos, entre outros; e com isso o professor é levado a ressignificar concepções lhe demandando autonomia no processo de ensino aprendizagem. Nesse sentido Moran disserta que

Desenvolver metodologias ativas por meio das mídias e das TDIC significa reinterpretar concepções e princípios elaborados em um contexto histórico, sociocultural, político e econômico diferente do momento atual, [...]múltiplas experiências caracterizadas como metodologias ativas contextualizadas no âmbito de cada realidade. Isso mostra que, para além de procedimentos, as metodologias ativas demandam a autonomia do professor para criar atividades com potencial de promover a experiência e a aprendizagem de estudantes. Não se trata de adotar regras precisas e fáceis de reproduzir, mas de esforços de criação e reconstrução das atividades tendo como referência os métodos consubstanciados na literatura, que são ressignificados em cada contexto [...] (MORAN et al, 2018, p.18).

Lembremos que algumas ferramentas de aplicação e otimização das metodologias ativas como a Tecnologia da Informação e Comunicação, cuja sigla TICs é utilizada na área da educação, para o uso de qualquer tecnologia utilizada para mediar os processos de ensino e de aprendizagem, como, por exemplo, jornais, livro, televisão, filme, dentre outros (MIRANDA, 2007). Enquanto, a sigla TDICs (Tecnologias e Digitais da Informação E Comunicação) refere-se às tecnologias em que o instrumento de uso principal é o computador (LOPES, 2010).

De tal forma, que esta pesquisa se centra na impressão 3D como uma metodologia ativa, que pode ser usada para a criação de materiais didáticos para o ensino de ciências.

## **2. 2 O ensino de ciências**

Nesse sentido, o objetivo principal do campo de saber do ensino de ciências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nos PCNs, e da tendência do ensino da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), é de proporcionar aos alunos o contato com processos, práticas e procedimentos da investigação científica para que eles sejam capazes de intervir na sociedade. Visto que

No campo do ensino de Ciências Naturais as discussões travadas em torno dessas questões iniciaram a configuração de uma tendência do ensino, conhecida como

“Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), que tomou vulto nos anos 80 e é importante até os dias de hoje. (PCNs, p.20, 1997).

Sendo assim, não poderia deixar de mencionar o texto de Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos, intitulado “Ciência como cultura - paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar”, afirmando que ...

[...] o projeto da tecnociência ganhou corpo. Dele passou a decorrer uma orientação instrumental da investigação científica, uma investigação que tem como objectivo final a criação de produtos de mercado. Remetendo-nos para uma ciência utilitária, para uma ciência ligada à tecnologia pela necessidade de sucesso lucrativo, contribuiu para uma dialéctica entre conhecimento e produção. À medida que a cultura científica e a cultura do fazer se iam enredando ia crescendo o imperialismo cultural que a ciência foi conquistando a partir da revolução industrial. (SANTOS, 2009).

Sobretudo esta pesquisa vai na contramão de um “sucesso lucrativo”, parafraseando Spivak (2010), em “Pode o subalterno falar?”. Nosso intuito é que os alunos apartados das classes dominantes, não só consigam falar, mas se expressar, obtendo acesso e principalmente aprendendo com as tecnologias. Todavia, consideramos a contribuição não só dos professores, mas de todos os outros agentes educativos, gestores, familiares e comunidade física e digital; para uma missão envolvente, numa visão de escola como comunidade de aprendizagem (MORAN, 2019).

Deste modo, é a partir do conceito DIY (*Do It Yourself* - faça você mesmo), que esta pesquisa adota e enfatiza o “espaço *Maker*” como local diversificado para a educação. Até porque, dentro de um espaço *Maker*, o aluno pode assumir o papel de protagonista e construir o seu conhecimento a partir de experiências que envolvem erros e reparos constantes, criando conexões com o mundo real. Já o professor atua como um facilitador e auxilia o aluno a se questionar sobre os próximos passos do projeto (MORAN, 2017).

Logo, o uso de espaços como o Fab Lab ou espaços *Makers* e a tecnologia de impressão 3D, podem se tornar meios que contribuam no desenvolvimento de um modelo de educação coerente com as demandas da atualidade. Considerando que os alunos de hoje não são os mesmos do "ontem"; acreditamos que esse tipo de metodologia ativa tem ganhado cada vez mais destaque na educação e que poderá nos ajudar a compreender como os alunos podem ser realmente protagonistas do processo de ensino aprendizagem. Neste percurso, se destaca que

as vivências e interesses dos estudantes sobre o mundo natural e tecnológico devem ser valorizados (MEC, 2017).

Assim também, concordamos que a disponibilização de espaços *Maker* e a impressão 3D no ensino de ciências, visa o desenvolvimento humano, pessoal ou profissional dos usuários deste espaço; pois ao julgarem ser significativas as construções de seus próprios materiais, exploram afetiva e cognitivamente suas habilidades naquilo que estará sendo produzido (PAPERT, 1985).

Para que isso aconteça, acreditamos que há que se enfrentar o grande desafio da formação continuada de professores, para que haja facilitação e inserção da abordagem *Maker* e impressão 3D nas escolas. Em que os docentes se reconheçam importantes no processo e passem a conhecer, democratizar o movimento *Maker* e serem capazes de usar tanto os espaços, suas ferramentas e principalmente fazer coisas; tema que discutiremos no próximo tópico.

### **2. 3 Formação de professores e a abordagem *maker***

O termo “Formação Continuada de Professores” aparece de modo genérico, se referindo a toda atividade que contribua para o desenvolvimento profissional dos professores (GATTI, 2008).

Neste sentido, este trabalho demonstrará mais à frente, como criou-se um recurso educacional auto instrutivo para formação continuada de professores, no intuito que seja alcançado uma edificação contínua de um dos profissionais mais importante da sociedade, por meio de oficinas e da impressão 3D de materiais didáticos no ensino de ciências.

De igual modo, propõe-se que os docentes, a partir dessa pesquisa, sejam levados a enxergar o poder do conhecimento, como fator agregador e organizador de suas ações pedagógicas diante da necessidade social em que vivemos, e não da reprodução de dominação e exploração, frente à “globalização”.

Logo, tivemos o cuidado de não cair em fascinação, no sentido de inculcar a impressão 3D ou a cultura *Maker* para o caminho do comércio ou desenvolvimento simplesmente industrial. Pretende-se que os materiais desenvolvidos por professores e alunos sejam para resolver problemas do nosso cotidiano, pois acreditamos que a cultura *Maker* possa

democratizar a cultura científica a fim de que mais pessoas tenham acesso aos novos saberes e ao aprender-fazer. E não ao contrário, numa subcontratação dos saberes.

Considerando Delors (2001, p. 106), em que a educação ao longo de toda a vida é uma edificação contínua da pessoa humana, do seu saber e das suas virtudes, mas também da sua capacidade de distinguir e agir; essa pesquisa pretende levar aos professores, por meio da abordagem *Maker* em que se delineia, uma tomada de consciência de si próprio e do meio em que vive, para que não fiquem focados apenas em sua disciplina (licenciatura ou outra), mas no querer estar aberto a novos horizontes, no que insiste a "globalização".

Tal ação, poderá contribuir ainda mais com a formação de professores e de seus alunos, para o mundo das tecnologias, proporcionada pelo recurso educacional criado para esta pesquisa.

É possível acreditar que o professor poderá se aproximar da abordagem, de espaços Makers, Fab Labs e da tecnologia de impressão 3D, se buscar se empenhar na realização do curso proposto nesta pesquisa, pois o mesmo será o seu próprio tutor. De forma que uma aula executada dentro de um espaço *Maker*, pode proporcionar aos professores e conseqüentemente aos alunos, as condições ideais para a experimentação, por meio das ferramentas e à informação de forma colaborativa, com os fazedores responsáveis por cada espaço.

É neste sentido que a ação proporcionada nesses ambientes, pode estimular a curiosidade e questionamentos sobre os modelos e materiais fabricados, fazendo com que os alunos e professores não atuem como meros reprodutores de conhecimento, mas como agentes questionadores e conseqüentemente geradores de novos saberes. Da mesma forma, a escola, instituição de grande importância para a sociedade, torna-se responsável pelo processo de aprendizagem, ao mesmo tempo em que convida seus sujeitos histórico-sociais, a acompanhar mudanças e inovações, seja por meio de sua própria prática ou de pesquisas e publicações das abordagens de interesse e principalmente da atualidade, como as metodologias ativas e seus desdobramentos.

Todavia, ao tocarmos nessa problemática tão importante para a educação, a de formação continuada de professores, durante a pesquisa foi possível perceber a inexistência ou lacunas que também interferem para que os professores não tenham formação continuada. Mesmo sabendo que os motivos são os mais variados, o de maior drama da carreira docente são os

baixos salários e precarização do trabalho. (MARINHO, 2005). Bem como outras lacunas, como as de fim científico, relacionando pesquisas que visem o interesse pela impressão 3D na educação, conforme a seguir.

#### **2.4 Lacunas existentes em pesquisas, quanto ao tema “impressão 3D na educação”**

Ao tentar localizar estudos científicos realizados nos últimos quatro anos, com a busca por “Impressão 3D na educação”, utilizamos dois repositórios de busca brasileiro. Um chamado *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO - Biblioteca Eletrônica Científica Online), no qual não encontramos nenhum trabalho voltado para a área da Educação. E o outro no portal do Google Acadêmico, dando preferência por artigos ou trabalhos realizados em Universidades, ou seja, que não fossem em blog ou outros tipos de site, foi localizado apenas 1 trabalho, ao final da primeira página; cuja pesquisa fora realizada em uma escola pública da Paraíba, por meio do Programa de Pós-graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais - Universidade Federal do Rio Grande do Norte; intitulado “Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas”.

Com efeito, uma das conclusões da pesquisa acima, que nos chamou atenção foi a sugestão deixada pelos autores Tarso & Ferreira (2020): “Como trabalho futuro pretende-se desenvolver um guia didático para compor o mini laboratório. O guia deverá conter todo o conteúdo que pode ser trabalhado com auxílio das peças e as habilidades previstas pela BNCC”. Tal sugestão, vai de encontro com a nossa pesquisa sobre a “elaboração de um curso para professores na criação de materiais didáticos *open source* com o uso de impressão 3D”, corroborando com a nossa justificativa, em necessitarmos de cursos desta forma para a formação continuada de professores.

Outro assunto descrito em um dos subcapítulos da pesquisa realizada na Paraíba, o de “pode-se perceber que poucos estudos são encontrados no que diz respeito ao uso da impressora 3D na educação básica, visto que a grande maioria se concentra em instituições de ensino superior”, também corrobora com a nossa descoberta relacionada logo acima no primeiro parágrafo deste tópico. (TARSSO & FERREIRA, 2020).

Compreendamos a seguir os caminhos percorridos nesta pesquisa no intuito de alcançar nossos objetivos, por meio das metodologias utilizadas.

### 3. METODOLOGIA

Nessa pesquisa, nos cercamos de procedimentos, cujos métodos científicos, intelectuais e técnicos, nos ajudaram a vislumbrar os conhecimentos propostos. (GIL, 1999). De modo que utilizamos do método qualitativo segundo Creswell (2010), embasado em “Métodos emergentes, questões abertas, dados de entrevista, de observação, de documentos e audiovisuais, análise de texto e de imagem”. Consideramos que a maioria dessas abordagens nos foram bastante apropriadas, como se pode perceber ao longo deste tópico e os demais a seguir.

Os referenciais teóricos que norteiam as discussões e a forma empírica da pesquisa foram absorvidos a partir de literaturas versadas durante a experiência acadêmica e necessárias sobre a temática em questão, apreciadas durante toda extensão da pesquisa, cujos referenciais bibliográficos estão disponíveis em livros ou na internet.

Durante todo o trabalho de pesquisa, coletamos a opinião e dados dos professores participantes para a avaliação dos resultados. Utilizamos questionários (com questões abertas e de múltipla escolha), conforme orienta a Análise Textual Discursiva – ATD, que vem sendo utilizada em diversos contextos em pesquisa qualitativa e que possibilita a análise de materiais textuais de forma a compreender coerentemente os dados coletados,

“[...] (questionários escritos, transcrições de entrevistas, registros de observações, entre outros), a construção da nova compreensão de um fenômeno na ATD inicia com a desorganização dos dados, ou seja, com a desconstrução dos materiais textuais. [...] Esse movimento possibilita um exercício de impregnação do pesquisador em relação ao texto que está sendo analisado”. (GÜNTZEL et al, 2015, p. 125).

No decorrer das oficinas observamos fortes indícios de que o curso instrucional poderá fazer com que os professores alcancem os nossos objetivos: conhecer e entender o funcionamento de um Fab Lab ou espaço Maker e incorporá-lo ao ensino de ciências, para criação de materiais didáticos impressos em 3D. Lembrando que o papel fundamental da observação é a construção de hipóteses. (GIL, 1999)

A metodologia utilizada para a elaboração do curso online sobre impressão 3D e a oficina para formação de professores foi embasada na pesquisa-ação, pois contou com um coletivo, que envolveu a pesquisadora e seus colaboradores participantes da pesquisa, como discorre Thiollent,

"[...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo." (THIOLENT, 1985, p. 14 Apud GIL, 2010).

Nas próximas seções iremos descrever a metodologia utilizada na elaboração dos produtos educacionais resultantes deste trabalho.

### **3.1 Curso online para construção ou impressão de materiais didáticos em 3D**

A elaboração do produto se deu primeiramente com uma parceria de um dos campus do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), que se deu logo após apresentação dos objetivos desta pesquisa de mestrado, para o Diretor de Educação e de seu Coordenador de um dos Cursos na instituição, os quais se interessaram e sugeriram formalizar essa parceria, por meio de uma ação extensionista, alinhada com os objetivos desta pesquisa, que primeiramente era a construção de um tutorial para professores.

Após a autorização para uso do espaço Maker, futuro Fab Lab na instituição parceira, seus materiais, ferramentas e impressoras 3Ds; conseguimos também duas bolsistas. Considerando o período de absoluta excepcionalidade gerado pela pandemia do Corona vírus, as orientações dispensadas a elas aconteceram de forma remota e em seguida demos início ao levantamento dos dados, catalogação e estimativa de custos da pesquisa. De modo, que para operacionalizar esta etapa, as alunas bolsistas foram orientadas por mim e o Prof. parceiro, via *Google Meets*, cuja primeira orientação foi buscar em sites e redes colaborativas mundiais, os arquivos de modelos 3D de cunho didático, com eixos relacionados ao ensino de ciências.

O site indicado para a localização dos arquivos/modelos, foi o *Thingiverse*, que nada mais é que uma plataforma visionária, gratuita e propulsora de design para descobrir, fazer e compartilhar coisas imprimíveis em 3D. Com efeito, essa tecnologia é muito próspera, no sentido de se manter aberta à comunidade, ao mesmo tempo em que os seus usuários são incentivados a usar ou alterar qualquer projeto existente na plataforma, sem a obrigatoriedade de ser especialista na área, como orienta o Movimento *Maker*. No entanto, seus usuários são convocados a compartilhar todos seus projetos, no intuito de inspirar outras pessoas a fazerem coisas incríveis.

À medida que as bolsistas iam encontrando determinados materiais, as informações contidas neste repositório foram dispostas em uma planilha, por meio de um formulário criado no Google docs, com os seguintes dados a serem preenchidos pelas bolsistas:

- Nome da bolsista
- Área de conhecimento (ciência, biologia, física, matemática, química e outros)
- Nome material-produto pesquisado
- Link de acesso
- Imagens do produto
- Equipamentos necessários para impressão
- Materiais necessários
- Tempo estimado para impressão ou corte
- Consumo de material
- Peso de material
- Custo

Todos esses dados coletados pelas bolsistas, foram inseridos na planilha e depois dispostos num tutorial, cujo objetivo era que os professores já tivessem de antemão algumas sugestões de materiais didáticos a serem impressos em 3D. Neste tutorial, foram dispostos também o passo a passo do programa TinkerCAD (software de modelagem), como sugestão para aqueles que além de imprimir as indicações oferecidas, pudessem também criar, projetar, modelar, fabricar, suas próprias peças em 3D para posterior impressão.

Contudo, para garantir os créditos de aulas no mestrado, em um dos semestres acadêmicos, me interessei por uma disciplina, “Tópicos em Educação em Museus e Diversidade Científica”, organizada pela Prof. Ana Cecília Rocha Veiga, e me inscrevi. Nessa disciplina tive a oportunidade de aprender como criar e disponibilizar um site, por meio de plataforma gratuitas e sem o pagamento de mensalidades ou provedores, bem como: 1. Os conceitos de website, web semântica, repositórios digitais e sistemas de gestão de conteúdo e coleções. 2. Aprender a elaborar uma coleção on-line profissional utilizando o WordPress e o Tainacan. 3. Refletir sobre as práticas vigentes e as oportunidades de aplicação dos repositórios digitais na educação em museus.

Então, após essa experiência, decidimos expandir a ideia do tutorial e elaborar um curso online, como recurso educacional para professores de ciências, usando a plataforma Cursoteca

COLTEC. O tutorial e o treinamento realizado com as bolsistas do IFMG passaram a servir como um modelo para o curso proposto.

Ademais, para o processo de entendimento, conhecimento e paralelo interesse dos professores da pesquisa em criar modelos em 3D, a partir do zero, escolhemos um software bastante acessível que é o *TinkerCad*, indicado para prototipagem rápida, gratuito e disponível online. Esta é uma ferramenta de modelagem tridimensional, criada em 2011 e desde então não mais restrita às indústrias, conforme veremos mais à frente.

A construção do curso foi realizada diretamente na plataforma do *WordPress*. O curso foi intitulado “Impressão 3D no ensino de ciências”. A plataforma permite que as aulas apresentem textos, imagens e vídeos. Cujo método, partiu do próprio planejamento e organização utilizados na orientação com as bolsistas e do tutorial já iniciado.

Alguns teóricos conhecidos por meio da disciplina citada acima, ajudaram na sustentação de metodologias e práticas realizadas na construção do recurso educacional final. O autor Dolz (2004), por exemplo, discorre sobre a escolha e a capacidade da linguagem a serem levadas em conta na elaboração de sequências didáticas, ou neste caso, de um tutorial transformado em curso:

“Escolha de sequências dentre as que estão propostas para um ciclo/série. De maneira geral, para que a diversidade das capacidades de linguagem a serem utilizadas seja levada em conta, devem ser escolhidas sequências pertencentes a agrupamentos de gêneros diferentes, reservando-se espaço e não se negligenciando o ensino aprendizagem da modalidade oral. Esta escolha também será efetuada em função dos objetivos do programa de cada série e do grau de dificuldade da sequência para os alunos. Por fim, esta escolha não deve menosprezar o caráter mais ou menos motivante de um gênero pode ter para os alunos de uma turma em particular”. (DOLZ, 2004).

O segundo teórico, é Munakata (2012), mesmo ele se referindo à criação de um editorial ou livro, levo a fundamentação deste pensamento para a criação do curso online de ensino de impressão 3D no ensino de ciências,

Do ponto de vista editorial, um bom livro não é apenas aquele que contenha um bom conteúdo, “sério”, mas o que seja bem feito – bem feito não apenas em relação à exatidão das informações ou da ortografia, mas também no que respeita à coerência do estilo e da normalização. Deve-se grafar “Avenida Paulista” ou “avenida Paulista”; “ano de 2012” ou “ano de 2.012”; “Lênin” ou “Lenine”, “século XXI” ou “século 21”, etc.? ” Essas questões são meras convenções e irrelevantes para o leitor, mas, já que o livro deve assumir uma materialidade – em geral, tinta e papel –, é preciso decidir como fazê-lo de modo a conferir uma aparência homogênea e coerente.” (MUNAKATA, p. 56, 2012).

Desta forma, buscamos auxílio no projeto de extensão do curso de Design no PROMESTRE, que consistiu na disponibilização de dois bolsistas da matéria de Design III, para a colaboração no desenvolvimento da identidade visual do curso, o qual passou por várias mudanças, como será mostrado no tópico “identidade visual do recurso educacional”, mais a frente. Antes, vamos conhecer a estrutura e formato de como ficou o curso.

### **3.2 Dando forma ao curso**

Lembremos, que o curso foi nascendo paralelo aos dados coletados pelas bolsistas e à digitação do tutorial. Em virtude de eu ter aprendido a criar (do zero), uma coleção on-line profissional sobre museus, utilizando o *WordPress*, conforme mencionado anteriormente, comecei a inserir os dados e fotos no site CursoTeca Coltec, dando forma ao curso.

O curso visa orientar professores (as), como usar o Fab Lab (ou até que estes espaços *Makers* se tornem verdadeiros Fab Labs), a compreenderem estes espaços e suas ferramentas. Além de explicações sobre o movimento *Maker* e sua abordagem em sala de aula, sendo possível entender um pouco sobre a indústria 4.0 e os Fab Labs. A abordagem *Maker* utilizada nesta pesquisa, têm como função macro, ensinar professores, a resolverem situações problemas e criar seus protótipos usando a impressão 3D, bem como alcançar um “potencial de desenvolvimento e competências associadas ao *design* ou engenharia, bem como as socioemocionais, comumente não contempladas nos processos educacionais tradicionais”. (BLIKSTEIN, 2013).

Para tanto, estruturamos o passo-a-passo de como criar modelos simples em 3D, por meio do Software TinkerCAD (software online e gratuito), de como funciona uma impressora 3D e modelos de materiais com sugestões de aplicação em sala de aula. As aulas do curso, são compostas por vídeos, textos e imagens, visando mostrar de maneira bem prática como criar objetos no computador, ou ainda salvar o arquivo existente nos repositórios consultados, para posterior impressão e torná-los factível por meio da impressão 3D. Veja abaixo as partes do curso que constam no site do CursoTeca Coltec.

## O QUE VOCÊ VAI APRENDER?

- Modelagem 3D básica com TinkerCAD .
- Como uma impressora 3D funciona.
- O que é a Abordagem *Maker* e como você pode inseri-la nas suas aulas.
- O que é um Espaço *Maker* e como ele funciona.
- A galeria de exemplos traz diversos modelos já prontos e testados, para você imprimir e usar em aulas de Química, Física e Biologia.

Enfatizamos que a impressão 3D pode ser usada para criar recursos, não só para o ensino de ciências, mas também em outras disciplinas e em todas as etapas de ensino. O software escolhido para fazer parte do curso, como dissemos anteriormente, é o TinkerCAD. Pois, além de ser online e gratuito, ensina modelagem 3D e é de fácil execução.

Logo no início o cursando aprende como se matricular no curso e criar sua conta. Após o login, o cursando/professor, já estará matriculado! Para acompanhar o progresso no curso e receber o certificado virtual ao final, basta clicar no botão “COMPLETE” ao final de cada aula. Ao final, no tópico “Avaliação do curso” pede-se a opinião do cursista e algumas informações sobre o início e final do curso. Vejamos a estrutura da ementa do curso.

**Tabela 1 – Ementa do curso de Impressão 3D**

<b>INTRODUÇÃO AO CURSO</b>
1.1 Conhecendo os alunos – Impressão 3D no ensino de ciências 15 min
1.2 Introdução ao curso 20 min
<b>MODELAGEM 3D</b>
2.1 Modelagem 3D – TinkerCAD – aula 1 30 min
2.2 Modelagem 3D – TinkerCAD – aula 2 30 min
<b>IMPRESSÃO 3D</b>
3.1 Impressão 3D – o que você precisa saber 30 min
3.2 Espaços <i>Maker</i> no Brasil 20 min
<b>A ABORDAGEM MAKER NO ENSINO DE CIÊNCIAS</b>
4.1 Tecnologia e o ensino de ciências: colocando a mão na massa 30 min

4.2 Como encontrar modelos prontos para impressão 3D 20 min

### **EXEMPLOS**

5.1 Exemplo 1 – Modelos de células 30 min

5.2 Exemplo 2 – Bacteriófago T4 20 min

5.3 Exemplo 3 – Modelos de DNA 30 min

5.4 Exemplo 4 – Microscópio no celular 30 min

5.5 Exemplo 5 – Espectroscópio no celular 20 min

5.6 Exemplo 6 – Raio atômico e tabela periódica 30 min

5.7 Exemplo 7 – Modelo em escala do Sistema Solar 30 min

5.8 Exemplo 8 – Pião que inverte e o movimento de rotação 30 min

5.9 Galeria de modelos – Química 30 min

5.10 Galeria de modelos – Biologia 30 min

### **AVALIAÇÃO DO CURSO, EQUIPE E AGRADECIMENTOS**

6.1 Equipe e agradecimentos 05 min

6.2 Avaliação do curso 05 min

Fonte: A autora.

É interessante mostrar também, como se encontra a estrutura de um (1) dos oito (8) exemplos de produtos existentes dentro do curso, contendo sugestões de como usar, dicas de impressão, competências e habilidades da BNCC, sugestões e uso em sala de aula, fotos de cada peça e por último o Fórum; caminho que também podemos obter sugestões ou crítica para melhora contínua do recurso educacional, como podemos ver a seguir.

**Figura 1 - Print de um dos exemplos de produtos, outras orientações + códigos da BNCC**



Fonte: Thingiverse – 2021.

### Como usar

Os modelos podem ser manipulados pelos alunos, permitindo que observem uma célula eucarionte animal ou vegetal. Por ser a unidade básica do corpo dos seres vivos, de estrutura microscópica, o modelo contribui para demonstrar as diferentes partes das células eucariontes, usando cores diferentes.

### Dicas de impressão

O modelo pode ser impresso em cores diferentes e em várias partes, de uma só vez com um sistema de impressão multi material ou ainda aumentar a altura da peça e utilizar a forma da tampa para fazer um orifício e cortar o modelo.

### Competências e habilidades da BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

### Sugestões de uso em sala de aula

Você pode usar os modelos de células para que os estudantes identifiquem as organelas mais importantes, e as diferenças entre as células animal e vegetal.

Existem algumas maneiras com as quais você pode transformar uma atividade apenas de observação dos modelos em algo em que o aluno pode se engajar mais ativamente. Uma possibilidade seria pedir para os alunos desenharem o modelo e fazendo legendas para os diversos componentes.

Nós modificamos os arquivos do modelo de célula vegetal no TinkerCAD, abrindo um espaço no interior do modelo. Também criamos uma borda e um encaixe para que a parte em amarelo funcionasse como uma tampa. Inicialmente, a ideia era economizar plástico e diminuir o tempo de impressão. As peças seriam coladas na tampa amarela.

Após imprimir todas as peças, pensamos que seria interessante colocar as peças dentro da “caixinha” de célula. Assim, os alunos podem construir seu próprio modelo, observando com mais cuidado as peças, veja na figura a seguir.

**Figura 2 - Print de uma dica final para impressão de exemplos de produtos**



Fonte: Thingiverse – 2021.

Por último, na intenção de alcançar a interação entre os participantes, criamos o espaço do Fórum, caminho para obter sugestões ou críticas para melhoria do recurso educacional, quando na sua análise. Inclusive ao final de cada aula, aparece um aviso importante informando que “Para acompanhar o seu progresso, ao terminar cada aula, clique no botão amarelo ao final

da página (“COMPLETE”). O sistema usa o botão “complete” para verificar se você fez todas as aulas e assim poder liberar o certificado para emissão/impressão.

Você ainda vai poder voltar e rever todas as aulas quando quiser. Sua matrícula não expira nunca, e nós vamos sempre manter o curso atualizado. Por isso a sua opinião é importante para nós! Não deixe de participar do nosso fórum!”. Em suma, o curso ensina como usar a impressão 3D, dividido em duas partes: 1º aprender a criar um modelo 3D e 2º aprender a utilizar a impressora 3D para imprimir o modelo. Agora sim, podemos entender como se deu a identidade visual do curso, que contou com a parceria de bolsistas da Design UFMG.

### **3.3 Identidade visual do recurso educacional**

Ao buscar a colaboração para o desenvolvimento da identidade visual no curso de Design no PROMESTRE em 2021, após o preenchimento de um pequeno questionário, o mesmo foi enviado por e-mail ao professor responsável e logo após 15 dias já tinha o retorno, de que o recurso educacional fora escolhido por uma dupla de alunos. Então, após uma reunião de alinhamento, sobre os procedimentos e prazo desta parceria, que foi de três meses, iniciamos os trabalhos de normalização da estrutura do curso. Nossas reuniões foram totalmente online, via Google Meet e também utilizamos de um grupo criado no WhatsApp para uma comunicação mais instantânea.

A colaboração dos bolsistas, foi unicamente dar harmonia e organização visual dos elementos que já haviam sido criados anteriormente para o curso, especialmente no conteúdo das aulas e dos materiais para divulgação do curso, visando uma melhor democratização do acesso à impressão 3D nas escolas. Essa coparticipação sempre foi coadjuvante no processo de harmonização do curso.

Para tanto, precisamos dividir os trabalhos em duas fases: A primeira, focamos em identificar os problemas que o curso deveria sanar e, como a sua existência auxiliaria no desenvolvimento do interesse pela Impressão 3D no ensino de ciências, a fim de torná-las mais dinâmicas e interativas, além de averiguarmos os possíveis concorrentes e correlatos. Também pensamos em como o curso incentivaria alunos e professores a se interessarem pela abordagem *Maker*. A segunda fase consistiu no estudo da identidade visual e de como poderíamos atribuir as características do curso às suas cores e formas.

Foi quando em conjunto fizemos a análise SWOT, que é em resumo ou um planejamento estratégico em que se estuda a competição nos negócios ou planejamento de projetos. E neste caso, as atribuições e características do curso de Impressão 3D, como a seguir:

**Figura 3 - Print da análise Swot**



Fonte:

Bolsistas do Curso Design UFMG.

Em seguida, demos continuidade às análises para construção de características do curso, como: a psicologia das cores (Eva Heller, 2013); fontes ou títulos e principalmente o layout, conforme podemos observar as variadas mudanças abaixo, até chegar em uma opção aprovada por toda equipe.

Figura 4 - Print do layout de exemplos de produtos e outras orientações

# Layout antigos - Exemplos

### Exemplo 1 – Modelos de células

## Célula animal multicolorida

**O QUE É?**

É um modelo que apresenta características básicas de uma célula animal eucariote do reino Animalia.

**ONDE ACHAR?**

THINGIVERSE  
GRATUITO

DOWNLOAD


**CATEGORIAS**

FERRAMENTA  
ACESSÓRIO PARA CELULAR

**Dicas de impressão**

O modelo vem separado em diversas peças, que podem ser impressas em cores diferentes e depois coladas para formar o objeto final, ou de uma só vez com um sistema de impressão multimaterial.

<b>Materiais:</b>	<b>Custo:</b>	<b>Peso:</b>
PLA (30,65 ml)	R\$ 47,00	294,70 g –
impressão modelo completo		



**Como usar**

Por ser a unidade básica do corpo dos seres vivos, de estrutura microscópica, estando impressa em tamanho visual, contribui para demonstrar diferentes níveis das células eucariotes, as cores diferentes destacam áreas de interesse, educacional ou da medicina.

**Competências e Habilidades da BNCC**

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

(EF09CI10) Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.

**Sugestões de uso em sala de aula**

O canal Mais ciências no youtube tem algumas vídeos aulas que podem ajudar no seu planejamento de aula <https://www.youtube.com/watch?v=POGC0uK18s>

**Modelo de célula animal multicolorido**

**Categoria do objeto:** modelo manipulativo

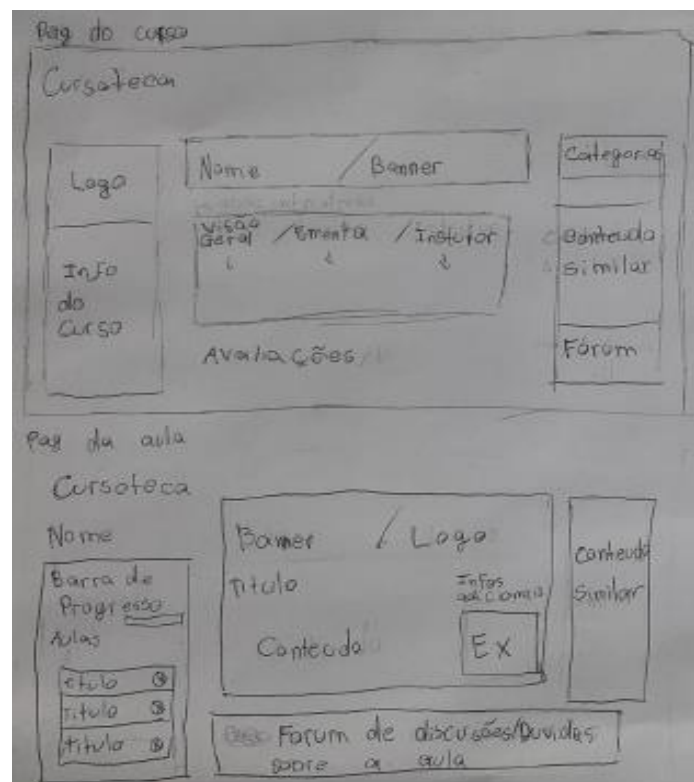
**Criador:** Mosaic Manufacturing

**Onde encontrar:**

<https://www.thingiverse.com/thing/2485063> ou <https://www.thingiverse.com/thing/2803322> (modelo impresso em partes separadas)

Fonte: A autora. + Bolsistas do Curso Design UFMG.

Figura 5 – Esboço do layout do curso de impressão 3D no site Curso Teca Coltec



Fonte: Bolsistas do Curso Design UFMG.

**Figura 6 - Print de testes para novo layout de exemplos de produtos e outras orientações**



Fonte: A autora. + Bolsistas do Curso Design UFMG.

**Figura 7 - Print do novo layout de exemplos de produtos e outras orientações**



Fonte: A autora. + Bolsistas do Curso Design UFMG.

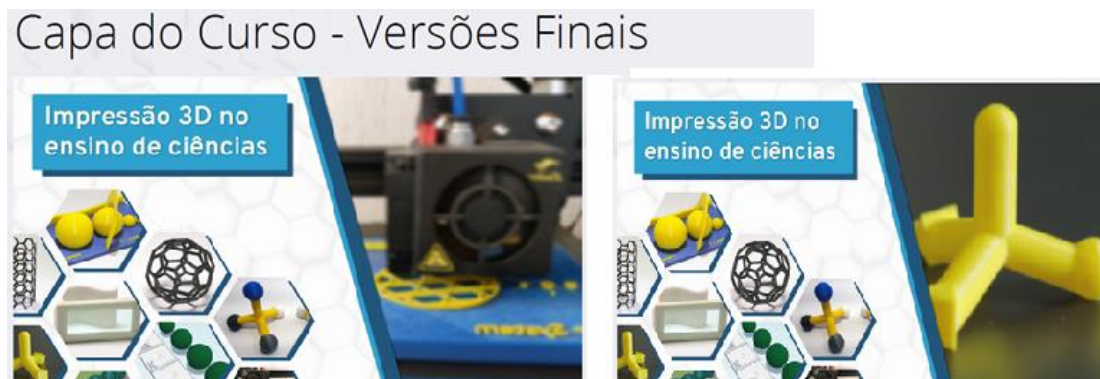
Quanto as capas do curso, contém imagens que além de passar a ideia geral do curso, leva em consideração o material apresentado na página inicial do curso, veja as modificações abaixo:

**Figura 8 - Print de testes para a capa inicial do Curso de Impressão 3D**



Fonte: Bolsistas do Curso Design UFMG + imagens do site Thingiverse – 2021.

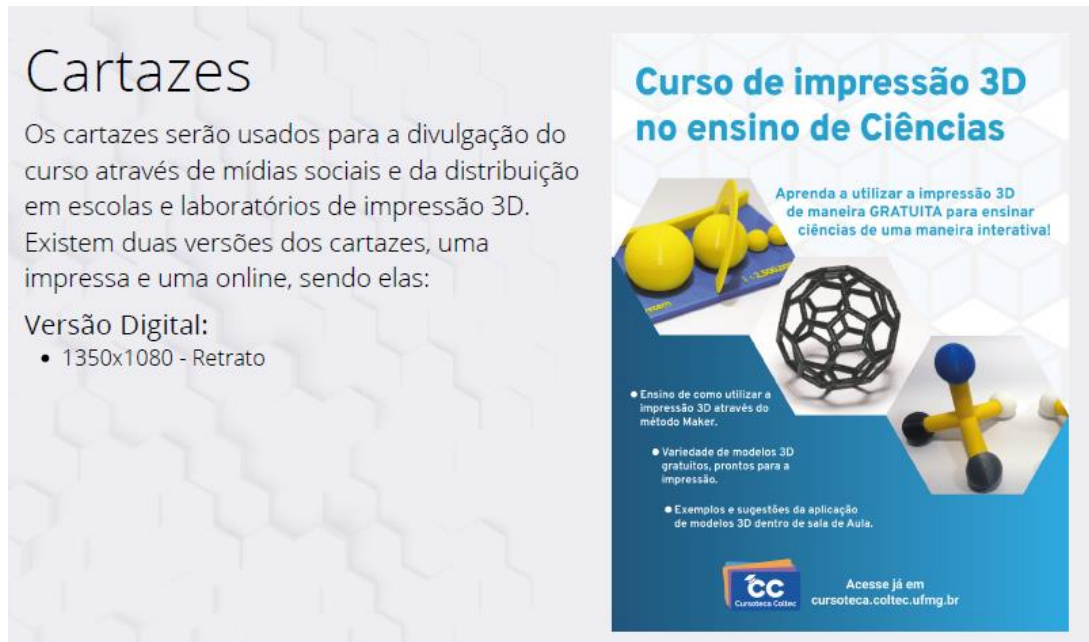
**Figura 9 - Print da versão final da capa inicial do Curso de Impressão 3D**



Fonte: Bolsistas do Curso Design UFMG + imagens do site Thingiverse – 2021.

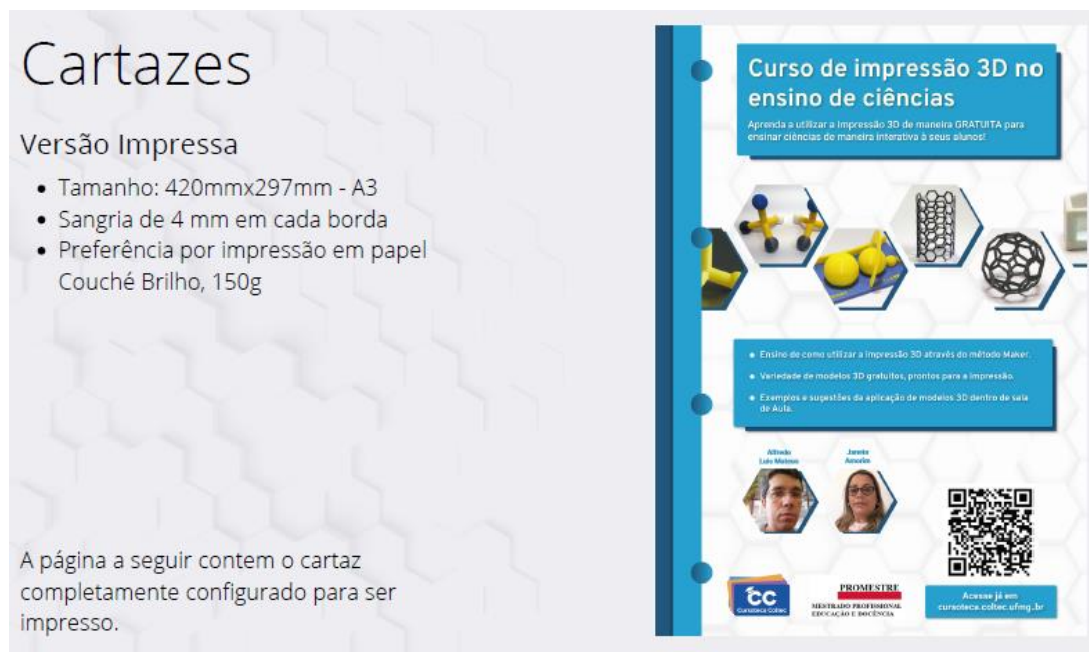
Em paralelo também pensamos em criar um cartaz para divulgação do curso, conforme segue:

**Figura 10 - Print da versão inicial de um modelo de cartaz para divulgação do Curso**



Fonte: Bolsistas do Curso Design UFMG + imagens do site Thingiverse – 2021.

**Figura 11 - Print da versão final do cartaz de divulgação do Curso de Impressão 3D**



Fonte: Bolsistas do Curso Design UFMG + imagens do site Thingiverse – 2021 – modificado pela autora.

Enfim, após três meses de trabalho em equipe, conseguimos finalizar a parte de harmonização do curso, capas, anúncios (de divulgação via Facebook e Instagram).

Vamos conhecer agora, como se deu o desenvolvimento do curso autoinstrucional.

### **3.4 Metodologia de avaliação do curso**

Para a avaliação do curso online, disponibilizamos dois questionários para os alunos matriculados. Os questionários foram criados usando os Formulários Google e inseridos em aulas do curso. O primeiro questionário foi inserido na primeira aula do curso, com o título “Conhecendo os alunos do curso”. O objetivo deste questionário foi traçar um perfil dos usuários e fazer um levantamento de como eles ficaram sabendo do curso. Consideramos muito importante que este questionário pudesse ser respondido rapidamente, de modo a aumentar as chances de que os alunos enviassem as respostas, e assim colocamos apenas três perguntas de múltipla escolha.

O segundo questionário do curso foi colocado no final, após o término do curso. Também nos preocupamos com o tempo de preenchimento do questionário, e assim fizemos a maioria das questões como sendo de múltipla escolha. O objetivo deste questionário foi identificar possibilidades de melhoria do curso e avaliar a percepção dos usuários a respeito das diversas seções do curso. Desta forma, criamos perguntas que avaliavam se o participante considerava cada seção do curso abaixo ou acima da sua expectativa. Também criamos questões abertas em que os usuários podiam colocar suas opiniões e sugestões.

### **3.5 Metodologia de aplicação e desenvolvimento do recurso educacional**

A parceria com o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), frutificou e em seguida planejamos oferecer uma oficina totalmente gratuita, para os professores da região e adjacências. A ideia foi convidar os professores a fazerem o curso online de impressão 3D e, em seguida, a participarem da oficina presencial. O principal objetivo desta oficina seria permitir que os professores colocassem em prática o conhecimento adquirido no curso online e nos fornecer dados sobre a percepção dos professores com relação ao curso. O passo seguinte foi enviar um comunicado via e-mail, para a Secretaria Municipal de Educação e às escolas estaduais nas proximidades, por onde se iniciou uma consulta direta por meio de questionário, cujos interessados em participar da pesquisa foram convidados a preencher uma ficha de inscrição (disponibilizada pelo google forms).

Para o planejamento da oficina, nos baseamos nas demandas manifestadas pelos professores, de modo a definir a quantidade apropriada de pessoas a estarem no espaço *Maker* (incluindo pesquisadora, professor parceiro, duas bolsistas e os professores participantes de cada dia). Tomamos o cuidado de verificar a quantidade de impressoras 3D disponíveis, de modo a garantir o acesso dos participantes aos computadores, e verificando a quantidade de insumos necessários para a impressão e o processo e tempo de fabricação das peças. O laboratório de prototipagem rápida (Fab Lab) do IFMG, onde as oficinas foram realizadas, conta com vários equipamentos, podendo-se destacar: 3 impressoras 3D, 1 cortadora e gravadora a Laser, 1 impressora de plotter e 1 CNC multi ferramenta ZMorph VX.

As oficinas para fabricação dos kits didáticos, foram divididas em dois dias e na forma presencial, logo após a retomada das atividades acadêmicas estagnadas pela pandemia de Coronavírus. A primeira, aconteceu no dia 08 de dezembro à tarde, e a segunda no dia 09 de dezembro de 2021 pela manhã. Ambas, observadas as orientações do Ministério da Educação e Ministério da Saúde, utilizando dos meios de esterilização, proteção e distanciamento oferecidos pelo IFMG. Assim, tivemos uma condição segura e protegidos contra o Vírus. Os sujeitos da pesquisa foram professores de várias etapas da Educação Básica, Ensino Técnico de Nível Médio e também da Educação Superior e que, em sua maioria, lecionam na cidade de Ibirité - MG.

As atividades e impressão de alguns materiais a serem disponibilizados aos participantes da pesquisa no dia da oficina, foram planejadas com antecedência. Por meio de um e-mail criado especificamente para comunicação sobre o curso, solicitamos às bolsistas que fizessem a impressão dos objetos como um teste, anteriormente ao momento presencial; garantindo assim que todos os modelos selecionados para a oficina seriam passíveis de impressão. Já instruídas, coube às alunas bolsistas orientar os docentes nos dias das oficinas, enquanto eu observava, anotava e respondia algumas dúvidas que por ventura surgissem.

Ao final das oficinas foram coletados feedback dos participantes, por meio de questionários, os quais foram analisados, os quais se encontram na sequência dos resultados abaixo.

## 4. RESULTADOS

O principal resultado deste trabalho foi o curso online “Impressão 3D no Ensino de Ciências”. O curso foi disponibilizado online e desde o seu lançamento recebeu 161 matrículas (até final de dez de 2022). Para avaliar o impacto do curso, vamos descrever os resultados obtidos em dois questionários feitos junto aos alunos matriculados no curso.

### 4.1 Conhecendo os alunos inscritos no curso

Na primeira aula do curso online de Impressão 3D, inserimos um formulário com o objetivo de conhecer os alunos inscritos. Vamos descrever e analisar os resultados obtidos desde o início do curso online até junho de 2022. Neste período foram coletadas 155 respostas.

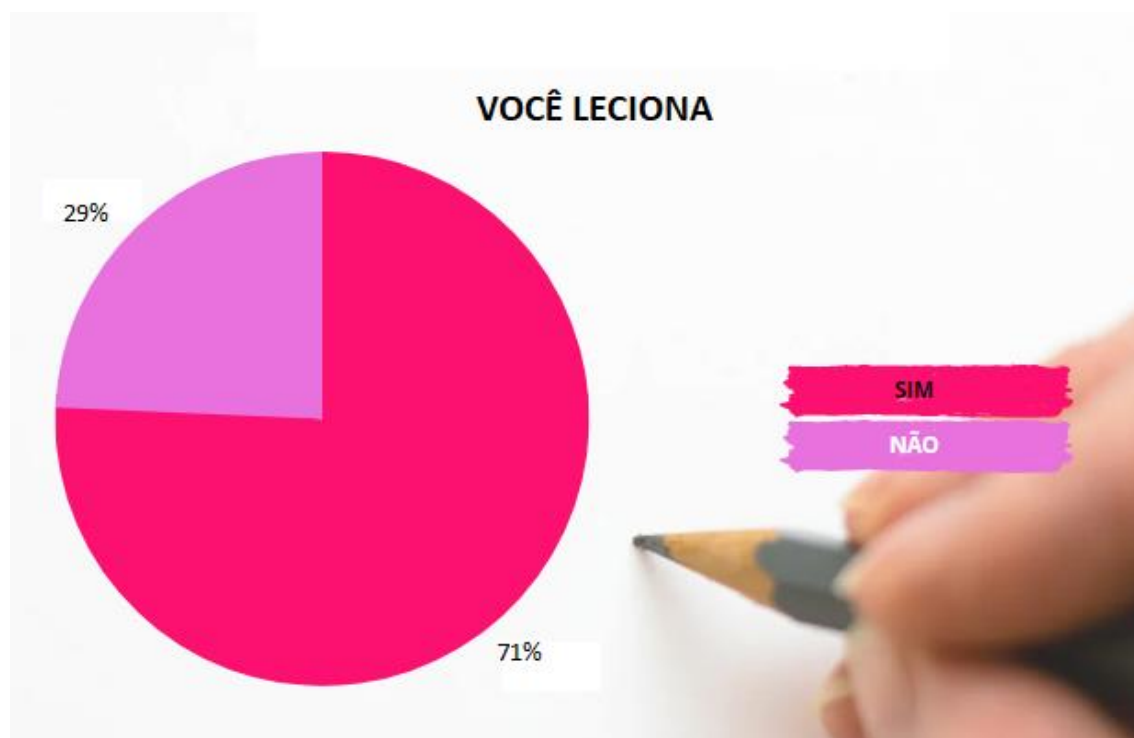
**Figura 12 - Print do formulário inicial do curso de impressão “Conhecendo os alunos”**



Fonte: google forms – modificado pela autora.

A primeira questão levantada é “Você leciona?”. Como pode ser verificado no gráfico abaixo, 71% das respostas são afirmativas, enquanto 29 % afirmaram não lecionar.

**Figura 13 - Resultado da pergunta “Você leciona”**



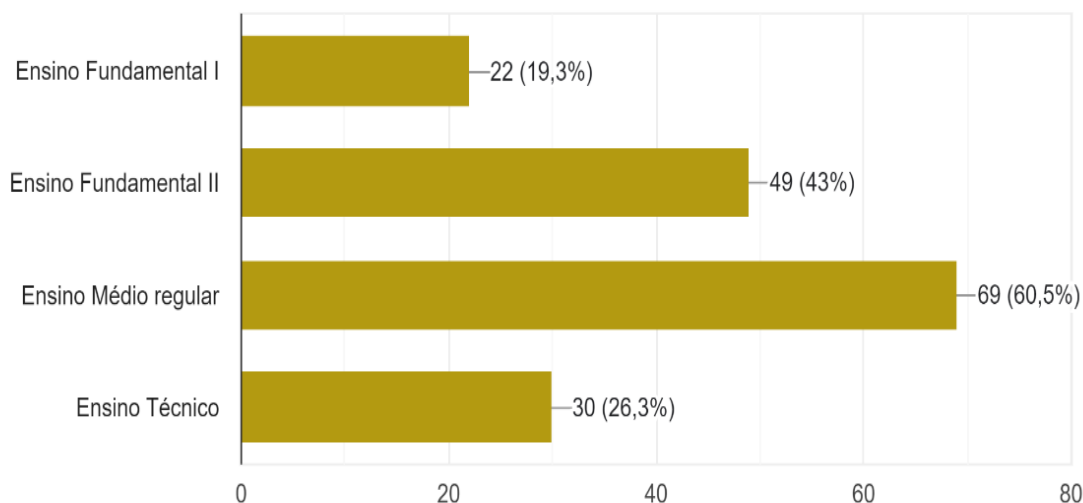
Fonte: Canvas – modificado pela autora.

A pergunta seguinte investiga em qual nível de ensino esses 71% de professores atuam. Obtivemos 114 respostas, número consistente com a porcentagem dos respondentes que se disseram professores.

**Figura 14 - Print do 1º resultado (junho de 2022) “Nível de ensino no qual dá aulas”**

Nível de ensino no qual dá aulas:

114 respostas



Fonte: google forms – modificado pela autora

Podemos verificar que alguns professores lecionam em mais de um nível de ensino. Temos que, a maior parte dos professores leciona no nível médio (ensino médio regular e Ensino profissional de nível médio). Considerando que o curso foi elaborado tendo em mente um público de professores das áreas de ciências do Ensino Médio, podemos verificar que o público alvo do curso está sendo alcançado.

Para a última questão “Como ficou sabendo do curso?”, segue parte dos resultados, os quais foram compiladas apenas as respostas que apareceram mais vezes e as quantidades, as quais seguem respectivamente:

**Tabela 2 - Resposta da questão “Como ficou sabendo do curso”**

RESPOSTA	QUANTIDADE
MESTRANDA	<b>02</b>
PROJETO DE EXTENSÃO IFMG	<b>04</b>
GOOGLE OU INTERNET	<b>08</b>
REDES SOCIAIS	<b>11</b>
GRUPO DE ESTUDOS, CREA PR, PESQUISA, FACULDADE, ESCOLA, STEAM, PROFESSORES, PROFISSIONAIS, AMIGOS DA ESCOLA, UNIVERSIDADE	<b>13</b>
WHATSAPP	<b>18</b>

FACEBOOK	<b>21</b>
AMIGOS OU COLEGAS OU CONHECIDO	<b>24</b>
PROFESSOR	<b>33</b>

Fonte: A autora.

Podemos separar estas respostas em duas categorias: as dos que ficaram sabendo do curso pela internet (58 respostas) e aqueles que ficaram sabendo através de indicações diretas de outras pessoas (76 respostas). O objetivo desta pergunta era explorar se as diversas maneiras de divulgação do curso estariam tendo resultados. Aparentemente, algumas iniciativas de divulgação do curso, como postagens em grupos de professores de ciências no Facebook, obtiveram resultados.

#### 4.2 Avaliação após o curso

Ao final do curso é pedido que o cursista avalie o conteúdo, na intenção de que sejam apontados possíveis problemas ou sugestões que possam ser usados para inserirmos melhorias em futuras edições do curso. Neste formulário o resultado alcançado foi de apenas 13 devoluções do total de 155 que preencheram o formulário inicial (em junho de 2022).

As questões foram elaboradas de modo a identificar áreas do curso que poderiam, na opinião dos participantes, necessitar de melhorias. Assim, elaboramos questões que perguntavam se o participante considerava se cada uma das seções do curso apresentava algum conteúdo “abaixo do esperado” ou se as informações “foram úteis para mim”.

Para essas questões que avaliam as diferentes seções do curso, podemos resumir os resultados na tabela abaixo:

**Tabela 3 – Avaliação das diferentes seções do curso**

SEÇÃO	% DE RESPOSTAS “FORAM ÚTEIS PARA MIM”
Introdução	100%
IMPRESSÃO 3D - o que você precisa saber	93%
ESPAÇOS MAKER no Brasil	100%
A ABORDAGEM MAKER NO ENSINO DE CIÊNCIAS	100%

Como encontrar modelos prontos para impressão 3D	100%
EXEMPLOS - Galeria de modelos - QUIMÍCA	75%
EXEMPLOS - Galeria de modelos - BIOLOGIA	93,8%

Fonte: A autora.

Podemos ver pelos dados acima que a grande maioria dos participantes do curso que responderam o questionário ficaram satisfeitos com o conteúdo apresentado. Algumas questões buscavam investigar melhor as opiniões dos participantes especificamente em algumas partes do curso, como na questão “Sobre o conteúdo da seção "MODELAGEM 3D - TINKERCAD", o que achou das aulas 1 e 2? Explique, cujas 16 respostas são apresentadas na tabela abaixo:

**Tabela 4: Síntese das Respostas**

1	Muito interessantes, é um software versátil e de fácil acesso para nós professores.
2	Muito boas e bem explicativas, tentei ao máximo executar todas as etapas
3	Achei muito válidas, apesar de eu utilizar de vez em quando essas aulas conseguiram agregar conteúdos novos
4	Serviram de base para a compreensão do uso do software de como criar projetos em 3d.
5	Foram suficientes para uma introdução a modelagem 3D.
6	Conteúdo Excelente. Tudo muito bem explicado e de fácil execução.
7	Algo que ainda não conhecia, então foi de grande importância para que possa ter mais conhecimento sobre esse meio
8	Muito boas. Não conhecia esse tipo de modelagem, então foi interessante
9	Foram boas. Ajudam na prática.
10	Gostei bastante, foram claras e objetivas, porém não consegui de início acesso ao Tinkercad. É como se estivesse criando uma arte num programa de edição, porém com mais detalhes.
11	objetivas e fáceis de entender
12	foram muito úteis já que eu irei atuar nesta área
13	Achei bastante didático a forma com que foi apresentado o programa, acho que as imagens ajudaram bastante nesse sentido.
14	Muito interessante, gostaria de mais capacitações.

15	Achei ótimo pois desconhecia as ferramentas de site de modelagem como "Tinkercad" por não ter o costume de utilizar esse tipo de recurso didático e não ter familiaridade com a plataforma do site então ao aprender fiquei muito feliz em conhecer o recurso percebe que um recurso fácil de mexer e rápido e basta soltar a imaginação e criar e ter muitas ideias quero levar esse aprendizado para minha vida profissional e pessoal para criar e se reinventar.
16	Ótima pois não conhecia a plataforma por ter acesso a esse tipo de recurso didático e fiquei muito feliz em aprender.

Fonte: A autora.

Sintetizando todas as respostas, os participantes deixaram claro que, em relação ao conteúdo da seção "MODELAGEM 3D - TINKERCAD" e das aulas 1 e 2, o software foi considerado versátil; didático e de fácil execução para os professores; suficientes para uma introdução à modelagem 3D; que serviu de base para compreender a criação de projetos em 3d e sobre esse meio, desconhecido por vários; que as imagens dispostas no curso podem ajudar bastante na prática; bastando soltar a imaginação, criar ou reinventar e por fim pediram por mais capacitações do tipo. Desta forma, é possível afirmar que o software sugerido para a modelagem 3D, foi 100% aprovado pelos 16 participantes do curso que responderam ao questionário.

Continuando, também buscamos avaliar se os participantes conseguiram seguir as instruções do tutorial do software "TinkerCAD". Isso nos pareceu uma questão importante, uma vez que o cursista poderia apenas ler as instruções no curso, sem se preocupar em realizar efetivamente os exercícios propostos no tutorial. As 12 respostas da próxima pergunta estão na tabela abaixo:

**Tabela 5 - Respostas "Ainda sobre a seção acima, você executou todas as etapas de criação (aula 1)? Explique."**

1	Sim
2	Sim, executei todas na minha conta que já havia criado anteriormente
3	Sim, pois na aula 1 realizei todas as etapas sugeridas pelo software TinkerCAD, sendo eles, disparadores; lições e projetos.
4	Sim. Durante a aula 1, realizei as etapas sugeridas no "TINKERCAD", incluindo os disparadores, lições e projetos.
5	Sim.

6	Não. Ainda não pensei em um projeto para criar.
7	Sim. Mas como falei foi um pouco complicado até conseguir acessar e pega mais o jeito.
8	Sim, executei todos os passos
9	Sim, executei e foi muito divertido
10	Quase todas, algumas tive dificuldades.
11	Sim. Primeiramente conforme a aula 1 segue todos os passos para entrar no site e criei o primeiro modelo conforme o exemplo dos seguimentos das formas básica depois no segundo momento da aula 2 assistir ao vídeo que mostrava um modelo para que depois criar nosso próprio modelo tentei criar uma forma de "casa" e um modelo de brinquedo "e gostei muito quero realizar mais projetos 3D muito divertido de criar e uma ferramenta muita educativa.
12	Sim. Eu segui as orientações conforme o passo para criar o primeiro projeto simples com as formas básicas em seguida criei o primeiro projeto que foi um modelo simples de "casa" e um brinquedo usando as formas disponíveis no site.

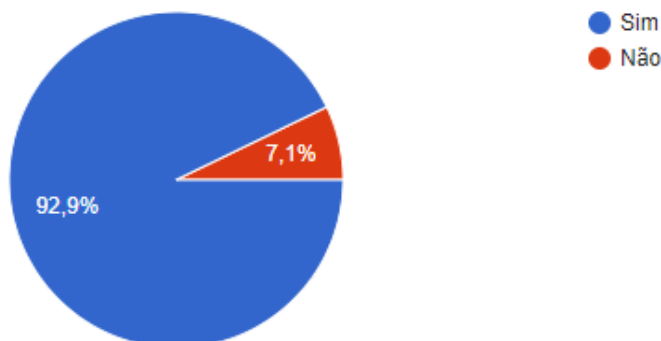
Fonte: A autora.

Já em relação à questão acima, obtivemos 12 respostas dos 16 participantes que responderam o questionário. Percebe-se das respostas que apenas uma pessoa não passou por todas as etapas de criação, pois não conseguiu pensar no produto ou material e uma outra, quase, só não conseguiu por ter tido um pouco mais de dificuldade. Porém, os outros 10 participantes afirmaram ter feito o tutorial, nos permitindo afirmar que a maioria dos participantes que responderam o questionário fizeram o tutorial.

Ainda sobre a mesma seção, sobre as instruções do tutorial do software “TinkerCAD”, agora referente a aula 2, que consiste em um vídeo instrucional básico e 8 passos, nos pareceu importante, indagar se “você conseguiu criar algum objeto de sua imaginação”, cujas 12 respostas estão o gráfico abaixo:

**Figura 15 - Se “você conseguiu criar algum objeto de sua imaginação”**

14 respostas



Fonte: A autora.

Assim, o gráfico nos mostra que das 14 respostas, quase todos dos participantes, no caso 13, conseguiram criar algum objeto a partir do passo a passo e Introdução a modelagem 3D. Isso mostra, mais uma vez, que os participantes que responderam o questionário conseguiram alcançar o objetivo de criar um objeto por meio do software sugerido para a modelagem 3D.

Na próxima tabela, vejamos quais foram os percentuais de cada resposta para cada pergunta abaixo, totalizando 16 respostas.

**Tabela 6 - “O que acharam sobre conteúdo e atividades da seção "exemplos - de 1 a 8"”**

PERGUNTAS	% DE RESPOSTAS
Ficaram abaixo do esperado, não foram úteis para mim	0%
Foram úteis para mim	6,3%
Quero usar algumas das ideias em sala de aula	75 %
Não foram especificamente úteis para mim devido a minha área de ensino ser técnica, mas de forma geral poderá ajudar muitos professores do ciclo propedêutico.	6,3%
Como minha área de pesquisa será educação inclusiva, será de grande ajuda o conhecimento deste curso, caso eu precise criar modelos em 3D.	6,3%

Não são da minha área, mas foram boas ideias para alguns projetos que participo	6,3%
---	------

Fonte: A autora.

De maneira geral, podemos ver na tabela acima que, todos os participantes concordam que o conteúdo e atividades da seção "exemplos - de 1 a 8, ficou acima do esperado e que foram úteis para eles (16 participantes). De forma que, para as outras questões, a quantidade de respostas corresponde respectivamente a 1, 12, 1, 1 e 1 participantes. O que demonstra satisfação e alcance objetivos propostos.

A próxima análise é sobre a questão “Comente sobre o curso, seus pontos altos e baixos e deixe suas sugestões”, seguem as respostas dos participantes:

- 1) “O curso superou minhas expectativas, já que apresentou, além das aplicações dos modelos 3D em sala de aula, apresentou como criá-los em softwares de modelagem 3D, e como exportá-los para impressão, além de outros procedimentos técnicos”.
- 2) “achei que poderiam ter investido mais nas moléculas ou coisas relacionadas à química”.
- 3) “Como comentado anteriormente o curso irá me servir para ampliar meus horizontes na minha linha de pesquisa, embora como minha área é a química gostaria que tivessem explorado um pouco mais os modelos, uma vez que, além de servirem para alunos videntes, são de grande ajuda para alunos com baixa visão e alunos cegos”.
- 4) “Não achei pontos baixos, todo o material e curso foram proveitosos”.
- 5) “Gostei muito do curso, pois ele abrangeu de forma prática e direta assuntos da impressão 3D”
- 6) “Eu achei o curso muito interessante, principalmente o módulo que trabalha os modelos e exemplos que poderíamos utilizar em sala de aula (meu preferido foi o bacteriófagos). Acho que conseguimos visualizar melhor sua aplicabilidade”.
- 7) “É muito interessante o curso pois sinto muita necessidade de complementar minhas aulas com modelos didáticos ainda de modelagem de 3D ´seria muito bom utilizá-los em minhas aulas pois o atrativo para os alunos se interessarem ainda mais pelas e o conteúdo são ferramenta e recursos didáticos ainda mais estudantes conectados a tecnologias como educadores temos que nos reinventar o tempo todo .os pontos baixos é que não tenho uma impressora 3D para construir vários modelos como queria em minhas aulas mais fico feliz em aprender a utilizar a ferramenta e conhecer essa

ferramenta que pode enriquecer ainda mais minhas aulas e ter aprendido significativo para o aluno quanto a mim como educadora e profissional

- 8) “Gostei principalmente porque tinha a parte que podíamos colocar ou tentar colocar em prática o que foi passado. Um ponto baixo foi a minha dificuldade para poder acessar a plataforma. Gostei dos exemplos e modelos 3D que foram disponibilizados, e ainda vinha explicando algumas sugestões de como poderia ser feita a aula utilizando esse recurso didático”.
- 9) “O curso é muito interessante, uma variedade de maneiras criativas para se aplicar na sala de aula com os alunos”
- 10) “Era algo que eu não tinha tanto conhecimento e participei do curso exatamente por isso. Assim, absorvi muitas coisas que certamente usarei durante as aulas”
- 11) “Foi excelente pois quero levar esse recurso para sala de aula e me reinventar como profissional para facilitar aprendizagem dos meus alunos”.
- 12) “Queria que tivesse, exemplos na matemática também”.

Podemos perceber por essas respostas que em sua maioria foram todas positivas. Todavia, vamos comentar três delas, as quais abarcam em sua tríade todas as outras.

Referente a resposta de número 12, pode-se perceber que os professores valorizam muito os exemplos da sua área de atuação. Já para a resposta de número 3, o comentário nos pareceu interessante, pois aponta para uma direção do curso que não conseguimos avançar (produtos didáticos para pessoas cegas). Mas que posteriormente se pode discutir, com intenção de uma adição importante ao curso.

Quanto à resposta número 7, referente ao acesso à tecnologia da impressão 3D, mesmo havendo a seção no curso sobre os espaços *Makers* isso ainda é algo que limita muito a adoção dessa tecnologia. O que na verdade este comentário sugere, é que muitos professores não conseguem aproveitar dos conhecimentos aprendidos no curso por falta de acesso à tecnologia.

Observamos também os comentários colocados no Fórum existente dentro do curso, de onde obtivemos 2 retornos conforme segue a descrição na íntegra:

“A modelagem no Tinkercad permite usar muitos recursos, achei interessante pois ele não é um recurso difícil de usar e permite inúmeras possibilidades de projetos 3D. A ferramenta

possibilita muita aprendizagem dos educadores de um jeito rápido e ao mesmo tempo muito construtivo. (participante A.M.S)”.

“Concordo com você A. M. S. (*respondeu esse participante, se dirigindo ao comentário da participante anterior*), estou usando o Tinkercad em algumas aulas, os alunos mais dinâmicos adoram criar e desvendar as possibilidades. (PARTICIPANTE R.)”.

Aqui vemos que mesmo sendo pouca a participação, o motivo da existência do fórum foi atingido, a de interação entre os participantes e por consequência encontrarmos sugestões ou críticas construtivas que nos levem a melhoria do curso em suas sessões, exemplos ou aplicação.

#### **4.3 Avaliação das oficinas realizadas**

Foram realizados dois questionários junto aos participantes das oficinas. O primeiro tinha o objetivo de conhecer os professores que iriam realizar a oficina e foi realizado no momento da inscrição dos participantes. Já o segundo questionário teve como objetivo verificar a percepção dos participantes sobre o curso online e receber sugestões sobre o curso e a oficina presencial.

Como resultado do primeiro questionário, tivemos o retorno de 37 pessoas, dentro dos 15 dias que o formulário ficou aberto para aceite de respostas. Quanto à pergunta “Você é professor (de qual etapa de ensino)”, não podemos deixar de enfatizar que os resultados foram bastante equilibrados, visto que tivemos a participação de todas as etapas de ensino, como: fundamental I com 18,9%; fundamental II 29,7%; profissionalizante também com 18,9% e que a maioria foram professores do Ensino Médio, com 32,4% de participação.

Quanto a próxima questão do formulário “É professor a quanto tempo?” O maior índice é de 54,1%, correspondendo a 23 anos ou mais de experiência entre os professores participantes. O que é muito estimulante, ver que muitos professores estão querendo estar na ativa e bem atualizados, principalmente em relação às novas tecnologias.

Para a questão “Atua em qual/quais disciplinas?”, os três índices que mais sobressaíram dentre vários, foram respectivamente: 8,1% atua em Biologia; 5,4% em Matemática e 5,4% todas. Este último se refere a respostas de professores do Ensino Fundamental I, os quais são

formados para lecionar todas as disciplinas relacionadas aos anos iniciais, nesta etapa do ensino. Mas também pudemos constatar que alguns dos professores lecionam disciplinas que não são da área de ciências, como História e Língua Portuguesa.

Infelizmente, a maior parte dos professores participantes nas oficinas (do total de 37 que responderam ao 1º questionário, apenas 9 realizaram a oficina presencial, cuja maioria destes ainda não havia feito o curso online, o que impossibilitou que nos dessem um retorno ou sugestões sobre o curso. Dentre as sugestões recebidas no questionário de avaliação pós oficina, tivemos a sugestão de ampliação do tempo de oficina, o qual o participante considerou muito curto. Além disso, alguns participantes sugeriram a criação de bancos de dados ou e-books contendo exemplos de peças separadas por disciplina e que poderiam ser criadas por meio da impressão 3D. Novamente, percebemos que os professores dão importância a ter acesso a sugestões de recursos relacionados diretamente às suas disciplinas.

Para tentar avaliar melhor o impacto das oficinas na prática dos docentes, foi enviado um e-mail a todos os participantes das oficinas presenciais solicitando a gentileza de nos informar se conseguiram utilizar em suas aulas, os recursos de impressão 3D ou os materiais impressos durante as oficinas, e quais foram as suas impressões sobre a sua utilização. Deste contato, tivemos apenas um retorno em que o professor afirma que não conseguiu utilizar o material e que está tendo dificuldades com o retorno pós-pandemia. O baixo retorno não nos permite fazer uma avaliação do impacto das oficinas nas salas de aula dos professores participantes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral desenvolver um curso de formação continuada para professores na criação de materiais didáticos *open source* e oficinas para o uso da impressão 3D e disseminação da cultura *Maker*. Assim, os objetivos específicos visavam: a) criar e oferecer um curso online para professores de várias etapas da educação sobre o uso da impressão 3D no ensino de ciências; b) desenvolver oficina para a formação de professores de várias etapas da educação básica e educação superior sobre o uso da impressão 3D no ensino de ciências; c) contribuir para a formação continuada de professores; d) orientar a fabricação de materiais didáticos em um laboratório de prototipagem (Fab Lab) de Ibirité; e) indicar alguns materiais e recursos didáticos separados por disciplinas. Assim, discorreremos sobre a conclusão de cada um.

Para “a”, podemos afirmar que alcançamos nosso objetivo, uma vez que o curso foi disponibilizado online e tivemos 155 matrículas. Acreditamos ser importante destacar que tivemos a participação de professores de diversos níveis de ensino. A maior parte dos participantes do curso atua no ensino médio (60,5%) ou médio profissionalizante (26,3%), que eram o público alvo principal do curso.

Para “b”, também podemos afirmar que alcançamos os objetivos, já que as oficinas foram realizadas e alcançaram um público diverso e que avaliou positivamente a atividade.

Tanto para “c”, “d” e “e” respectivamente, podemos afirmar que também alcançamos os objetivos propostos. Sendo comprovada pela maioria das respostas positivas e satisfatórias em todas as questões levantadas no formulário relacionado a avaliação final do curso, principalmente nas respostas referente a questão “Comente sobre o curso, seus pontos altos e baixos e deixe suas sugestões”.

Á medida que para “c”, o curso ainda se encontra disponível e que continuará a alcançar professores em todo o Brasil. Para “d”, podemos inferir que a preparação da oficina contribuiu para a formação das bolsistas e dos profissionais do IFMG em Ibirité, que agora contam com um número grande de recursos didáticos já feitos, ampliando a sua ação na região.

Por fim, em "e", quando os participantes 2, 3 e 4 sugerem por referências em suas áreas, como uma porta de entrada para o uso da impressão 3D. Sendo assim, factível perceber que a maioria dos professores atestaram o curso em quase 100%,

Outro ponto que vale destacar, quanto às análises aqui empenhadas é sobre uma das nossas justificativas para essa pesquisa que é “poderá contribuir e muito, na e para a redução da quietude ou espanto que alguns docentes têm, em relação ao manuseio de certas tecnologias, por se acharem incapazes ou por considerarem a tecnologia um bicho de sete cabeças”, corroborada e identificada nos resultados de avaliação do curso online, tanto pelo participante de número 6, como pelos participantes de nº 3 e 8, todos mencionados na Tabela dos resultados do 4º questionário.

Ficou aparente por meios das respostas obtidas que o curso estimulou e proporcionou a curiosidade dos professores pelo conhecimento e condições para a experimentação da cultura *Maker*, como se pode ver nos comentários dos participantes 1 e 8, mencionados também na Tabela dos resultados do 4º questionário.

As oficinas, além de aproximar professores, alunos e comunidade escolar do movimento *Maker* (do faça você mesmo), garantiram condições ideais para a experimentação, disponibilizando ferramentas, manuais e acesso à informação, de forma colaborativa como afirma o participante de nº 7.

Assim, foi possível perceber que o uso de espaços como Fab Lab, podem sim, se tornar espaços que contribuem para desenvolver um modelo de educação coerente com as demandas da atualidade, tornando aulas de ciências ou outras disciplinas, mais interessantes, com estímulos à curiosidade e ao conhecimento.

Em consonância ao que disse Campos (1999), incentivar a importância da educação tecnológica desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, visa estimular nos professores o uso da tecnologia 3D e outros artefatos tecnológicos de um Fab Lab. Destaca-se então, a grande relevância que a temática desta pesquisa tem para a formação continuada de professores. Reafirmando que os PCN's e a BNCC, vem ao encontro do que se espera do ensino de ciências para o ensino na atualidade, tornando as aulas de ciências mais interessantes e estimulando a curiosidade pelo conhecimento.

Ao longo da pesquisa, percebeu-se que não ensinamos os professores a construir nada que seja para venda ou conectado ao desenvolvimento de produtos para fins comerciais, mas apenas recursos educativos, como um bem público e no intuito de que todos os *Makers* continuem a compartilhar seus projetos, sem apenas pensar em patentes ou lucros econômicos.

Assim, acreditamos que, a devolutiva desta pesquisa é de extrema importância e parte de uma responsabilidade civil, social e primordial para o avanço desta tecnologia, mostrando a relevância de se ter cada vez mais acessível o movimento do “faça você mesmo”, mostrando que na história do conhecimento, não há ciência sem o saber popular e que é desse saber, que nasce um saber curioso, contribuindo para o ensino de ciências e formação continuada de professores.

O entrelaçamento que houve por meio da dimensão da prática colaborativa entre pesquisadora e os professores participantes da pesquisa, corrobora com o que disse Freire (2009), educandos e educadores, na medida que, “[...] quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se [igualmente] forma ao ser formado”. De modo que o aprendizado oportunizado por esta pesquisa, o de imprimir objetos por meio da impressão 3D, possa favorecer para que os processos de conteúdos abstratos sejam assimilados de forma mais simples. Como concordam Sánchez, Ferrero, Conde e Alfonso, 2016,

“[...] que ajudarão os alunos em sua compreensão, melhorarão sua criatividade e estimularão sua motivação e interesse pelas competências STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e especificamente em tecnologia, de acordo com (apud BLÁZQUEZ, 2018)

Portanto, convidamos aos interessados pela cultura Maker e a de impressão 3D, a conhecerem o “Curso de Impressão 3D no ensino de ciências”, que se encontra disponível no site do Cursoteca Coltec (<https://cursoteca-coltec.org/>).

## REFERÊNCIAS

- BACICH, Lilian. MORAN, José (Orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. e-PUB. Disponível em: < <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf>>. Acessado em: 12 jul. 2022.
- BLÁZQUEZ, P., ORCOS, L., MAINZ, J., SÁEZ, D. (2018). **Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos**. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 8(1), 162-193. doi: <http://dx.doi.org/10.26864/PCS.v8.n1.8>. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/journal/4758/475855171010/html/>>. Acessado em: dez. 2022.
- BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. *In: WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C. (eds.). Fablabs: of machines, makers and inventors. bielefeld: transcript publishers*. 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 136p, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.
- CAMPOS, M.C.C.; NIGRO, R.G. **Didática de Ciências: O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.
- CERLETTI, Alejandro A. **La política del maestro ignorante: la lección de Rancière**. *Educación & Sociedade*, 01 April 2003, Vol.24(82), pp.299-308. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v24n82/a21v24n82.pdf>> Acesso em: 15 jun. 2016.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 296 p.
- EYCHENNE, Fabien. NEVES, Heloisa. **A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab, 2013. Disponível em:<<https://livrofablab.wordpress.com/2013/08/05/pdf-free-download/>>. Acesso em: 16 maio de 2019.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 40. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.
- GATTI, Bernardete A. **Revista Brasileira de Educação**. v. 13 n. 37 jan./abr. 2008.
- GERSHENFELD, Neil. **How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution**. *Foreign Affairs* 91. 2012, p 48. Disponível em:<<http://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>> Acesso em: jan. 2022.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HATCH, Mark. **Maker Movement Manifesto**. In: HATCH, Mark. **The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers**. Estados Unidos: Mc Graw-Hill, 2014. Disponível em: <<https://raumschiff.org/wp-content/uploads/2017/08/0071821139-Maker-Movement-Manifesto-Sample-Chapter.pdf>>. Acessado em: jan. 2023.

HELLER, Eva. **A psicologia das cores: como as cores afetam a emoção e a razão**. Tradução Maria Lúcia Lopes da Silva. 1. ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

IMPRESSÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS MEDIADAS POR UM FAB LAB. Semana Nacional de Ciência e Tecnologia — SNCT. [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (59 seg.). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3QBZ3s3mhKo&t=8s>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

LITTLE MAKER. **Tenha na sua escola**. Site Disponível em: <<https://littleMaker.com.br/tenha-na-sua-escola/>>. Acesso em: maio de 2022.

LIU, X. Beyond Science Literacy: Science and the Public. **International Journal of Environmental & Science Education**. v. 4, n. 3, p. 301-311. 2009. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ884399>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

LOPES, Rosemara Perpetua. **Formação para uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação nas licenciaturas das universidades estaduais paulistas**. 2010. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, 2010.

MACHADO, Otávio Luiz (Org.). **Universidade de ideias: v5. Percepções de estagiárias do curso de pedagogia: dialogando sobre as relações em sala de aula nos anos iniciais do ensino fundamental**. Frutal: Editora Prospectiva, 2016, p 188-218.

MARINHO, C. **O uso das tecnologias digitais na Educação e as implicações para o trabalho docente**. 2005. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **I Jornada Mineira de Alfabetização e Letramento Popular de Jovens e Adultos – Sim, Eu Posso**. Minas Gerais. 2018. Disponível em: ><https://www2.educacao.mg.gov.br/component/gmg/story/10059-educandos-do-projeto-de-alfabetizacao-e-letramento-popular-de-jovens-e-adultos-recebem-certificados-de-alfabetizacao>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Matriz de Referência ENEM**. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2012/matriz\\_referencia\\_enem.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf)> Acesso em: 01 jul. 2017.

MIRANDA, Guilhermina Lobato. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo – Revista de Ciências da Educação**, n. 3, p. 41-50, 2007. Disponível em: <http://ticsproeja.pbworks.com/f/limites+e+possibilidades.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda**. São Paulo: Editora do Brasil, 2019. Disponível em: <

<https://pt.scribd.com/document/539679599/Metodologias-Ativas-de-bolso-Jose-Moran>>  
Acesso em: 10 ago. 2021.

MORAN, José. **Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora**. Disponível em:<[http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2017/11/tecnologias\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2017/11/tecnologias_moran.pdf)>.  
Acesso em: 24 jun. 2019.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. Tradução de José A. Valente, Beatriz Bitelman e Afira V. Ripper. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

RAMALDES, Cinthia Rosana; ERAS, Edilene; LAGES, Elizabeth Dias L. (Orgs). **Entre jogos, escritas e leituras: o programa escola integrada narrado por bolsistas da universidade**. 1. ed. Belo Horizonte: EdUEMG, 2017, p 148-164. Disponível em: >[https://editora.uemg.br/images/livros-pdf/catalogo-2017/2017\\_Educacao\\_integral.pdf](https://editora.uemg.br/images/livros-pdf/catalogo-2017/2017_Educacao_integral.pdf)>.  
Acessado em: 13 mar. 2022.

RIBEIRO, Janete Amorim; BENFICA, Welessandra Aparecida. Mapeamento de políticas públicas e iniciativas governamentais direcionadas à educação do campo e educação integral integrada: sistematização e divulgação. *In*. **19º Seminário de Pesquisa & Extensão da UEMG**. Diamantina, 2017. Disponível em: >[http://www.2018.uemg.br/seminarios/seminario20/conteudo/resumo\\_al.htm](http://www.2018.uemg.br/seminarios/seminario20/conteudo/resumo_al.htm)>. Acesso em: 13 mar. 2022.

RIBEIRO, Janete Amorim; MENDES, Flávia Renata B.; DA HORA, Marlene C.; BENFICA, Welessandra Aparecida. Disciplina escolar e seus contrapontos: reflexões sobre a educação. *In*. **19º Seminário de Pesquisa & Extensão da UEMG**. Diamantina, 2017. Disponível em: >[http://www.2018.uemg.br/seminarios/seminario20/conteudo/resumo\\_al.htm](http://www.2018.uemg.br/seminarios/seminario20/conteudo/resumo_al.htm)>. Acesso em: 13 mar. 2022.

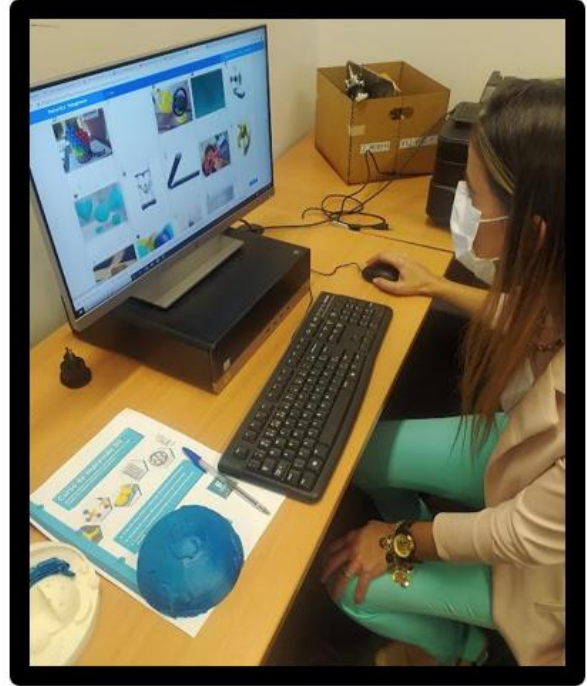
SANTOS, Mário Beja. **Makers: a nova revolução industrial**. Ano VIII, nº 17, maio – dezembro 2014. Disponível em: [www.artciencia.com](http://www.artciencia.com). Acesso em: 14 mar. 2022.

SAVIANI, Dermeval. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. *In*: FERRETTI, C.J. *et al* (org.). **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação: um debate multidisciplinar**. Petrópolis: Vozes, 1994. Disponível em: [https://www.ufpr.cleveron.com.br/arquivos/EP\\_104/dermeval\\_saviani.pdf](https://www.ufpr.cleveron.com.br/arquivos/EP_104/dermeval_saviani.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2018.

SPIVAK, Gayatri Chakravorty. **Pode o Subalterno falar?** Tradução de Sandra Regina Goulart Almeida; Marcos Pereira Feitosa; André Pereira Feitosa. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

TARSSO GOMES SANTOS, J.; FERREIRA DE ANDRADE, A. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. **RENOTE**, v. 18, n. 1, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/106014>. Acesso em: 30 jan. 2023.

THIOLLENT, Michel. **Repensando os fundamentos da Pesquisa-ação**. Entrevista. [S. l.: s. n.], 2020. 1 vídeo (2h e 8 min.). Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=PoEynzBggMY>> Acesso em: 20 out. 2020.

**APÊNDICE A - 1ª oficina - tarde**

Fonte: A autora.

**APÊNDICE A - 1ª oficina - tarde**

Fonte: A autora.

APÊNDICE B - 2ª oficina - manhã



Fonte: A autora.

## APÊNDICE C - Print do formulário “Avaliação sobre o curso, após oficina”

**Curso de impressão 3D**

Aprenda a utilizar a impressão 3D de maneira GRATUITA para ensinar de maneira interativa à seus alunos!

- Ensino de como utilizar a impressão 3D através do método Maker.
- Variedade de modelos 3D gratuitos, prontos para a impressão.
- Exemplos e sugestões da aplicação de modelos 3D dentro de sala de Aula.

PRIMESTRE  
NÚCLEO PROFISSIONAL  
EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

FaE  
UFMG

CC  
Creative Commons

INSTITUTO  
FEDERAL  
DE SÃO CARLOS

Acesse já em  
[cursoteca.coitec.ufmg.br](http://cursoteca.coitec.ufmg.br)

Fonte: A autora.



**APÊNDICE C - Print do formulário “Avaliação sobre o curso, após oficina”**

**AVALIAÇÃO SOBRE O CURSO**

1) NOME (OPCIONAL): \_\_\_\_\_  
PROFISSÃO:  Professor     Outro \_\_\_\_\_  
SE PROFESSOR, LECIONA QUAL DISCIPLINA?  
 ENSINO FUNDAMENTAL I     ENSINO FUNDAMENTAL II     MÉDIO  
 TÉCNICO  
INSTITUIÇÃO EM QUE TRABALHA: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) COMO SOUBE DO CURSO E POR QUE SE INTERESSOU PELA OFICINA?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) RELATE SUA EXPERIÊNCIA COM A IMPRESSÃO 3D (DESDE O CURSO ONLINE ATÉ A OFICINA PRESENCIAL?)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) VOCÊ TEM ALGUMA OBSERVAÇÃO OU SUGESTÃO A NOS FORNECER? QUAIS?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fonte: A autora.