



O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NAS LICENCIATURAS DO IF GOIANO COM PESQUISAS, TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES *MAKERS*

**ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO
(ORGANIZADORA)**



**INSTITUTO FEDERAL
Goiano**



**EDITORA
IF GOIANO**



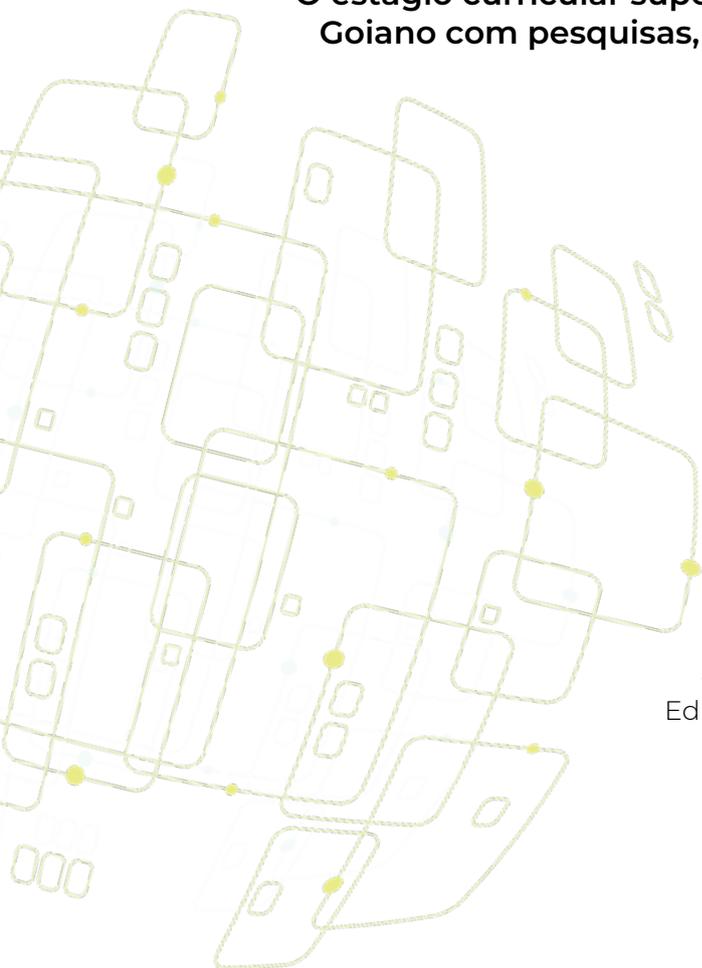
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Rosenilde Nogueira Paniago
(organizadora)

**O estágio curricular supervisionado nas licenciaturas do IF
Goiano com pesquisas, tecnologias e inovações *makers***

1ª Edição

Goiânia, GO
Editora IF Goiano
2024



Elias de Pádua Monteiro

Reitor do IF Goiano

Alan Carlos da Costa

**Pró-reitor de Pesquisa, Pós-Graduação
e Inovação**

Iraci Balbina Gonçalves Silva

**Assessora Especial do Núcleo
Estruturante da Política de Inovação
(NEPI)**

Conselho Editorial

PORTARIA Nº 4724/REI/IFGOIANO, DE 16
DE NOVEMBRO DE 2022

Ana Paula Silva Siqueira

Natany Ferreira Silva

Mariana Pikel Tsukahara

Alex Tristão de Santana

Hellayny Silva Godoy de Sousa

Rhanya Rafaella Rodrigues

Mirele Amaral de São Bernardo

Nadson Vinícius dos Santos

Cristiane Maria Ribeiro

Leonardo Carlos de Andrade

Jacson Zuchi

Marco Antônio Pereira da Silva

Lara Bueno Coelho

Luiza Amorim Purcena

Ricardo Diógenes Dias Silveira

Thiago Fernandes Qualhato

Matias Noll

Antônio Evami Cavalcante Sousa

Júlio César Ferreira

Ítalo José Bastos Guimarães

Flávia Gouveia de Oliveira

Rosenilde Nogueira Paniago

Natália Carvalhães de Oliveira

Luiza Ferreira Rezende de Medeiros

Maria Luiza Batista Bretas

Paulo Alberto da Silva Sales

Elis Dener Lima Alves

Diego Pinheiro Alencar

Mariana Buranelo Egea

Raiane Ferreira Miranda

Édio Damásio da Silva Júnior

Bruno de Oliveira Costa Couto

Priscila Jane Romano Gonçalves Selari

Gustavo Lopes Ferreira

Tatianne Silva Santos

Lidia Maria dos Santos Morais

Johnathan Pereira Alves Diniz

Equipe do Núcleo da Editora IF Goiano

Sarah Suzane Bertolli

Coordenadora do Núcleo da Editora

Johnathan Pereira Alves Diniz

Assessor Técnico

Daiane de Oliveira Silva

Assessora Editorial

Revisão textual

Bárbara Rayne Nunes Cardoso

(Coelum Editorial) e Virgínia Gouvêa Nunes.

Projeto gráfico e diagramação:

Contaccta Comunicação

Bibliotecário responsável:

Johnathan Pereira Alves Diniz

© 2024 Editora IF Goiano

© 2024 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

ISBN: 978-65-87469-67-6 (e-book)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano**

P192e

Paniago, Rosenilde Nogueira.

O estágio curricular supervisionado nas licenciaturas do IF Goiano com pesquisas, tecnologias e inovações *makers* / Rosenilde Nogueira Paniago. – 1.ed. Goiânia, GO: IF Goiano, 2024.

104 p., il.: color.

ISBN (e-book): 978-65-469-67-6

1. Educação. 2. Formação inicial de professores. 3. Estágio curricular obrigatório. 4. Educação maker. I. Instituto Federal Goiano.

CDU: 374:377(81)

Ficha elaborada por Johnathan Pereira Alves Diniz – Bibliotecário/CRB 1 nº 2376

I Prefácio

Quando o projeto de criação dos laboratórios de prototipagem (LabMakers) foi idealizado, no final de 2019, pelo querido amigo Weber Tavares da Silva Júnior, então gerente de projetos da Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica na Setec-MEC – antes mesmo de eu chegar para um Acordo de Cooperação Técnica IF Goiano/NEPI, também a seu convite, para atuação em Brasília-DF –, foi lançada uma semente para a criação dos laboratórios de prototipagem conhecidos como LabMakers.

Então, foi assim que iniciei o meu trabalho na Setec-MEC com a tarefa de cultivar essa semente e nutri-la, com o desafio de “dar vida a este sonho” que, aos poucos, foi “tomando forma”. Nesse caminho, muitos servidores da Rede Federal de EPCT contribuíram com esse processo, desde o planejamento do Edital 35/2020, com a primeira equipe liderada pelo Weber, seguindo com a preparação dos cursos MOOC elaborados pela equipe CEFOR-IFES, até a coordenação da licitação e das compras dos equipamentos na Fase I e Fase II.

Alguns desses profissionais e colaboradores da Fase I continuaram conosco na Fase II, mas, além deles, obtivemos reforço de mais profissionais da Rede Federal de EPCT, os quais contribuíram com a revisão da especificação técnica dos equipamentos para a Fase II e a elaboração do livro *O Aprender Fazendo*, da Rede Federal de Educação Profissional Científica e Tecnológica, conhecido também como *Manual Maker*.

Nesse contexto, em 31 de maio de 2022, no auditório anexo do Ministério da Educação, na Esplanada dos Ministérios, em Brasília-DF, lançamos a Fase II do Edital 35/2020, com a introdução oficial do conceito Rede Maker, e organizamos a primeira exposição de trabalhos das Equipes Gestoras dos LabMakers da Rede Federal de EPCT, em que participaram conosco, como expositores, as Equipes Gestoras do IFG, do IF Goiano e do IFB.

A Rede Maker representa a integração e todo o esforço colaborativo para transformar todos os LabMakers que atuavam de forma isolada numa rede colaborativa capaz de fomentar o fortalecimento de um ecossistema de inovação na Rede Federal de EPCT. A partir de julho de 2022, recebi integralmente o legado deixado pelo professor Weber, pois, além do projeto Maker, assumi o cargo de gerente de projetos na Diretoria de Desenvolvimento da Rede Federal de EPCT, na Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica no Ministério da Educação.

Após encerrar o ciclo da Fase II com a publicação de seu resultado final e a descentralização dos recursos, mais uma oportunidade nos era ofertada: a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (Setec/MEC) realizou, entre os dias 28 de novembro e 4 de dezembro, a

segunda edição da Semana Nacional da Educação Profissional e Tecnológica, com o tema Inovação e Empreendedorismo. Nesse evento, foi disponibilizado um stand para a Rede Maker no qual, mais uma vez, diversas equipes gestoras participaram com os seus projetos, tais como: Cefet-MG, Cefet-RJ, IFG, IF Goiano, IFAL, IFB, IFTO, IFPB, IF Sertão-PE, IFPI.

Portanto, observa-se que o IF Goiano, desde o início das atividades realizadas pela Setec-MEC com a Rede Maker, esteve presente, com suas Equipes Gestoras, como uma importante instituição parceira no apoio à Educação Maker e ao estabelecimento de uma cultura participativa, inovadora e empreendedora na Rede Federal de EPCT. Ser pioneiro e estar ao mesmo tempo na vanguarda apresenta o perfil de liderança de diversos profissionais que atuaram incansavelmente e que efetivamente “colocaram a mão na massa” para que este sonho se tornasse realidade.

Nesta obra, são apresentadas reflexões sobre a Educação, a Cultura Maker e as experiências na formação inicial de professores em situações de estágio curricular supervisionado desenvolvidas a partir da aprovação do IF Goiano na chamada Pública MEC/SETEC, via Edital nº 35/2020. Um cenário complexo em que a professora Rosenilde Paniago e o professor Márcio Filho, juntamente com outros formadores, enfrentaram os desafios provocados pela Covid-19 e desenvolveram experiências formativas em colaboração com professores da educação básica e estudantes estagiários dos cursos de licenciatura em Química e Ciências Biológicas, utilizando dos artefatos do LabMaker do IF Goiano – Campus Rio Verde de modo a potencializar as atividades de estágio.

Nas reflexões apresentadas ao longo desta obra é notória a formação com pesquisa e o diálogo entre os professores do IF Goiano, estagiários e professores da educação básica, na medida em que, juntos, levantam problemas, definem o plano de ações, produzem materiais didáticos no Labmaker e avaliam no processo ensino-aprendizagem com estudantes da educação básica. Por certo, esta obra representa uma inovação, tendo em vista que são raras as discussões teóricas com abordagens da Educação Maker em estágio de cursos de licenciatura.

Para mim foi uma grande honra ser convidada para apresentar esta obra O estágio curricular supervisionado nas licenciaturas do IF Goiano com pesquisas, tecnologias e inovações makers, pois ela representa mais um marco nessa bela história: aquela semente, plantada com tanta dedicação e cultivada com muito carinho começava a dar belos frutos. Assim, é possível inferir que, de fato, sonho “que se sonha junto, torna-se realidade”. O meu agradecimento a todos vocês do IF Goiano que tornaram possível esta caminhada com muito entusiasmo e alegria.

Que possamos fazer com que a nossa educação na Rede Federal de EPCT, além de pública, gratuita, inclusiva, ambientalmente sustentável e de qualidade, seja cada vez mais protagonista, inovadora e empreendedora, contribuindo para a reconstrução de nosso Brasil.

*Úrsula Maruyama, Gerente de Projetos
Setec/MEC*

I Apresentação

Nesta obra, *O estágio curricular supervisionado no IF Goiano com pesquisas, tecnologias e inovações makers*, trataremos de experiências formativas sobre o Estágio Curricular Supervisionado (ECS) tecidas por professores formadores do IF Goiano em diálogo com estudantes de licenciaturas e professores coformadores da educação básica.

As reflexões e os resultados de experiências e pesquisas aqui apresentados não são atos iniciais ou isolados, ao contrário, conectam-se a um processo consolidado de investigação que nosso grupo de pesquisa tem desenvolvido no decorrer de uma década de existência, em que um dos focos tem sido a problemática do ECS no contexto dos Instituto Federais de Educação, instituições com curta experiência na formação inicial de professores.

Além de problematizar o ECS no contexto do IF Goiano, em processos efetivos de diálogos com outros professores e outras instituições – como é o caso da Universidade do Minho, com longa experiência em ECS –, temos buscado novas alternativas para o seu desenvolvimento na, com e pela pesquisa. Importante destacar que o IF Goiano possui acordo de cooperação com a Universidade do Minho desde 2013, o qual foi reafirmado em 2019 objetivando ampliar as pesquisas em Educação e Ensino e possibilitar a qualificação dos docentes. Com efeito, a partir desse acordo várias foram as pesquisas desenvolvidas em colaboração e inúmeros professores atravessaram o Atlântico para cursar doutorado em Portugal, sendo, inclusive, o meu caso.

Assim, esse grupo ganhou força com a participação de professores portugueses da Universidade do Minho em face de conexões, laços dialógicos e afetivos construídos a partir de meu doutoramento. De lá para cá, têm sido inúmeras as pesquisas e produções colaborativas cujo objeto de estudo é o ECS (Paniago, Nunes e Cunha, 2021; Paniago, Sarmiento e Rocha, 2018, Paniago *et al.* 2022).

Com efeito, as reflexões que serão apresentadas giram em torno de experiências e de casos envolvendo a Educação Maker e Metodologias Ativas no ECS em relação às quais um grupo de pesquisa registrado no CNPQ e após aprovação da chamada Pública do MEC/SETEC, via Edital nº 35/2020, tem se debruçado para estudar a temática, inclusive com um projeto guarda-chuva registrado na Plataforma Brasil com aprovação no comitê de ética e Parecer nº 5.282.771. As práticas makers têm impactado o desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa e extensão, trabalhos de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso e práticas efetivas no contexto do ECS e do Programa Residência Pedagógica (PRP), projeto aprovado via editais nº 01/2020 e nº 23/2022 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que é considerado um estágio, ou seja, o estudante de licenciatura que faz o PRP não precisa cursar o ECS, porquanto o percurso formativo e a carga horária do PRP são os mesmos do ECS.

Vários docentes envolvidos nos projetos supracitados têm se dedicado a estimular novas práxis formativas no contexto do ECS e PRP, em que o estágio é considerado um momento oportuno e fértil para a aproximação dos futuros professores com a realidade profissional. Para tanto, nossa base teórico-prática têm sido, principalmente, André (2016) e Pimenta e Lima (2017), Demo (1998), Diniz-Pereira e Lacerda (2009), Zeichner (1993, 2003), Vieira, Flores e Almeida (2020), Flores (2017) e também me situo neste movimento, Paniago (2006, 2016, 2017, 2021), bem como as diretrizes do IF Goiano, Resolução nº 064/2017 de 20 de outubro de 2017, construídas de forma coletiva, sendo o ECS considerado um momento de inserção dos licenciandos nas práticas de aprendizagem à docência no contexto das escolas de educação básica e de forma investigativa.

Logo, é importante destacar que, ao trazer a discussão das Metodologias Ativas e da Cultura e Educação Maker para a nossa prática de ECS, não estamos recorrendo a modismos, ao contrário, estamos nos desafiando a transcender a nossa área epistemológica do saber e a enveredarmos para outras perspectivas teóricas e áreas de conhecimento, buscando beber de novas abordagens e fortalecer o diálogo com professores da rede de educação básica.

Há que se ter em conta que estamos em um contexto de mutações e de desafios demasiados. Desafios estes enfrentados, por exemplo, com a pandemia da Covid-19 iniciada em 2020, em que uma doença causada pelo Coronavírus (SARS-CoV-2-), vírus supercontagioso, impactou a vida e os processos educacionais do mundo, obrigando o uso do ensino remoto mediado pelas tecnologias e gerando mudanças resultantes de grandes transformações, além da expansão do uso social das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) – que nos obrigam a romper fronteiras entre espaços virtuais e presenciais; entre campos específicos do saber e a criar novas formas de diálogo, sinergia e afeto; a ensinar; a aprender, enfim, necessitamos caminhar urgentemente para novos espaços híbridos de conexões.

Não há mais como ficarmos presos em nossas gaiolas epistemológicas do saber, segundo D’Ambrósio,

Sair da gaiola não é fácil, pois as gaiolas oferecem vários benefícios, como o reconhecimento pelos pares, o que garante emprego e promoções. Mas o preço por estes benefícios é alto: as grades impedem sair e voltar livremente. Com isto, não há possibilidade de ver e conhecer a realidade natural e social, de se inspirar pelo novo para a criatividade (D’Ambrósio, 2016, p. 224).

É isso mesmo! É confortável ficarmos apenas nos especializando em uma temática específica, alheios ao que está acontecendo nas demais áreas de conhecimento. O fato é que não é fácil para nós pesquisadores abriremos mão dos nossos conceitos, nossas referências epistemológicas e teóricas tão bem consolidadas em nossa área. Todavia, as mudanças emergentes do século XXI sinalizam para a necessidade e importância da materialização de processos vivos de criação, pesquisa, colaboração, de aprender a aprender resolver problemas e problematizar questões inerentes às várias ciências, ao papel dos processos educacionais institucionalizados, enfim, é a reflexão sobre os problemas e desafios constantes. Então, é fundamental se abrir para o novo, conforme já dizia Freire (2006, p. 134), “[...] minha segurança se funda na convicção

de que sei algo e de que ignoro algo a que se junta à certeza de que posso saber melhor o que já sei e conhecer o que ainda não sei”.

Assim, nossa intenção ao abordar a cultura, a Educação Maker e as Metodologias ativas é dialogar com áreas diferentes em uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, com o pressuposto de que não podemos mais ficar enjaulados em nossas correntes epistemológicas do saber, com posições dicotômicas que não dialogam; ora somos excessivamente pragmáticos, ora muito teóricos, ora demasiadamente especialistas em uma área, imersos em devaneios que, por vezes, não se materializam de forma efetiva e afetiva.

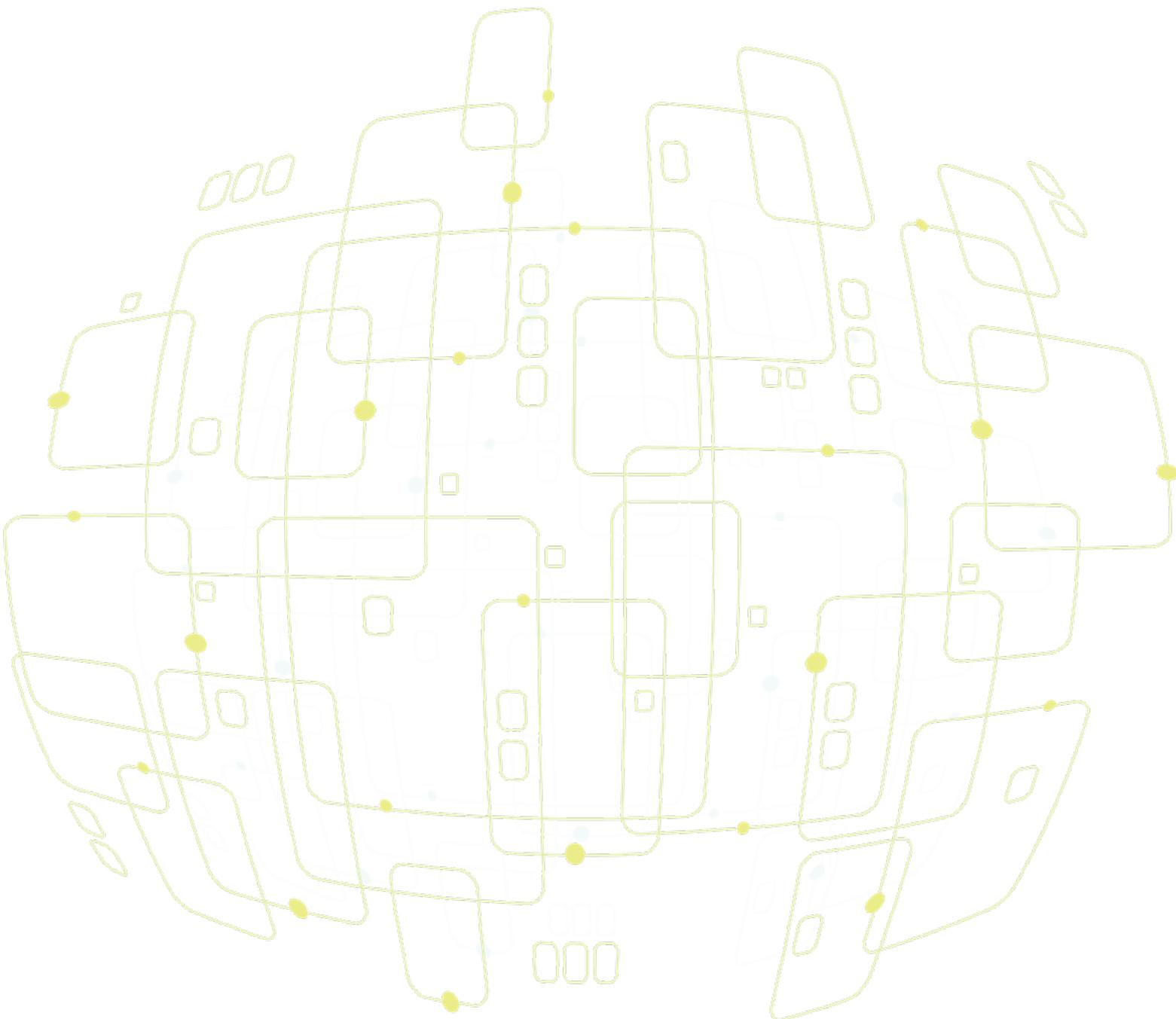
Com efeito, a Educação Maker, conforme Raabe e Gomes (2018), é uma oportunidade para que ocorra a inovação nos processos de ensino-aprendizagem de modo que se possa associar a construção de objetos com o uso da tecnologia. No que tange à formação de professores, ela pode contribuir para a preparação de futuros professores que construam coisas, objetos e materiais didáticos, em conclusão produtos educacionais, passando da mera condição de consumidores de informações para a de produtores de novos conhecimentos.

Nesse cenário, a Educação Maker apropria-se em várias ferramentas tecnológicas que podem ser incorporadas para a produção de materiais didáticos, tais como a placa Arduíno, impressoras 3D, cortadoras a *laser*, kits de robótica e máquinas de costura, para incentivar um aprendizado a partir da criação e descoberta. A internet, ao conectar “fazedores” e facilitar a divulgação de vídeos e manuais de experiências, também foi responsável pela popularização da cultura. “As atividades *maker* ligadas à educação possuem propósitos diversos, mas costumam incluir o uso de equipamentos de fabricação digital como impressoras 3D, cortadoras a laser e também kits de robótica, programação, costura, marcenaria e outras técnicas (Moura, 2019, p. 246). Ainda, conforme Dougherty (2016), o Movimento Maker sinaliza para uma transformação social, cultural e tecnológica que nos convida a participar como produtores, e não apenas consumidores. Assim, a Educação Maker nos obriga a mudar a nossa forma de aprender, de trabalhar e de inovar.

Por fim, esta obra vai contribuir para novos processos formativos de professores, porquanto, em nossos estudos, estamos constatando que há muitas pesquisas sobre educação bebendo da fonte da Cultura Maker, contudo concentram-se mais em aspectos das metodologias de ensino, sendo raros os que tratam da formação inicial de professores.

A obra foi organizada em duas partes. Na *Parte 1*, capítulos 1 e 2, apresentamos aspectos teóricos das práticas da Cultura, Educação Maker e Metodologias Ativas, além de discorrermos sobre a forma como estamos redesenhando o ECS no IF Goiano a partir das contribuições da Educação Maker e impressora 3D, bem como apresentamos os projetos de pesquisa, ensino e extensão que estão sendo desenvolvidos e os materiais didáticos para o ensino de Ciências, Química e Ciências Biológicas construídos no contexto desses projetos no ECS e PRP.

Na *Parte 2*, capítulos 3, 4 e 5, apresentamos casos de ensino nos quais narramos uma experiência de *design thinking* como estratégia que potencializou o diálogo e a formação com, para e pela pesquisa entre formadores, conformadores e estagiários, bem como apresentamos as narrativas de nossos estagiários ao utilizarem as ferramentas digitais para produzir materiais didáticos desenvolvidos no LabMaker e no Centro de Educação Rosa de Saberes e a sua avaliação em situações reais em sala de aula durante o Estágio Curricular Supervisionado das licenciaturas de Química e Ciências Biológicas.



I Referências

D'AMBROSIO, U. A Metáfora das Gaiolas Epistemológicas e uma Proposta Educacional. **Perspectivas da Educação Matemática**, Mato Grosso do Sul, v. 9, n. 20, 27 dez. 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 34. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

MOURA, Éliton Meireles. **Formação Docente e Educação Maker: o desafio das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ceará, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018.

I Sumário

Apresentação	06
<i>PARTE 1</i>	13
<i>REFLEXÕES SOBRE A EDUCAÇÃO MAKER, AS METODOLOGIAS ATIVAS E O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NAS LICENCIATURAS DO IFGOIANO</i>	
CAPÍTULO I	14
EDUCAÇÃO MAKER E METODOLOGIAS ATIVAS: NOVAS TENDÊNCIAS PARA PROFESSORES PESQUISADORES DO SÉCULO XXI OU MERO MODISMO?	
Rosenilde Nogueira Paniago	
CAPÍTULO II	34
O ESTÁGIO COM E PELA PESQUISA NAS LICENCIATURAS DO IF GOIANO: DESENHANDO NOVOS CAMINHOS COM AUXÍLIO DA IMPRESSORA 3D	
Rosenilde Nogueira Paniago	
Patrícia Gouvêa Nunes	
<i>PARTE 2</i>	49
<i>CASOS PEDAGÓGICOS NO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO PERSPECTIVADOS NAS TECNOLOGIAS E NA EDUCAÇÃO MAKER</i>	
CAPÍTULO III	50
DESIGN THINKING COMO ESTRATÉGIA DE DIÁLOGO ENTRE FORMADORES, COFORMADORES E ESTAGIÁRIOS	
Rosenilde Nogueira Paniago	
Marcio Antônio Ferreira Belo Filho	
CAPÍTULO IV	62
A PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NA IMPRESSORA 3D PARA O ENSINO DE GENÉTICA DURANTE O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO	
Andressa Moreira do Nascimento	
Mariluzza Silva Leite	
Lusilede Pereira de Sousa Araújo	
Elisvane Silva de Assis	
Rosenilde Nogueira Paniago	

CAPÍTULO V**O ENSINO DE IMUNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PRODUZIDOS NA IMPRESSORA 3D EM SITUAÇÕES DE ESTÁGIO**

Fernanda Elen Silva dos Santos

Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho

Andressa Moreira do Nascimento

Marcos Paulo Filemon Conceição Silva

Lusilede Pereira de Sousa

Rosenilde Nogueira Paniago

CAPÍTULO VI**O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS ENSINO FUNDAMENTAL PELO VIÉS DA EDUCAÇÃO MAKER NO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO**

Geovanna Gomes de Jesus

Priscila Jaqueline de Oliveira Silva

Adrielly Aparecida de Oliveira

Rosenilde Nogueira Paniago

Larissa Marques





PARTE 1

REFLEXÕES SOBRE A EDUCAÇÃO *MAKER*,
AS METODOLOGIAS ATIVAS E O
ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO
NAS LICENCIATURAS DO IF GOIANO





I Capítulo I

EDUCAÇÃO MAKER E METODOLOGIAS ATIVAS: NOVAS TENDÊNCIAS PARA PROFESSORES PESQUISADORES DO SÉCULO XXI OU MERO MODISMO?

Rosenilde Nogueira Paniago

1. Introdução

A discussão tecida neste texto incide sobre a Cultura, Educação Maker e as Metodologias Ativas, em que problematizo se essas abordagens teóricas são novas tendências em educação para o século XXI ou se trata de mero modismo? Ao me referir à tendência pedagógica, com base em Luckesi (1994, p. 53), compreendo que são “[...] diversas teorias filosóficas que pretendem dar conta da compreensão e da orientação da prática educacional em diversos momentos e circunstâncias da história humana”. Por certo, a designação de tendência pedagógica resulta de teorias que em determinados momentos da história se debruçam com rigor científico acerca da práxis¹ docente e dos processos educacionais, além de nomear as ações e os movimentos pedagógicos que vigoram no momento. Assim, as tendências pedagógicas traduzem a disposição intencional ou natural, espontânea e até instintiva dos professores para adotarem modelos e ações pedagógicas que influenciam e subsidiam sua práxis docente.

Com efeito, falar sobre tendências pedagógicas é uma tarefa árdua que obriga muita pesquisa, sobretudo porque a práxis docente é dinâmica, e, por certo, as tendências não se apresentam de forma pura, ou única, porquanto os professores, conscientes ou não, assentam sua práxis em várias tendências pedagógicas. Não obstante, não é fácil para mim abrir mão do conforto teórico e epistemológico da minha área, linha de pesquisa, e transcender para novas paragens epistemológicas.

Assim, minha intenção ao abordar a cultura Educação Maker e as Metodologias Ativas é dialogar com áreas diferentes em uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, de forma a avançar de nossas correntes epistemológicas do saber. Como dizia D’Ambrósio,

Muitos especialistas, sobretudo os acadêmicos dedicados integralmente a uma disciplina e que são membros de um departamento, têm comportamento semelhante ao dos pássaros em uma gaiola. São motivados por seus pares, por trabalhos anteriores, discutem entre si

¹ Com base em Pimenta (2005), entendo “práxis docente” como a relação viva, concreta e indissociável entre a teoria-prática, em que os professores constroem conhecimentos à luz de uma análise crítica (teórica) da prática de forma a ressignificar as teorias a partir dos conhecimentos da prática (práxis).

usando um jargão próprio à disciplina, orientam seus discípulos para abordarem temas que lhes são familiares e nas suas conversas (seminários) tratam de assuntos específicos da disciplina. Não entendem o que fazem seus colegas de outros departamentos, que estão em outras gaiolas (D’Ambrósio, 2016, p. 224).

Assim, com fundamento em D’Ambrósio e Freire, tenho consciência de que somos seres inacabados, que o “[...] meu destino não é dado, mas algo que precisa ser feito, e de cuja responsabilidade não posso me eximir. Ademais, é necessária abertura para conhecer o novo, inovar a práxis” (D’Ambrósio, 2016, página*). “O sujeito que se abre ao mundo e aos outros inaugura, com seu gesto, a relação dialógica em que se confirma como inquietação e curiosidade, como inconclusão em permanente movimento na História” (Freire, 2006b, p. 136).

É, pois, uma empreitada árdua, em relação à qual conto com a minha experiência de 30 anos no magistério na educação básica e no ensino superior; destes, 20 anos foram dedicados à docência com a disciplina de Didática e Prática de Ensino, bem como a pesquisas sobre a formação de professores. Nas pesquisas, especialmente do doutorado, aprofundi-me na discussão sobre as ciências da educação (Didática, Psicologia e Sociologia), focando em vertentes como as tendências pedagógicas, as práticas educativas, os saberes docentes e os professores pesquisadores de sua práxis².

Importante salientar que há uma concordância em situar as tendências pedagógicas modernas em duas linhas: linha liberal e progressista, cujas principais diferenças são alusivas ao papel social da educação, do ensino, da forma de abordar os conteúdos, da natureza do ato educativo, além da relação entre sociedade e educação, as formas institucionalizadas de ensino e a relação educativa (Libâneo, 2005).

Na linha progressista, da qual me filio, a educação, o ensino, objetiva a formação integral, humana, crítica, política e emancipatória de pessoas que possam transformar o seu meio e tomar decisões. Fundamenta-se na teoria crítica³ e na abordagem teórico-crítico-dialética de Karl Marx, em que, no ensino, a educação é visualizada como uma construção sócio-histórica determinada pelo embate de grupos diferentes. Das tendências que compõem essa linha, destaco a libertadora de Paulo Freire e a crítico-social dos conteúdos de Dermeval Saviani (2011).

Na linha liberal, a educação, o ensino, objetiva preparar as pessoas para o desempenho de papéis sociais em uma sociedade capitalista de acordo com as aptidões individuais, ou seja, é a formação para o mercado de trabalho. Então, as tendências pedagógicas da linha liberal caracterizam-se como conservadoras e autoritárias, sendo elas: 1) tradicional, centrada no intelecto, na transmissão de conteúdos e no professor; 2) renovada, centrada na dimensão emocional, no educando e na espontaneidade da

² Entendo a pesquisa da práxis pedagógica como aquela que focaliza o ensino-aprendizagem e os seus intervenientes, incluindo o trabalho docente e o desenvolvimento profissional (Paniago *et al.*, 2022).

³ As teorias críticas têm origem epistemológica de modo especial em um grupo de cientistas sociais e filósofos cujas ideias se assentam na corrente marxista que fundaram na década de 1920 e na Escola de Frankfurt, tais como Walter Benjamin, Herbert Marcuse, Theodor W. Adorno, Max Horkheimer e Jürgen Habermas.

produção do conhecimento com suas diferenças individuais, subdivide-se em outras duas: tendência renovada progressivista ou Escola Nova e tendência renovada não-diretiva; e 3) tecnicista, cujo foco são as técnicas de transmissão e memorização de conteúdos.

Com efeito, a abordagem teórica das Metodologias Ativas, Cultura e Educação Maker situa-se na raiz epistemológica da Escola Nova, considerando que as ideias discutidas focalizam o estudante como protagonista em sua aprendizagem, o que ocorre mediante as metodologias de ensino, o aprender fazendo, o Faça Você Mesmo (ou *Do-It-Yourself*), conforme discutirei ao longo deste texto.

A partir do exposto, o objetivo central deste texto – que faz parte do resultado de pesquisa do grupo Educação, linha Formação de Professores e Práticas Educativas – é analisar a abordagem teórica da Cultura, Educação Maker e das Metodologias ativas no intuito de compreender se essas são novas tendências que contribuem para a práxis pedagógica dos professores do século XXI como reflexivos e pesquisadores ou se isso consiste em um mero modismo. Destaco que este texto tem como base as discussões de nosso grupo de estudo para a elaboração de um curso ofertado via Mooc pelo Centro de Referência em Ensino e Formação em Rede (Cerfor) do IF Goiano.

Para tanto, foi desenhado da seguinte forma: inicialmente abordarei alguns aspectos teóricos e epistemológicos da Cultura, Educação Maker e Metodologias ativas; em segundo momento apresentarei algumas sinergias da Cultura Maker e das Metodologias ativas e, por fim, apresentarei uma reflexão sobre os professores pesquisadores do século XXI, sinalizando como a Educação Maker pode contribuir para esse movimento.

2. Epistemologia e teoria da Cultura, Educação Maker e Metodologias ativas

Na retrospectiva histórica e epistemológica da Cultura Maker, constatei que esse movimento, no que tange à Educação Maker, também comunga dos princípios das metodologias ativas no âmbito da Escola Nova. Assim, inicialmente, farei uma abordagem geral sobre o movimento da Escola Nova para, em seguida, elucidar alguns aspectos teóricos das Metodologias Ativas, da Cultura e Educação Maker.

Conforme pontuo em minha dissertação de mestrado, Paniago (2008), e tese de doutorado, Paniago (2016), uma das vertentes epistemológicas da Escola Nova possui raízes embrionárias no século XVIII, com Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), ao defender uma educação vinculada à política e inaugurar uma nova pedagogia com métodos de ensino focando nas crianças, em sua espontaneidade, na relação com a natureza e na observação. Também Pestalozzi (1746-1827), balizado nas ideias de Rousseau, afirmava a importância de a criança desenvolver a sua autonomia pelo contato com a natureza por meio da observação e da indagação (Paniago, 2016).

Ademais, eu não poderia deixar de destacar outro renomado precursor da Escola Nova, que já no século XX defendeu a importância do aprender fazendo (*learning by doing*), ideia tão defendida na Educação Maker e nas Metodologias Ativas, John Dewey (1859-1952). Segundo ele, aos estudantes deveriam ser

oportunizadas aprendizagens vinculadas a situações reais para serem analisadas e solucionadas em grupo. Como abordagem experimental do aprender fazendo, Dewey criou uma escola-laboratório para experimentar e testar métodos pedagógicos. Para esse renomado pensador, o rompimento da dicotomia teoria e prática seria possível por meio do desenvolvimento de projetos, do aprender fazendo. (Paniago, 2016).

Ainda considero salutar destacar Johann Friedrich Herbart (1776-1841), que defende a Pedagogia como ciência, necessitando, para tanto, da experimentação “[...] de uma experiência nada se aprende, tal como nada se aprende de observações dispersas [...]” (Herbart, 2003, p. 12).

Outro pensador que dá sustentação ao ideário da Escola Nova é Kilpatrick (1918), influenciado também pelas ideias de Dewey, o qual desenvolveu o método de projetos como forma de articular o ensino com a vida dos alunos. Por certo, há vários outros pensadores que sustentam as raízes embrionárias do movimento da Escola Nova, como Édouard Claparède⁴ (1873-1940), Ovide Decroly⁵ (1871-1932), a italiana Maria Montessori⁶ (1870-1952) e, conforme já afirmei, Paniago (2016), Paniago e Sarmiento (2017b).

O movimento da Escola Nova foi difundido no Brasil a partir de 1930. Em 1932, no famoso “manifesto dos pioneiros”, pensadores como Fernando Azevedo, Anísio Teixeira, Paschoal Lemme e Lourenço Filho apresentaram uma proposta pedagógica balizada nos princípios da pedagogia liberal. As ideias desses pensadores influenciaram, além dos processos educacionais da época, as políticas públicas, sendo algumas delas, inclusive, incorporadas à Constituição de 1934, no período do governo de Vargas⁷. Com isso, apesar da divisão ocorrida no grupo em face da política varguista, o movimento escolanovista, representado pelo manifesto dos pioneiros, representou um avanço nas discussões da educação brasileira, principalmente no que tange à defesa da democratização e da educação para todos. O ideário da Escola Nova representou um avanço por colocar o aluno no centro da aprendizagem, sendo o responsável pela construção do seu conhecimento, e não como receptor passivo, como era visto pelo ensino tradicional (Paniago, 2016).

A tendência pedagógica da Escola Nova apregoa o aprender a aprender, o aprender fazendo, em que

⁴ Claparède foi considerado o pai da Escola Ativa, por meio da qual defendia que a aprendizagem se dá pela resolução de problemas

⁵ Decroly, tal como Claparède, foi um dos precursores dos métodos ativos. Defendia que a escola devia centrar-se no aluno, formando-o para viver em sociedade.

⁶ Montessori foi uma médica italiana que se destacou demasiadamente com suas ideias ao desenvolver uma proposta pedagógica consubstanciada no uso de materiais pedagógicos concretos para se trabalhar o ensino-aprendizagem de crianças.

⁷ Importante destacar que o governo de Getúlio Vargas foi visto como autoritário e ditador, fato evidenciado na fala de Hilsdorf (2007, p. 91-92): “[...] é interessante lembrar que todo esse período de 1930- 1945 já é nomeado Era Vargas, pois os componentes de autoritarismo e nacionalismo que costumam ser vistos como marcas do Estado Novo (1937-1945) já estavam presentes na própria Revolução de 1930, devido à influências das Forças Armadas e da Igreja Católica, que concorreram, entre outros fatores, para tornar viável este movimento na medida em que viam nele uma oportunidade de colocarem em prática os seus projetos de —educação do povo”.

⁸ Para Ghiraldelli (2001, p. 93), “A política educacional estadonovista provocou sérias divisões no grupo dos escolanovistas. Os liberais igualitaristas, que tinham seu expoente máximo em Anísio Teixeira, se afastaram de compromissos ideológicos com o governo. Os liberais elitistas se dividiram; alguns, como Fernando de Azevedo, mantiveram uma certa distância da ditadura, outros, como Lourenço Filho, endossaram o novo regime e participaram dele”.

o estudante tem postura ativa em sua aprendizagem, princípios esses fundamentais nas Metodologias Ativas e na Educação Maker.

Era um processo em que o aluno tinha um papel ativo na sua aprendizagem. Assim, esse modelo ficou conhecido como método da pesquisa ou da descoberta, de acordo com a seguinte estrutura: 1) o ensino começa sempre com uma atividade, que pode incitar um problema; 2) os alunos e o professor desenvolvem ações, levantam dados (livros, estudo de campo, documentos, dentre outros) para resolver o problema; 3) os dados são base para a formulação de hipóteses explicativas; 4) por fim, os alunos vão testar as hipóteses (Paniago, 2017a, p. 41).

Contudo, esse movimento é criticado de modo severo, especialmente por reproduzir o modelo americano a partir das ideias de John Dewey, desconsiderando, assim, a realidade brasileira na década de 1930 – que era ligada às atividades rurais –, e o que é fundamental, não considerou o papel social da educação, porquanto apregoava-se uma escola para todos e novos métodos de ensino. Todavia, as condições de trabalho dos professores e os problemas estruturais e de recursos pedagógicos das escolas não foram problematizados, bem como não se problematizou o papel social da escola, ao contrário, o papel da educação e do ensino estava vinculado à formação para o mercado de trabalho.

Então, as metodologias ativas bebem da fonte da tendência pedagógica da Escola Nova? Sim, é isso mesmo! A tendência pedagógica da Escola Nova é que baliza as metodologias ativas. Por isso, teóricos tecem críticas às metodologias ativas por não considerarem as dimensões sociais, as contradições sociais em nossa sociedade marcada por tantas desigualdades sociais e diversidade, por não considerarem o papel social do ensino e da educação. Araujo (2015, s/p.), por exemplo, ao fazer uma reflexão sobre os fundamentos das metodologias ativas, destaca que “[...] saliente-se ainda que epistemologicamente a metodologia de ensino ativa é contraposta à dimensão social e participativa”.

De certo modo, nas concepções embrionárias citadas anteriormente, o foco era mais nas questões psicológicas, biológicas e cognitivas da aprendizagem, contudo as tendências mais contemporâneas alongam o sentido da metodologia e da aprendizagem ativa. Além do mais, como afirmei no início deste artigo, uma tendência de abordagem teórica não se manifesta de forma isolada na práxis docente, tendo em vista que pode ter uma base epistemológica e avançar, afinal é assim que a ciência se desenvolve no decorrer da história da humanidade. Por conseguinte, compreendo que houve um avanço considerável com autores como Moran (2018), Valente (2018) e Bacich *et al.* (2015), que consideram de forma substancial as questões socioemocionais, a autonomia dos estudantes em sua aprendizagem e, por inserir nessas discussões, a importância de as instituições escolares e os professores observarem os modelos híbridos de ensino e as ferramentas digitais. Por certo, com a pandemia da Covid-19, as contribuições desses autores foram fundamentais para (re)pensar os processos educativos ofertados de forma remota.

Para Moran (2018, p. 4), as metodologias ativas enfatizam o papel protagonista do estudante de modo a ser participativo, reflexivo e criativo em todas as etapas do processo: “Metodologias ativas são estratégias

de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida”.

Na mesma direção, Valente *et al.* (2017) elucidam que as metodologias ativas focalizam o aprendiz no processo de ensino-aprendizagem. Logo, elas

[...] procuram criar situações de aprendizagem em que os aprendizes fazem coisas, colocam conhecimentos em ação, pensam e conceituam o que fazem, constroem conhecimentos sobre os conteúdos envolvidos nas atividades que realizam, bem como desenvolvem estratégias cognitivas, capacidade crítica e reflexão sobre suas práticas, fornecem e recebem *feedback*, aprendem a interagir com colegas e professor e exploram atitudes e valores pessoais (Valente *et al.*, 2017, p. 467).

Assim, esses autores destacam a importância de os professores mobilizarem diferentes situações de aprendizagem, estratégia e recursos didáticos para atender aos objetivos de ensino de modo que os estudantes sejam ativos em seu processo de ensino-aprendizagem. “Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes” (Moran, 2016, p. 102).

Nesse contexto, Moran (2018) e Valente (2018) defendem a importância das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) para potencializar as metodologias ativas, uma vez que elas facilitam a aprendizagem colaborativa entre colegas e, sobretudo, por estarem tão presentes no cotidiano dos estudantes e possibilitarem a ampliação de conhecimentos. “Um aluno não conectado e sem domínio digital perde chances de se informar, de acessar materiais ricos disponíveis, de se comunicar, de se tornar visível para os demais, de publicar suas ideias [...] (Moran, 2018, p. 11). Contudo, esses autores esclarecem que as TDIC não são o único caminho para que isso se efetive. Para Valente *et al.* (2017, p. 466), “[...] embora essas sejam as metodologias ativas mais conhecidas e implantadas com maior frequência nas práticas educacionais usando as TDIC, existem outras que também criam condições para que os alunos sejam mais ativos e engajados nos processos de ensino e aprendizagem, como, por exemplo, a aprendizagem baseada na investigação”, inclusive esta que venho defendendo em minhas pesquisas e a materializando em minha práxis docente.

E quanto ao Movimento Maker?

No que tange ao movimento da Cultura Maker, segundo Moura (2019), suas origens embrionárias se dão na década de 1950, nos Estados Unidos, com a crescente mão de obra por causa da crise de 1929 (grande depressão), que causou desempregos e recessão econômica, o que incentivou as pessoas a construir coisas, por isso as empresas procuraram novas alternativas de comercialização dos produtos.

Essas ideias vão repercutir intensamente na educação, culminando com a criação do termo “Movimento

Maker” no ano de 2005. Há uma concordância na literatura sobre Dale Dougherty ser o criador e dinamizador da popularização do termo “Movimento Maker” (Sang; Simpson, 2019).

Dougherty deu início às Makers e às Feiras Makers em 2005 com o intuito de compartilhar conhecimentos, fato que, por certo, impulsionou esse movimento. No tocante a isso, Dougherty (2013) mostrou-se preocupado com a forma como as crianças e os jovens constroem o seu conhecimento, argumentando sobre a necessidade de incentivá-los a explorar, criar, descobrir e seguir o seu próprio caminho. Desse modo, segundo Dougherty, “[...] os espaços maker são criados primeiro para os alunos e suas necessidades, não para a instituição de ensino”. Logo, Dougherty (2013) define o movimento da Cultura Maker em termos de pessoas estabelecendo o “fazer” como uma característica inerente a todos.

No movimento teórico da Cultura Maker destaca-se também Gershenfeld, professor do Massachusetts Institute of Technology, com idealização do curso How To Make (Almost) Anything – ou “como fazer (quase) qualquer coisa”. Para Gershenfeld (2008), o Movimento Maker pode ser compreendido como o desenvolvimento de projetos com suporte na partilha de experiências no decorrer do processo.

Ademais, Hatch (2014), ao propor no livro *Maker Movement Manifest* alguns princípios da Cultura Maker, contribui para que ela se consolide cada vez mais:

Quadro 1 — Princípios da Cultura Maker

Princípio	Ideia
Faça (<i>Make</i>)	Fazer é algo inerente ao ser humano. A nossa produção cultural, a forma de fazer, criar e nos expressar nos faz sentirmos completos
Compartilhe (<i>Share</i>)	Compartilhar as suas produções é um caminho, a forma maker para alcançar o sentimento de completude
Dê, presenteie (<i>Give</i>)	Presentear com algo que você mesma/o fez é como dar a alguém um pedaço de si mesmo, logo essa ação possui um significado muito especial
Aprenda (<i>Learn</i>)	Para fazer é preciso aprender, e evidentemente quanto mais se faz, mais se aprende. Quanto mais você faz, mais se tornará um artífice ou um mestre artesão, sempre procurando renovar a sua produção
Equipe-se (<i>Tool up</i>)	Para fazer é importante ter acesso às ferramentas certas para cada projeto ou ideia a ser implementada
Divirta-se (<i>Play</i>)	Fazer algo é divertido, logo você sentirá prazer e orgulho ao descobrir o quão prazeroso é produzir a sua obra e a sua capacidade de fazer

Participe (<i>Participate</i>)	Junte-se ao Movimento Maker e espalhe o prazer de fazer às pessoas ao seu redor. Realize/Participe de encontros e eventos maker com outros fazedores da sua comunidade, tais como: seminários, aulas, dias maker, feiras, exposições, festas
Apoie, contribua (<i>Support</i>)	O Movimento Maker é necessário, por isso é importante o apoio emocional, intelectual, financeiro, político e institucional
Mude (<i>Change</i>)	Se permita mudar. Abrace a mudança. Como fazer é uma ação humana, você se tornará uma versão mais completa de si à medida que cria

Fonte: elaborado pela autora a partir da obra de Hatch (2014).

Bom, de fato, as ideias da Cultura Maker estão sendo utilizadas em contextos educativos. Logo, no que tange à Educação Maker, Papert (1986, 2008) tem sido considerado um dos seus principais precursores (Martinez; Stager, 2013) ao propor a teoria do construcionismo, cuja base se dá no construtivismo de Piaget (1896-1980). Para ele, o construcionismo oportuniza uma abordagem de ensino-aprendizagem na qual o estudante constrói conhecimento à medida que produz um artefato de seu interesse. À vista disso, Papert (1980) preconiza uma aprendizagem por meio do hands on (mão na massa) e do heads in (imersão mental), uma vez que o estudante se envolve na construção de algo que tenha interesse. Este autor explorou o potencial do uso dos computadores e das tecnologias a eles associadas na sociedade e na educação, concluindo que o computador era uma estratégia didática de ensinar (Papert, 1991).

Para Raabe *et al.* (2023), no que tange à área pedagógica, grande parte das atividades makers se sustenta no construcionismo de Papert (1980); uma perspectiva teórica por meio da qual os estudantes são motivados a desenvolver projetos, a construir artefatos e a socializar os resultados. De fato, esses autores, bem como Raabe e Gomes (2018), contribuem com os processos educativos ao defenderem que para ocorrer a inovação e o ensino-aprendizagem é importante associar a construção de objetos e diversos artefatos com o uso da tecnologia. Para eles, a Educação Maker suscita as pessoas a construírem artefatos, objetos e a compreenderem o funcionamento, em especial o dos produtos industrializados, proporcionando a apropriação de técnicas aos alunos por meio das quais eles passam a ser produtores de tecnologia, e não apenas consumidores.

Por fim, Soster (2018) também contribui com a Educação Maker ao utilizar a abordagem fenomenológica para estudar propostas teóricas e observar práticas da educação Maker. À vista disso, esta autora apresenta elementos da Educação Maker elucidando aspectos que possibilitam a melhoria nos processos educacionais, tendo em vista que, nesse processo, é possível desenvolver um

[...] eterno aprendiz, inspirando o alunado a partir de suas atitudes de cientista do aprendizado; segue o lema “fazer para nós mesmos o que fizemos para os alunos”; desenvolve atividades que encorajam a conspiração, cocrítica, a autonomia, empatia e a responsabilidade nos alunos; estimula os educandos a compartilharem seus conhecimentos

e habilidades; é refratário à visão de autoridade do conhecimento, redirecionando a autoridade para especialistas, recursos online, técnicos etc. (quando for o caso); tem perfil de explorador e aprendiz das novas tecnologias, ferramentas e utilização de materiais; está sempre se movimentando pelo espaço de aprendizagem e realiza intervenções curtas, relevantes e suficiente para dar espaço ao desenvolvimento do educando - “menos nós, mais eles”; fornece comentários ou questionamentos quando necessário para estimular o progresso do educando em seu projeto; provedor de um espaço seguro física e emocionalmente para que o educando se experimente como cientista, inventor, explorador e protagonista do seu processo de aprendizagem; trabalha em rede, local ou mundialmente (Soster, 2018, p. 133).

Além disso, do ponto de vista da perspectiva Maker na formação de professores, cito Moura (2019) ao defender algumas competências⁹ e alguns saberes a serem mobilizados pelos professores na prática educativa Maker ao sugerir a necessidade de uma formação que auxilie os professores a reaverem a utilização pedagógica de elementos tecnológicos contemporâneos no desenvolvimento de uma práxis transformadora. Nesse contexto, o autor defende uma pedagogia crítica em relação à qual,

[...] na prática *maker*, numa pedagogia crítica, o aluno é conduzido ao aprendizado da sua autonomia, por isso, há originalidade e equilíbrio na relação educador e educando. Aqui, ambos são vistos como sujeitos do ato de conhecimento, que podem reconstruir criticamente o saber, numa proposta de educação dialética e dialógica, no contexto histórico, cultural, social e político no qual se inserem (Moura, 2019, p. 219).

O autor defende a importância de os professores, valendo-se dos princípios da Cultura Maker, se divertirem e participarem, desse modo incentivando os estudantes a aprenderem a ser e despertando a sua curiosidade, criatividade e o “[...] pensamento crítico, promovendo sua autonomia, trazendo um protagonismo para si sem que ele seja o único protagonista” (Moura, 2019, p. 219).

Exposta a ideia geral da Cultura, Educação Maker e das Metodologias Ativas, a seguir sinalizarei algumas sinergias e aproximações dessas abordagens teóricas.

⁹ O autor reconhece as críticas ao termo competência por sua vinculação com tendências da linha liberal, contudo, com base em Perrenoud, resolve usá-lo por considerar que o objeto de sua pesquisa é “[...] trabalho exercido pelo professor dentro de sala de aula no exercício da sua profissão” (Moura, 2019, p. 185), logo, as competências listadas por Perrenoud (2000) são o ponto de partida para analisar o que seriam competências docentes *makers*.

3. Educação maker e metodologias ativas: sinergias e aproximações

São notórias as sinergias e aproximações entre a Educação Maker e as metodologias ativas, com destaque para o aprender por projetos; aprender fazendo; aprender dialogando; resolver problemas, desafios. No contexto das práticas educativas, várias alternativas metodológicas podem ser operacionalizadas em sala de aula para desenvolver essas posturas pedagógicas nos alunos, quais sejam: Ensino híbrido, Ensino por projetos, Ensino por problemas, Sala de aula invertida, *Design thinking*, Criação de jogos, enfim, práxis que transformam e inovam o ambiente escolar e a sala de aula (Moran, 2018).

Conforme Moran (2018), as metodologias ativas para uma educação inovadora apontam possibilidades de transformar aulas em experiências de aprendizagem vivas e dinâmicas. Com efeito, práticas inovadoras utilizam uma combinação de estratégias de ensino e de aprendizagem de forma integrada, em que não há um único caminho, ao contrário, é importante partir de

[...] onde os alunos estão, das suas necessidades e inquietações para torná-los mais motivados, protagonistas e participativos através de metodologias ativas. Há ênfase em aprender fazendo (cultura “maker”), em aprender a partir de projetos reais, de problemas significativos, histórias de vida, jogos (Moran, 2007, p. 147).

Não há dúvidas que, no atual contexto educacional, faz-se necessário novas abordagens e novos métodos de ensino que atendam às necessidades formativas do século XXI e contemplem a diversidade do ensino-aprendizagem, tais como a Cultura, Educação Maker e as metodologias ativas, enfim, práxis que (res)signifiquem e inovem o ambiente escolar. Nesse cenário, Moran (2018) elucida dois conceitos importantes: aprendizagem ativa e aprendizagem híbrida. Enquanto as metodologias ativas enfatizam o papel de protagonista do aluno, a aprendizagem híbrida incorpora novas atividades, estratégias para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, traduzindo-se pela mistura de emoções, afetos, ações, atividades, espaços, momentos pedagógicos, tempos de aprendizagem, estratégias e materiais didáticos diversos, com forte mediação tecnológica.

As metodologias ativas e a Cultura Maker na educação desenvolvem o conceito do aluno protagonista, participante ativo e construtor/fazedor do seu conhecimento. Dessa forma, é importante para o estudante empoderar-se do seu processo de aprendizagem, assim estabelecendo uma postura motivada, curiosa, empreendedora, colaborativa, afetiva e reflexiva.

Para Moran (2018), a aprendizagem por experimentação, *design* e aprendizagem Maker traduzem a aprendizagem ativa, personalizada, compartilhada. Segundo ele, ensinar e aprender “[...] tornam-se fascinantes quando se convertem em processos de pesquisa constante, de questionamento, de experimentação, reflexão e de compartilhamento de ideias” (Moran, 2018, p. 3).

Na mesma direção, Andrade (2018) alerta para a importância da transformação das salas de aula, que

mudam o foco principal da transmissão de conteúdo e, de forma gradativa, vão se “[...] transformar em espaços de desenvolvimento de competências, onde a pesquisa e a troca de ideias e experiências colaborativas serão as bases do conhecimento [...]” (Andrade, 2018, *on-line*).

De modo geral, no quadro a seguir, sinalizo algumas aproximações e sinergias entre a Cultura, Educação Maker e as Metodologias Ativas.

Quadro 2 - Sinergias entre Cultura, Educação Maker e Metodologias Ativas

Sinergias/aproximações	Cultura e Educação Maker	Metodologias Ativas
Objetivo do ensino: habilidades a desenvolver	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender a criar • Aprender a descobrir • Aprender a conectar • Aprender a empatia • Aprender a trabalhar de forma colaborativa • Desenvolver a criatividade e o protagonismo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender a construir o seu conhecimento • Aprender de forma colaborativa • Desenvolver autonomia • Desenvolver o protagonismo no processo de aprendizagem
	Desenvolver a capacidade de resolver problemas	
	Aprender fazendo (<i>learning by doing</i>)	
Métodos de ensino	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino por projeto, • Ensino por problemas • <i>Design thinking</i> • Criação de jogos • Criação de artefatos • Mão na massa (maker) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino por projeto • Ensino por problemas • Sala de aula invertida • Estudo do meio • Ensino por pesquisa • Ensino por experimentação • História de vida • Narrativas
Papel do professor	Mediador da aprendizagem	
Papel do aluno	Centro do processo, ativo, investigador, protagonista	
Avaliação	Focaliza o processo, a capacidade de envolvimento, criação e criatividade	

Fonte: elaborado pela autora, 2021, curso Mooc.

De modo geral, conforme é possível observar no **Quadro 2**, há um silêncio em relação aos objetivos de ensino em termos de uma perspectiva progressista que problematize a educação, o ensino, como uma construção social e humana, e a formação de estudantes com posicionamento crítico, sendo eles políticos em face das contradições sociais existentes nos diversos cenários e espaços de interação social. Eis um aspecto que fragiliza em demasia as abordagens teóricas da Educação Maker e as Metodologias Ativas, estas que, por sua vez, conforme já citado, bebem do manancial epistemológico da Escola Nova, também criticada em razão do mesmo aspecto.

Por fim, apesar das fragilidades apontadas, a seguir teço uma reflexão no intuito de identificar se a Educação Maker contribui para a formação de professores pesquisadores do século XXI.

4. Professores pesquisadores do século XXI: como a educação maker pode contribuir?

Conforme já anunciei, tenho perseguido a temática “professores pesquisadores e reflexivos” desde a minha pesquisa de mestrado e doutorado e, evidentemente, em minha práxis docente, na qual, além de desenvolver a pesquisa pedagógica, procuro incitar os futuros professores a desenvolverem habilidade de pesquisa na formação.

Acerca disso, além dos princípios teóricos e epistemológicos referentes à ideia de os professores serem também pesquisadores, a qual não foi materializada na prática dos professores da educação básica, têm sido intensas as críticas e a rejeição a esse entendimento, principalmente no que tange aos desafios de sua materialidade no cenário da práxis docente na educação básica. Contudo, não há dúvidas de que é uma temática que ainda precisa ser discutida e defendida de forma conjunta pela luta por melhores condições de trabalho e valorização profissional, enfim, pelo desenvolvimento profissional docente.

De modo geral, conforme já constatei, com base em Paniago (2016, 2017a), a ideia de um professor reflexivo e pesquisador não é recente e se origina em um manancial comum. Embora seguindo vertentes e fluxos diferentes, se centra sobretudo nos princípios da Escola Nova, com Rousseau, Pestalozzi e Dewey, já citados como precursores da Escola Nova. No final dos anos 1960 e 1970, na Inglaterra, Lawrence Stenhouse (1987) defende a ideia dos “professores como pesquisadores”. Na década de 1980, as teorias de Donald A. Schön (1983) provocam uma grande explosão nesse movimento ao propor a formação de profissionais reflexivos, de professores envolvidos na prática docente com posturas reflexivas sobre isso, de modo a intervir e conseguir melhorá-la. São, pois, correntes teóricas que se alinham à perspectiva da Escola Nova e, portanto, não questionam o papel social da educação, enfim, as contradições sociais concentrando-se mais nos aspectos metodológicos do ensino.

Contudo, após a década de 1980, outra corrente com base progressista, da qual me filio, balizada principalmente nas ideias de Paulo Freire, advoga a importância e a necessidade da pesquisa na formação e prática docente, da qual me alinho, com forte ênfase na formação de professores como intelectuais críticos, reflexivos e pesquisadores, em relação a qual destaco André (2016), Pimenta (2005, 2017), Demo (1998), Diniz-Pereira e Lacerda (2009), Zeichner (1993,2003), Vieira, Flores e Almeida (2020), Flores (2017) e também me situo nesse movimento, Paniago (2016, 2017a).

Assim, em que pese o termo professor intelectual reflexivo e pesquisador tenha sido advogado há décadas, ainda é alvo de muitas críticas, sobretudo por causa do seu uso exacerbado e das fragilidades em face da formação teórico-metodológica adequada, da falta de valorização profissional da docência, enfim, pelas condições de trabalho dos professores da educação básica (Pimenta, 2005; Alarcão, 2011; Paniago, 2016). Todavia, ainda é uma perspectiva formativa de demasiado valor. Afinal, em face das emergentes mudanças que impactam diretamente os processos de ensino-aprendizagem em sala de aula, se faz necessário que os professores sejam pesquisadores de sua práxis pedagógica.

Então, quais são as *contribuições da Educação Maker e das Metodologias Ativas* para a formação de futuros professores pesquisadores de sua práxis? Me situando na linha progressista, defendo que a atual realidade mutante contemporânea exige novas posturas, as quais já eram defendidas por Freire (2006b) ao elucidar que o papel do professor sobrepõe-se à mera transmissão de conhecimentos e que ensinar não é transferir conhecimentos; ao contrário, ensinar é criar possibilidades, caminhos para que o aluno realize a sua própria produção ou a sua construção, sendo fundamental que o professor exerça a postura de abertura para novas aprendizagens e seja crítico, investigativo, reflexivo e questionador.

Por isso, com Freire (2006b, p. 29), assumo a ideia de que não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. “Esses fazeres se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino, continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei porque indago e me indago. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade [...]”.

Logo, o professor pesquisador de sua práxis pedagógica poderá fazer uso das metodologias ativas na Educação Maker como alternativas pedagógicas fundamentais para a implementação de novas práxis de ensino, tendo a aprendizagem baseada em projetos, investigação, produções de narrativas orais, escritas e digitais, resoluções de problemas e desenvolvimento de atividades “mão na massa” (Maker) como alternativas de materialização dessas novas alternativas pedagógicas. Pode, também, se apropriar de ferramentas tecnológicas, tais como impressoras 3D, a placa Arduino, cortadoras a laser, materiais de baixo custo, kits de robótica como meios de produzir materiais didáticos, produtos educacionais para mobilizarem nos processos de ensino-aprendizagem, bem como em sua própria práxis docente e de seus pares. E, sobretudo, os professores pesquisadores problematizam o papel social da educação e as suas condições de trabalho, em resumo, todos os condicionantes que envolvem o seu desenvolvimento profissional.

Conforme Garofalo (2018, on-line), os professores precisam ter a flexibilidade para assumir diferentes papéis – aprendiz, mediador e pesquisador na busca de novas práticas a serem mobilizadas em sala de aula –, necessitam “[...] criar circunstâncias propícias às exigências desse novo ambiente de aprendizagem, assim como propor e mediar ações que levem à aprendizagem do aluno. Para isso, é preciso ter metas e objetivos bem definidos, entendendo o contexto histórico social dos alunos e as dificuldades do processo”.

Assim, os professores passam da condição de mediadores, sendo os promotores e suscitadores do uso das metodologias ativas, da atividade maker e do uso dos recursos tecnológicos de modo a suscitar nos alunos o desenvolvimento da autonomia, do protagonismo, da capacidade de criação, da inovação e do trabalho em colaboração.

Afinal, em tempos dinâmicos, mutantes, pandêmicos, não há mais como os professores desenvolverem a sua prática em perspectivas da racionalidade técnica em que são transmissores e reprodutores de conhecimentos produzidos por pessoas alheias ao seu contexto (Paniago, 2008, 2016). Além do mais, os processos escolares se atêm ao mero ensinar, em que, conforme Demo (1991, p. 83), a sala de aula, um lugar para processos emancipatórios, torna-se uma “[...] prisão da criatividade cerceada, à medida que se instala um ambiente meramente transmissivo e imitativo de informações de segunda mão”.

Desse modo, faz-se necessário que os professores se apropriem também da produção do conhecimento e desenvolvam novas posturas como profissionais reflexivos, críticos e políticos, investigativos, com capacidade de decisão diante das diferentes problemáticas singulares, ambíguas, incertas da sala de aula, dos contextos escolares e não escolares, isso justifica a defesa dos professores como críticos, reflexivos e pesquisadores de sua práxis (Paniago, 2006, 2016, 2017a) e Paniago e Sarmento (2017b).

Com efeito, defendo a assunção pelos professores da postura de pesquisadores de sua práxis para que possam desenvolver essa postura em seus alunos. Conforme Demo (1997), a pesquisa implica em um processo que deve aparecer em qualquer trajeto educativo, em uma perspectiva de que, para educar pela pesquisa, primeiro é condição essencial que o professor maneje a pesquisa como princípio científico e educativo. Para o autor, a pesquisa é “[...] questionamento sistemático, crítico e criativo, mais intervenção inovadora” (Demo, 1997, p. 39).

Vale lembrar, ainda, as palavras de Freire (2006b) quando diz que ensinar exige a corporeificação das palavras pelo exemplo, em que pensar certo é fazer certo. À vista disso, como defender a pesquisa na prática escolar, a pesquisa como princípio educativo, se a materializo no cotidiano da práxis?

Isso justifica a importância da pesquisa na formação e prática docente como estratégia que possibilita aos futuros professores e aos que se encontram em efetivo exercício a mobilização em sua prática de diversos saberes e estratégias, de forma a contemplarem o processo ensino-aprendizagem em tempos de intensas mudanças sociais, educacionais e tecnológicas (Paniago, 2021). Com isso, podendo lançar mão de novas abordagens teóricas, tais como a Educação Maker e as Metodologias Ativas, como suporte para o desenvolvimento de suas pesquisas, inovações em seus métodos de ensino e problematização do papel da educação.

5. Considerações finais

Ao tencionar refletir neste artigo sobre a Educação Maker e as Metodologias Ativas a fim de entender se são, de fato, novas tendências que contribuem para a práxis pedagógica dos professores como pesquisadores e reflexivos ou se correspondem a um mero modismo, percebo que não é possível atribuir a palavra “mero modismo” a uma teoria que foi sendo construída de forma tão consolidada e advém da necessidade de transformação social, econômica e educacional. Afinal, as instituições escolares não são isoladas como se fossem ilhas, elas também são vinculadas a tudo o que acontece fora delas. Então, por que devemos ficar isolados em nossas áreas de conhecimento sem transcender em diálogos com outras áreas? Por que não beber de outras fontes que brotam mananciais ricos em conhecimento e possibilidades?

Há que se ter em conta que é fundamental a percepção das fragilidades das diferentes abordagens teóricas que vão aparecendo, analisando-as de forma crítica e política. Contudo, não considero salutar desprezar os seus contributos apenas porque não apresentam certos atributos importantes, como a questão do papel

social da educação e o ingrediente crítico e problematizador. Ora, que possamos com base nessas teorias avançar e inserir as lacunas silenciadas.

Nessa reflexão, não considero que a Cultura, a Educação Maker e as Metodologias Ativas são novas tendências pedagógicas, uma vez que se baseiam na prática pedagógica da Escola Nova. Todavia, elas apresentam inovação especialmente no ponto de vista das TDIC e do ensino híbrido, possibilidades didáticas tão necessárias na atualidade. Por conseguinte, não há como negarmos a importância das tecnologias para a educação do século XXI, visto que elas integram tempos, espaços e modos de se comunicar, aprender e ensinar. Nesse contexto, concordo com Moran (2015) ao pontuar que a educação formal é cada vez mais híbrida, blended, ocorrendo para além dos muros escolares e estando também em diversos espaços, inclusive os digitais.

Logo, a Educação Maker e as Metodologias Ativas não são um mero modismo e podem, sim, contribuir para a formação de professores pesquisadores do século XXI desde que sejam consideradas um ingrediente fundamental no ato pedagógico, a perspectiva crítica e política do ensino e da educação. Afinal, conforme já alertei, toda ação educativa é também um ato político-pedagógico, porquanto os professores, conscientes ou não, manifestam sua concepção de ensino e educação ao organizarem os objetivos do ensino. Aqui, defendo uma perspectiva pedagógica, libertadora e problematizadora suportada na linha progressista defendida por Freire (2005, 2006a, 2006b), que evidencia uma formação para a emancipação visando à superação social das imensas desigualdades sociais existentes. Uma perspectiva que faz com que os professores questionem a finalidade do ensino. Quais alunos se deseja formar? Que sociedade ajudará a construir? Os tempos vividos sinalizam a importância de os professores assumirem uma postura progressista para não serem alienados, condicionados, legitimando, com isso, os sistemas conservadores.

Ademais, na pesquisa teórica realizada, percebi que grande parte dos estudos e relatos de experiências sobre a Educação Maker concentram-se mais em aspectos das metodologias de ensino, são raros os que tratam da formação de professores. Com isso, a discussão aqui tecida vai contribuir significativamente com a produção na área.

Logo, reafirmo que, ao utilizar o manancial teórico e epistemológico das metodologias ativas e da Cultura Maker, não estou dispensando as perspectivas teóricas assentadas em ideias progressistas e críticas. Por isso, com fundamento em Freire (2005, 2006a, 2006b), advogo a ideia política sobre o levantamento de problemas por meio de seu método do diálogo de levantamento de problemas no qual o professor é definido como alguém que faz questionamentos e conduz um diálogo crítico em sala de aula.

Então, sem modismos, acredito que as Metodologias Ativas e a Cultura Maker são novas abordagens com potencial para auxiliar o desenvolvimento da pesquisa da práxis pedagógica dos professores do século XXI, abrindo caminhos para que eles possam (re)novar e (res)significar a sua práxis, além de explorar novos saberes de forma a aprender a utilizar os diferentes artefatos: impressora 3D, tablets, smartphones e outros equipamentos tecnológicos em seu cotidiano e no ambiente de ensino-aprendizagem da sala de aula.

Os professores pesquisadores makers instigam o trabalho com projetos de forma colaborativa, criativa, inovadora e interdisciplinar com o objetivo de desenvolverem novos saberes, tais como criatividade, empatia, autonomia, capacidade de investigar, descobrir, conectar, criar e refletir de maneira crítica e política, competências estas necessárias e urgentes na atualidade para transformar a sala de aula em espaços maker.

6. Referências

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ANDRADE, Karen. O desafio da Educação 4.0 nas escolas. **Canaltech**, [s. l.], 2018. Disponível em: <https://canaltech.com.br/mercado/o-desafio-da-https://canaltech.com.br/mercado/o-desafio-da-https://canaltech.com.br/mercado/o-desafio-da-https://canaltech.com.br/mercado/o-desafio-da-educacao-40-nas-escolas-109734/>. Acesso em: 24 jan. 2023.

ANDRÉ, M. Formar o professor pesquisador para um novo desenvolvimento profissional. In: ANDRÉ, M. (org.). **Práticas Inovadoras na Formação de professores**. Campinas, SP: Papirus, 2016.

ARAUJO, José Carlos Souza. Fundamentos da metodologia de ensino ativa (1890-1931). In: 37ª REUNIÃO NACIONAL DA ANPED, 2015, Florianópolis. **Anais [...]**. São Paulo: UFSC, Florianópolis, 2015.

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

D'AMBROSIO, U. A Metáfora das Gaiolas Epistemológicas e uma Proposta Educacional. **Perspectivas da Educação Matemática, Mato Grosso do Sul**, v. 9, n. 20, 2016.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. São Paulo: Autores Associados, 1998.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio e educativo**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1991

DINIZ-PEREIRA, J. E.; LACERDA, M. P. Possíveis significados da pesquisa na prática docente: ideias para fomentar o debate. **Revista Edu. Soc.**, São Paulo, v. 30, n. 109, p. 1229-1242, 2009.

DOUGHERTY, Dale. The maker mindset. In : HONEY, Margaret. **Design, make, play**. Nova Iorque. Routledge, 2013. <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.4324/9780203108352/design-make-play-margaret-honey>

FLORES, M. A. Contributos para (re)pensar a formação de professores, in CNE (ed.). Lei de Bases do Sistema Educativo. **Balanco e Prospetiva**, v. 2. Lisboa: Conselho Nacional de Educação, 2017. p. 773-810.

FREIRE, P. Criando métodos de pesquisa alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. In: Brandão, C. R. **Pesquisa participante** (org.). São Paulo: Brasiliense, 1999. p. 34-41.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 34. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006b.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 13. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006a.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 42. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GAROFALO, Débora. Que habilidades deve ter o professor da Educação 4.0. Nova Escola - Gestão Escolar, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/11677/que-habilidades-deve-ter-o-professor-da-educacao-40>. Acesso em: 24 maio 2018.

GERSHENFELD, Neil. **Fab: the coming revolution on your desktop-from personal computers to personal fabrication**. [S. l.]: Basic Books, 2008.

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

HERBART, Johann Friedrich. **Pedagogia Geral deduzida da finalidade da Educação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

LIBÂNEO, José. C. As teorias pedagógicas modernas revisadas pelo debate contemporâneo na educação. In: LIBÂNEO, J. C.; SANTOS, A. (orgs.). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas, SP: Alínea, 2005. p. 19-62.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia Da Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. Invent to Learn: Making, Thinkering and Engineering in the Classroom. **Constructing Modern Knowledge Press**, Torrance, CA, 2013.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (orgs.). **Coleção Mídias Contemporâneas**. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v. 2. Ponta Grossa, PR: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

MORAN, J. Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 1-26.

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

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação Docente e Educação Maker: o desafio das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

PANIAGO, R.; NUNES, P. G.; BELISÁRIO, C. M. Residência pedagógica em um instituto federal: narrativa dos (des) caminhos formativos. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Minas Gerais, v. 12, n. 25, p. 67-80, 2020.

PANIAGO, R; SARMENTO, T. ROCHA. S. A. O Pibid e a inserção à docência: experiências, possibilidades e dilemas. **Educação em Revista**, Minas Gerais, v. 34, e190935, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/edur/v34/1982-6621-edur-34-e190935.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

PANIAGO, *et al.* Estágio com pesquisa em cursos de formação inicial de professores em um Instituto Federal de Educação. **Revista formação docente**, v. 14, p. 35-47, 2022.

PANIAGO, Rosenilde Nogueira. , FLORES, M^a Assunção. , SARMENTO, Teresa. e NUNES, Patrícia. Investigating Pedagogical Practice as a Key Element in Teacher Educators' Work at the Federal Institutes: From Existing Actions to Desired Actions. **Criative Education**, v,13, n^o 05 , p. 1616-1633, 2022.

PANIAGO, Rosenilde N. *et al.* Um cenário de possibilidades para o estágio curricular supervisionado no contexto de um Instituto Federal. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 20, 2018.

PANIAGO, Rosenilde N. **Professores do Campo e a pesquisa no cotidiano escolar em Mato Grosso**. 2008. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) — IE/UFMT, Cuiabá. 2008.

PANIAGO, Rosenilde Nogueira. **Os professores, seu saber e seu fazer: elementos para uma reflexão sobre a prática docente**. , Curitiba: Appris, 2017a.

PANIAGO, Rosenilde N.; SARMENTO, Teresa. A Formação na e para a Pesquisa no PIBID: possibilidades e fragilidades. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 42, n. 2, p. 771-792, 2017b.

PANIAGO, Rosenilde, N. **Contribuições do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação para a Aprendizagem da Docência Profissional**. 2016. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Universidade do Minho, 2016.

PANIAGO, Rosenilde; SARMENTO, Teresa. O processo de estágio supervisionado na formação de professores portugueses e brasileiros. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 53, n. 39, p. 76-103, 2015.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 2008.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers and powerful ideas**. New York: Basic, 1980. Disponível em: <http://worrydream.com/refs/Papert%20-%20Mindstorms%201st%20ed.pdf>.

PAPERT, S.; HAREL, I. **Constructionism**. New Jersey, Norwood: Ablex Publishing, 1991.

PAPERT, Seymour. Teaching Children to be Mathematicians Versus Teaching About Mathematics. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, [s. l.], v. 3, n. 3, 2006, p. 249-262.

PIMENTA, S. G. LIMA, M. S. **Estágio e Docência**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

RAABE, A. L. A.; ZORZO, A. F.; FRANGO, I.; RIBEIRO, L.; GRANVILLE, L. Z.; SALGADO, L.; CRUZ, M.; CAVALHEIRO, N. B. Computação na educação básica. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 43, n. 120, p.86-97, Mai.-Ago., 2023.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ceará, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. **Emílio ou da Educação**. 3. ed. São Paulo: Difel, 1979.

SANG, W.; SIMPSON, A. The Maker Movement: a global movement for educational change. **International Journal of Science and Mathematics Education**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 65-83, 2019.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professional think in action**. EUA: Basic Books, 1983.

SOSTER, Tatiana Sansone. **Percepções das teorias e das práticas**. 2018. 175 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

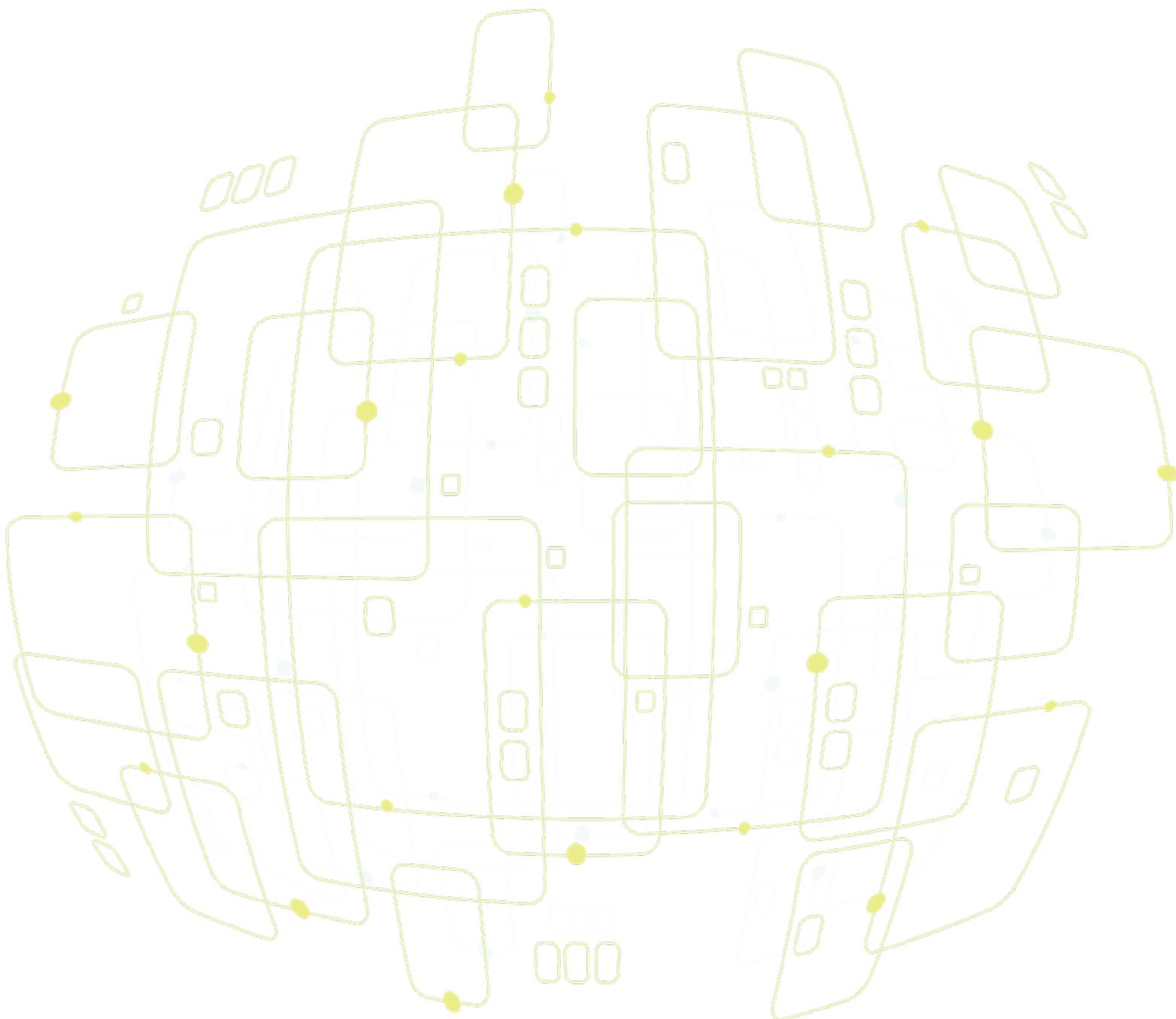
STENHOUSE, L. **Investigación y desarrollo del curriculum**. Madrid: Morata, 1987.

VALENTE, J. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência sobre

metodologias ativas na aulas de literatura. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26-45.

VALENTE, J. *et al.* Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Paraná, v.17, n. 52, 2017.

VIEIRA, F; FLORES, M.; ALMEIDA, M. J. Avaliando o modelo de estágio dos Mestrados em Ensino da Universidade do Minho: entre a qualidade desejada e a qualidade percebida. **Rev. Est. e Pesq. em Educação**, Juiz de Fora, v. 22, n. 2, p. 231-247, 2020.





I Capítulo II

ESTÁGIO COM E PELA PESQUISA NAS LICENCIATURAS EM QUÍMICA E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DO IF GOIANO: DESENHANDO NOVOS CAMINHOS COM AUXÍLIO DA IMPRESSORA 3D

Rosenilde Nogueira Paniago^{10}*

Patrícia Gouvêa Nunes

1. Introdução

Neste artigo, apresento uma experiência com estágio nas licenciaturas em Química e Ciências Biológicas perspectivado na pesquisa, em relação ao qual um novo caminho está sendo desenhado com a inserção de um ingrediente: a produção de materiais didáticos na impressora 3D e avaliação em situações reais de sala de aula pelos futuros professores.

Há uma década, desde 2013, nosso grupo de pesquisa na área de ensino e educação – que é registrado no CNPQ – tem se debruçado para problematizar, analisar a problemática do Estágio Curricular Supervisionado (ECS) e buscar novas alternativas para o seu desenvolvimento na, com e pela pesquisa. De lá para cá, têm sido inúmeras as pesquisas e produções colaborativas, algumas, inclusive, foram base para a produção de uma nova proposta de mestrado profissional em Formação de Professores e Práticas Educativas que está em análise pela Capes.

Assim, a discussão tecida aqui prende-se a minha experiência como coordenadora de um grupo de pesquisa registrado no CNPQ cujo foco é a Formação de Professores, Saberes e Práticas Educativas, bem como a experiência na orientação de ECS, na coordenação de Programas de Iniciação à Docência (Pibid) e do Programa Residência Pedagógica (PRP), em relação ao qual tenho insistentemente problematizado sobre a importância da pesquisa na formação e prática docente, sendo essa temática, inclusive, um viés que baliza nossos programas desde a sua primeira edição em 2011.

Ademais, não posso deixar de salientar que, desde o ano 2000, tenho experiência com a formação de professores, fato que, somado às pesquisas de mestrado, doutorado e pós-doutorado, em que uma das vertentes foi a discussão sobre a formação de professores, saberes docentes e importância de professores pesquisadores de sua práxis (Paniago, 2016, 2017, 2018a, 2018b; Paniago *et al.*, 2020).

Com efeito, além de problematizar e defender a importância dos professores como pesquisadores,

^{10*} Doutora e pós-doutora em Ciência da Educação. Professora IF Goiano - Campus Rio Verde.

E-mail: rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br

procuro materializar essa perspectiva formativa em minha própria práxis e como formadora de futuros professores – tendo em vista que, há anos, coordeno projetos de pesquisa registrados em comitê de ética cujo foco são os elementos que envolvem o processo de ensino-aprendizagem das disciplinas que ministro aulas, bem como incito os estudantes de licenciatura a desenvolverem a postura e as habilidades de futuros pesquisadores de sua práxis¹¹.

Nesse movimento, como trabalho nas licenciaturas em Química e Ciências Biológicas, tenho pesquisado o movimento da cultura, Educação Maker e Metodologias Ativas e percebido o alcance de seu potencial principalmente no que tange à produção de materiais didáticos na impressora 3D¹² para o ensino de Ciências. Inclusive, participo de dois projetos aprovados pela Setec, Edital nº fase I e II e do Finep, Programa de Laboratórios Abertos de Prototipagem e espaços de trabalho compartilhados, por meio do qual conseguimos recursos para a consolidação da infraestrutura do nosso LabMaker.

Ademais, é nesse complexo e mutante cenário em tela que surgem vários movimentos advindos de epistemologias e teorias de diferentes áreas de conhecimento – seja no campo das Ciências da Educação, das Ciências Bases ou das Ciências Aplicadas – que concorrem e contribuem para as inovações nos processos educacionais. Então, não estou aqui para criar um novo modismo ou para aderir às tendências sem uma análise crítica; ao contrário, procuro inovar a partir das contribuições das várias ciências e tendências pedagógicas em educação, tendo em vista que não sou uma consumidora acrítica, uma vez que inicialmente leio muito e, num segundo momento, analiso os aspectos frágeis e o avanço de novas perspectivas. O que não considero ético é tecer críticas a determinadas tendências sem ao menos aprofundar a leitura com vistas a perceber as suas potencialidades e fragilidades. Conforme diz Freire (2006b, p.16), “[...] não podemos basear nossa crítica a um autor na leitura feita por cima de uma ou outra de suas obras. Pior ainda, tendo lido apenas a crítica de quem só leu a contracapa de um de seus livros”.

Desse modo, como forma de acompanhar e entender mais o movimento da cultura, Educação Maker e Metodologias Ativas, estamos desenvolvendo projetos de ensino, extensão e pesquisa visando problematizar o uso dessas abordagens, bem como analisar as suas contribuições para os processos de ensino-aprendizagem nas licenciaturas e no ECS.

Importante destacar que a Educação Maker se apropria de várias ferramentas tecnológicas, tais como a placa Arduíno, a impressora 3D, as cortadoras a laser e os kits de robótica. Para Moura (2019, p. 246), “[...] as atividades *maker* ligadas à educação possuem propósitos diversos, mas costumam incluir o uso de equipamentos de fabricação digital como Impressoras 3D, cortadoras a laser e também kits de

¹¹ Conforme afirmei no Capítulo I, com base em Pimenta (2005), entendo “práxis docente” como a relação viva, concreta e indissociável da teoria-prática, em que os professores constroem conhecimentos à luz de uma análise crítica (teórica) da prática, de forma a ressignificar as teorias, a partir dos conhecimentos da prática (práxis) (grifo nosso). Enfim, ocorre um processo de transformação da ação docente à luz da teoria.

¹² O termo “Impressão 3D” traduz-se pelo uso de dispositivos digitais controlados por computadores que produzem objetos tridimensionais camada por camada.

robótica, programação, costura, marcenaria e outras técnicas”. Com efeito, a impressora 3D está sendo muito utilizada para prototipagens em diversas áreas do conhecimento e na educação porque possibilita a criação de objetos tridimensionais de um modelo criado em softwares de modelagem 3D.

Em face do exposto, o objetivo deste artigo é apresentar nossa experiência com o estágio nas licenciaturas em Química e Ciências Biológicas perspectivado na pesquisa de forma a sinalizar os impactos da Educação Maker no desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa e extensão, bem como com a produção de materiais didáticos na impressora 3D para o ensino de Ciências, Biologia, Química e Matemática.

Na organização deste texto, optei por, a princípio, apresentar alguns dos aspectos teórico-práticos do ECS com pesquisa nas licenciaturas do IF Goiano – Campus Rio Verde seguido da narrativa sobre o nosso grupo de estudo a respeito da Educação Maker, finalizando com a apresentação dos materiais que estão sendo desenvolvidos e avaliados nos processos de ensino-aprendizagem na educação básica.

1.1 O ECS com pesquisa nas licenciaturas do IF Goiano

Conforme anunciei na introdução, em 2013 elaboramos uma proposta formativa na e pela pesquisa para o ECS que vigora até o momento, tendo sido alvo de pesquisas por parte da equipe almejando (res) significá-la e atender às normativas do Conselho Nacional de Educação, inclusive a última modificação foi em 2022. Em nossa proposta, vislumbramos que o ECS se constitua como um elemento articulador da proposta curricular dos cursos de licenciatura. Assim é o ECS organizado:

ETAPA 1: 5º (Quinto) semestre do curso - 100 horas a serem cumpridas nos anos finais do Ensino Fundamental (6º a o 9º ano). **ETAPA 2:** 6º (Sexto) semestre do curso - 100 horas a serem cumpridas nos anos finais do Ensino Fundamental (6º a o 9º ano). **ETAPA 3:** 7º (Sétimo) semestre do curso - 100 horas a serem cumpridas nos anos do Ensino Médio. **ETAPA 4:** 8º (Oitavo) semestre do curso - 100 horas a serem cumpridas nos anos do Ensino Médio (IF Goiano, 2022, p. 2).

Cada etapa, organizada em fases, possui uma carga horária total de 100 horas, de modo que as atividades das etapas 1 e 3, 2 e 4 são semelhantes, embora sejam desenvolvidas em níveis diferentes na educação básica, conforme apresento em seguida.

Quadro 1 - Etapas 1 e 3 do Estágio Curricular Supervisionado do Campus Rio Verde/2018

Semestre	Quantidade de horas	Distribuição de horas	Fases	Atividades
5º e 7º	105	40	A	Orientação, acompanhamento e elaboração de pré-projeto de estágio e relatório
		30	B	Vivência e diagnóstico da escola
		15	C	Observação do professor
		10	E	Elaboração Relatório

Fonte: Regulamento estágio do IF Goiano – Campus Rio Verde (IF Goiano, 2022, p. 13).

Assim, as fases traduzem as diferentes atividades a serem desenvolvidas no ECS. Na fase A, com 40 horas, os estagiários são supervisionados pelos orientadores de estágio para o processo de aproximação da escola em uma perspectiva investigativa. Nas fases B e C, eles realizam o diagnóstico, problematizando, analisando e recolhendo dados por meio de diversos procedimentos e instrumentos – análise de documentos, uso de entrevistas, narrativas, registro e diário de campo.

No processo de imersão à escola, os estagiários, além de contar com a orientação dos coformadores (supervisores) e formadores (docente orientador do IF Goiano), possuem o suporte das disciplinas de Pesquisa e Práticas de Intervenção¹³ em Educação I e II que ocorrem no quinto período e sétimo período do curso de forma simultânea à inserção dos estagiários nas etapas 1 e 3 do estágio. A ementa das disciplinas, que geralmente costumo ministrar, foi organizada com temáticas que visam dar suporte e fornecer elementos teórico-práticos sobre os tipos de pesquisa em educação e ensino, bem como sobre os caminhos e processos metodológicos para a sua efetivação.

Nas etapas 2 e 4, os estagiários realizam a regência e desenvolvem um projeto de ensino nos anos finais do ensino fundamental e ensino médio.

Quadro 2 - Etapas 2 e 4 do Estágio Curricular Supervisionado do Campus Rio Verde/2018

Semestre	Quantidade de horas	Distribuição de horas	Fases	Atividades
6º e 8º	105	55	A	Orientação, acompanhamento e elaboração do relatório
		15	B	Regência Ensino Fundamental
		20	C	Desenvolvimento do projeto de estágio
		15	D	Elaboração de Relatório

Fonte: Regulamento estágio do IF Goiano – Campus Rio Verde (IF Goiano, 2022, p. 15).

Importante destacar que há uma forte tentativa por parte dos docentes das disciplinas e orientadores de ECS para a materialidade de processos formativos centrados na, com e pela pesquisa. Com efeito, já temos feito várias publicações problematizando, analisando e propondo novos caminhos para a (res)significação do nosso ECS. Conforme elucidam Pimenta e Lima (2017), Almeida e Pimenta (2014) e eu mesma, com meu o grupo (Paniago *et al.*, 2018a, 2018b; Paniago *et al.*, 2022), temos defendido o ECS como um componente significativo para o desenvolvimento profissional, os saberes e a identidade docente. Além disso, advogo há décadas a respeito da (res)significação desse momento formativo, visando avançar da mera condição de aplicação prática da teoria para uma atividade de construção de conhecimento que se efetiva na e pela pesquisa, de modo que os estagiários possam caminhar para o efetivo desenvolvimento da práxis como futuros professores.

¹³ Essa disciplina foi modificada em 2022 por causa da vinculação da palavra “intervenção” com a racionalidade técnica e das tendências pedagógicas da Linha Liberal.

Maker; 4) Impressora 3D como Ferramenta de Ensino de Anatomia Vegetal; e 5) Aplicações de Conteúdo *Maker* no âmbito do Ensino e Aprendizagem no IF Goiano – Campus Rio Verde.

Projeto de pesquisa - temos um projeto de pesquisa, guarda-chuva, sob minha coordenação e registrado na Plataforma Brasil que incide sobre a produção e validação de materiais didático-pedagógicos para a práxis docente de professores da educação básica e do ensino superior pelo viés da Cultura Maker e das Metodologias Ativas. Nele, objetiva-se investigar as fragilidades e potencialidades de materiais didático-pedagógicos utilizados em espaços formais e não formais de ensino, bem como as diferentes estratégias pedagógicas articuladas às tecnologias, enfatizando a Educação Maker, as metodologias ativas e as diferentes tecnologias. A equipe possui professores da educação básica e estudantes dos cursos técnicos e engenharias, estudantes de licenciaturas bolsistas de iniciação científica, de projetos de ensino e bolsistas do PRP. São 55 professores e estudantes envolvidos no projeto. Os materiais produzidos estão sendo avaliados em situações reais de sala de aula, envolvendo, evidentemente, além de estudantes que estão participando de projetos de pesquisa, os estudantes de licenciaturas que se encontram no ECS e PRP. Esse projeto guarda-chuva contempla outros subprojetos com diferentes estudantes, pesquisadores e orientadores.

Projetos de TCC e iniciação científica

- produção de materiais didáticos para a equoterapia por meio da impressão 3d: uma análise dos benefícios observados em crianças com deficiências e/ou necessidades especiais;
- possibilidades de métodos para o ensino de ciências nos anos finais do ensino fundamental ancorados nas metodologias ativas;
- o ensino de ciências por meio da tecnologia 3d na perspectiva maker;
- a produção e aplicação de materiais didáticos para o ensino de biologia na impressora 3d durante o estágio curricular supervisionado;
- a elaboração de materiais didáticos para o ensino de química geral na perspectiva maker;
- a confecção de materiais didáticos impressos em 3d para o ensino de ciências e biologia; e
- a importância dos materiais didáticos no ensino de ciências e biologia na perspectiva das metodologias ativas.

Projetos de especialização em Formação de Professores e Práticas Educativas:

- Desafio Maker na Criação de Materiais Didáticos para o Ensino de Ciências na Impressora 3D;
- articulações entre educação ambiental e cultura maker no contexto da sala de aula;
- cultura maker para o ensino aprendizagem de matemática no ensino superior.

Conforme observa-se, em pouco tempo temos muitas produções a respeito da cultura e Educação Maker. Em seguida, apresento os materiais didáticos produzidos na impressora 3D após a realização do diagnóstico pelos estagiários no processo de ECS.

1.3 O diagnóstico e a produção de materiais didáticos

Ressalto que a palavra diagnóstico é usada para sinalizar que não estamos alheios à necessidade de conhecer a realidade escolar, sua problemática, suas condições físicas e estruturais pedagógicas, bem como o contexto dos processos de ensino-aprendizagem em sala de aula, enfim, conhecer as necessidades para então intervir.

Destarte, o processo de diagnóstico no contexto do ECS das licenciaturas do Campus Rio Verde é um processo, como já citei, que ocorre com e pela pesquisa. Para tanto, além dos subsídios fornecidos pelas disciplinas Pesquisa e Práticas de Intervenção em Educação I e II, a orientação dos docentes orientadores, nosso grupo de pesquisa, já produziu vários artigos (Paniago *et al.*, 2018a, 2018b, 2020) e obras – algumas caracterizadas como produtos educacionais – (Paniago *et al.*, 2021a, 2021b, 2021c) que auxiliam os estagiários no processo de imersão ao cotidiano da escola.

Por certo, considero que o diagnóstico escolar, perspectivado na e pela pesquisa, oportuniza aos futuros professores um olhar mais aprofundado sobre a complexidade do cotidiano escolar para além do que aparenta ao primeiro olhar (Paniago; Gouvêa; Cunha, 2021). Afinal, não é possível produzir materiais didáticos na impressora 3D sem considerar os desafios e as adversidades do cotidiano escolar. Assim, a inserção à escola de educação básica “[...] oportuniza aos estagiários observar o movimento das relações complexas, heterogêneas, da diversidade sociocultural que aí se materializam e dão vida à instituição, conhecimentos imprescindíveis à aprendizagem da docência (Paniago; Gouvêa; Cunha, 2021, p. 220).

Nesse movimento, Pimenta e Lima (2017, p. 104) contribuem ao elucidar que a aprendizagem docente no ECS exige uma atenção especial às singularidades e às interfaces da realidade escolar, demandando questionamentos como: “[...] onde a escola está situada? Como são seus alunos? Onde moram? [...] Quais são os seus problemas e suas características? Quais são os determinantes históricos, sociais, econômicos, políticos e culturais dessa realidade?”.

Desse modo, os estagiários são orientados em relação a esses elementos teórico-práticos do ECS. Ademais, considero pertinente e importante destacar que os projetos de ensino desenvolvidos no contexto do ECS das licenciaturas do meu campus não se restringem apenas às dimensões da epistemologia da prática, alinhados a metodologias de ensino; ao contrário, no contexto dos projetos de ensino e/ou investigação, os estagiários podem abordar várias dimensões.

Conforme é exposto no regulamento de estágio, o projeto, com base no que propõem Pimenta e Lima (2011, 2017), poderá abordar as seguintes dimensões:

Dimensão pedagógica – envolve questões avaliativas, metodológicas, utilização de diferentes estratégias didáticas (experimentos, jogos, filmes, artes), aulas de reforço, conduta disciplinar, educação sexual, horta escolar, violência (bullying).

Dimensão organizacional – envolve questões administrativas, financeiras, políticas,

públicas dos sistemas de ensino, horário, merenda escolar, recursos financeiros.
Dimensão profissional - formação e qualificação dos profissionais da educação.
Dimensão social – envolve a comunidade, cidadania, família, dentre outros (IF Goiano, Regulamento Estágio Curricular Supervisionado, 2022, p. 14).

Então, apesar de evidenciar neste artigo a dimensão dos aspectos metodológicos do ensino com foco nos materiais didáticos, enfatizo que os projetos dos nossos futuros professores não se restringem apenas à produção e avaliação de materiais didáticos. Contudo, como o foco aqui é apresentar as contribuições da impressora 3D para o ECS, tratarei especificamente desse aspecto. Isso porque uma das necessidades sinalizadas no diagnóstico foi relacionada a conteúdos de difícil compreensão por parte dos estudantes da educação, conforme serão apresentados os capítulos IV, V e VI que compõem esta obra.

Assim, a partir das necessidades, nos anos de 2021 e 2022 uma das vertentes do ECS foi a produção de protótipos e materiais didáticos utilizando os artefatos do LabMaker e a impressora 3D para a aplicação em situações reais de sala de aula, como demonstrado em fotos anexas.

De modo geral, enfatizo que os materiais apresentados a seguir foram produzidos durante projetos de ensino, pesquisa (PIBIC, TCC, Pós-graduação), extensão e, especialmente, no contexto das práticas de ECS e do PRO. Também produzimos materiais no contexto do *desafio que será apresentado no Capítulo III desta obra*.

Em suma, já foram produzidos vários materiais didáticos, desde jogos pedagógicos a materiais didáticos, para o ensino-aprendizagem de Ciências, Química, Ciências Biológicas e Matemática. Entre os jogos, temos dama, xadrez e tabuleiros diversos.

Figura 1 a 4 - Tabuleiro de dama, peões, tabuleiro em geral e dados

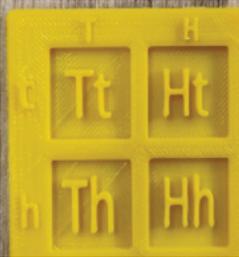


O quadro abaixo sinaliza alguns dos materiais didáticos produzidos, das habilidades da BNCC e o Objeto de conhecimento/conteúdo.

Quadro 3 - Material didático produzido para o ensino de Ciências na impressora 3D

Material/foto/nome	Habilidades BNCC	Unidade temática	Objeto de conhecimento	Nível de ensino Educação básica
<p>Célula Vegetal</p> 	<p>(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e o seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos</p> <p>(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos</p>	Vida e evolução	<p>6º Célula como unidade da vida</p> <p>Interação entre os sistemas locomotor e nervoso</p> <p>8º Mecanismos reprodutivos Sexualidade</p>	<p>6º Ano do Ensino Fundamental Finais</p> <p>8º Ano do Ensino Fundamental Finais</p>
<p>Célula Animal</p> 	<p>(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e o seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos</p>	Vida e evolução	<p>6º Célula como unidade da vida</p> <p>Interação entre os sistemas locomotor e nervoso</p>	6º Ano do Ensino Fundamental

<p>Cromossômico /Cariótipo</p> 	<p>(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>9º Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade</p>	<p>9º Ano Ensino Fundamental</p>
<p>Célula Procariontes (Bacteria)</p> 	<p>(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e o seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>6º Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso</p>	<p>6º Ano Ensino Fundamental</p>
<p>DNA</p> 	<p>(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>9º Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade</p>	<p>9º Ano Ensino Fundamental e 1ª a 3ª séries do Ensino Médio</p>
<p>Artrópodes/ Aracnídeos</p> 	<p>(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>7º Diversidade de ecossistemas 9º Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade</p>	<p>7º, 9º Anos Ensino Fundamental</p>

<p>Quadro de Punnett</p> 	<p>(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade</p>	<p>9º Ano do Ensino Fundamental e 1ª a 3ª séries do Ensino Médio</p>
<p>Giardia lamblia (Parasitário)</p> 	<p>(EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública</p>	<p>7º Ano Ensino Fundamental</p>
<p>Anfíbio (Sapos)</p> 	<p>(EF03CI06) consiste em: Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas)</p> <p>(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.</p>	<p>Vida e evolução</p>	<p>Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais</p>	<p>3º Anos Iniciais do Ensino Fundamental 8º, 9º do Ensino Fundamental Anos Finais e 1ª a 3ª séries do Ensino Médio</p>

<p>Sistema Solar</p> 		Terra e Universo	6º Forma, estrutura e movimentos da Terra 8º Sistema Sol, Terra e Lua Clima	6º, 8º, 9º Anos Ensino Fundamental Anos Finais e 1ª a 3ª séries do Ensino Médio
<p>Fungos (Cogumelo)</p> 	(EF04CI06) Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição reconhecendo a importância ambiental desse processo	Vida e evolução	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública	4º ano Anos Iniciais do Ensino Fundamental 7º ano Ensino Fundamental Anos Finais
<p>Vírus</p> 	(EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para a prevenção de doenças a eles associadas	Vida e evolução		4º Ano Anos Iniciais Ensino Fundamental

Fonte: organizado por bolsista em contexto de projeto de extensão e ensino, 2022.

Temos observado que a produção de materiais didáticos na impressora 3D tem suscitado os futuros professores a desenvolverem habilidades de pesquisa não só pelo fato de terem que estudar os referenciais curriculares, os livros didáticos da área, como também por serem instigados a entender o funcionamento do processo de uma impressora 3D, de acordo com o que apresentamos no Capítulo III desta obra. Ademais, estamos contribuindo para a melhoria do ensino de Ciências com a produção de materiais didáticos de menor custo. Segundo Raabe e Gomes (2018, p. 9), “[...] a redução do custo de equipamentos como Impressoras 3D, kits robóticos, Fresadoras CNC e Cortadoras *Laser* tem permitido que estes equipamentos sejam utilizados em atividades de propósito educacional, criando novas configurações de exploração do uso de tecnologia e de informática na Educação”.

No tocante a isso, considero salutar destacar que, ao dispor sobre os elementos da BNCC, não significa que tenho uma visão acrítica sobre ela ou que não a problematizamos no contexto de nossas práticas formativas, seja em sala de aula, no ECS ou mesmo nos projetos de ensino, pesquisa e extensão. Com isso, procuro suscitar os futuros professores a problematizarem as lacunas desse documento, seja em termos do

seu caráter antidialógico, seja em termos da alienação com que muitos sistemas de ensino e professores seguem as indicações da BNCC à risca, sem problematizar as suas fragilidades, ou pela forma como esse documento se distancia da realidade sociocultural e ambiental das instituições escolares, como é o caso do ensino de Ciências. Ademais, ele focaliza, ao extremo, a instrumentalização do conhecimento, fragilizando o potencial transformador do conhecimento científico. Afinal, como alertam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), é fundamental a abordagem de temas significativos no ensino de Ciências a partir de situações concretas como objeto de estudo.

8. Considerações finais

Ao objetivar apresentar nossa experiência com estágio nas licenciaturas em Química e Ciências Biológicas perspectivado na pesquisa de forma a sinalizar os impactos da Educação Maker no desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa e extensão, chego à constatação que o trabalho com a impressora 3D na perspectiva da Educação Maker, de forma colaborativa com professores da educação básica, tem fortalecido as nossas práticas formativas de ECS, bem como contribuído para a formação de professores pesquisadores de sua práxis, conforme anunciei no Capítulo I desta obra.

Afinal, os futuros professores, após a imersão investigativa durante o diagnóstico com o uso de vários procedimentos e instrumentos de pesquisa – entrevista, questionários, narrativas, diário campo, gravador – nas etapas 1 e 3, levantam dados acerca da escola e dos problemas de ensino-aprendizagem das áreas de conhecimento das Ciências Biológicas e de Química. Assim, posteriormente, com o uso da impressora, podem potencializar as práticas com materiais didáticos produzidos em larga escala e com menor custo. Com isso, os futuros professores desenvolvem habilidades de pesquisa durante o processo de diagnóstico para a identificação dos conteúdos de difícil aprendizagem, bem como no processo de produção e avaliação dos materiais, em que tabulam e analisam os dados coletados para futura sistematização em relatórios e/ou apresentação de trabalhos em eventos científicos ou mesmo publicação em periódicos e livros. Acerca disso, há que ter em conta que parte dos artigos que compõem esta obra foi produzida por estagiários de forma colaborativa com os orientadores – professores coformadores e formadores.

Importante destacar também a aprendizagem por meio do uso da impressora 3D e do próprio processo de produção de materiais, sobre o qual nos aprofundaremos mais no Capítulo III, em que os estudantes de licenciatura tanto podem utilizar modelos prontos em repositórios on-line como o Thingiverse ou podem utilizar programas on-line que possibilitam a criação de modelos 3D para serem impressos, tais como o Tinkercad e o Blender, uma vez que ambos permitem a edição e modelagem, e, após isso, é feita a transferência para a impressora 3D.

Por certo, a impressora 3D tem potencializado nossas práticas de ECS no IF Goiano – Campus Rio Verde. Por esse motivo, com o tempo vamos consolidar ainda mais esse trabalho. Em síntese, com apoio em Freire (2005, 2006a, 2006b), sou utópica e esperançosa quanto às possibilidades de mudança nos processos de formação inicial de professores com a formação de profissionais da educação que provocarão mudanças futuras nos processos educacionais em contexto local, regional, nacional e, quiçá, no mundo.

Contudo, apesar das possibilidades, temos desafios relativos ao ECS – considerando o que já sinalizamos anteriormente – que vão desde a formação dos docentes orientadores, à adesão para novas práticas de ECS e às condições de acompanhamento dos estagiários, uma vez que muitos residem em outras cidades e trabalham. Afinal, muitos dos docentes orientadores de ECS focalizam as pesquisas em suas áreas de formação inicial e não possuem muito vínculo com as questões do ensino e da educação.

9. Referências

ALMEIDA, M.; PIMENTA, S. G. **Estágios supervisionados na formação docente**. São Paulo: Cortez, 2014.

D'AMBROSIO, U. A Metáfora das Gaiolas Epistemológicas e uma Proposta Educacional. **Perspectivas da Educação Matemática**, Mato Grosso do Sul, v. 9, n. 20, 2016.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. Ed. São Paulo: Cortez, 2018. 285 p.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 34. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006b.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 13. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006^a.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 42. Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

IFGoiano. **Regulamento do estágio supervisionado curricular obrigatório dos cursos de licenciaturas do instituto federal goiano campus rio verde para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º) e do ensino médio**. 2022. In: https://ifgoiano.edu.br/home/images/RV/2022/Abril/Regulamento_dos_Estgios_Curriculares_Obrigatrios_das_Licenciaturas-2022.pdf

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação Docente e Educação Maker: o desafio das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

PANIAGO, R. N.; CLARIMUNDO, T.; NUNES, P. G. Projeto de ensino de pesquisa no estágio: caminho para a articulação entre a formação e o contexto de trabalho dos futuros professores. In: PANIAGO R. P., *et al.* **Formação de professores: subsídios para a prática docente** Volume II. 2. Ed. Porto Alegre: Fi editora, 2021, v. 2, p. 35-57.

PANIAGO, R. N.; NUNES, P. G.; CUNHA, F. S. R. Diagnóstico escolar no estágio curricular supervisionado de cursos de licenciatura pelo viés da investigação. In: PANIAGO, R. N.; SARMENTO, T. J. (org.); NUNES, P. G. (org.). **Estágio Curricular Supervisionado Docente Baseado na Pesquisa: Debates Lusobrasileiros**. 1. Ed. Unijui: Editora Unijui, v. 1, 2021, 214p.

PANIAGO, R. N.; SARMENTO, T.; ROCHA, S. A.; NUNES, P. G. Estágio com pesquisa em cursos de formação inicial de professores em um instituto federal de educação. **Revista formação docente**, Minas Gerais, v. 14, p. 35-47, 2022.

PANIAGO, R.; NUNES, P. G.; BELISÁRIO, C. M. Residência pedagógica em um instituto federal: narrativa dos (des) caminhos formativos. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Minas Gerais, v. 12, n. 25, p. 67-80, 2020.

PANIAGO, R.; SARMENTO, T. ROCHA, S. A. T. O Pibid e a inserção à docência: experiências, possibilidades e dilemas. **Educação em Revista**, Minas Gerais, v. 34, e190935, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/edur/v34/1982-6621-edur-34-e190935.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

PANIAGO, Rosenilde N. Contribuições do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação para a Aprendizagem da Docência Profissional. 2016. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2016.

PANIAGO, Rosenilde N. *et al.* Um cenário de possibilidades para o estágio curricular supervisionado no contexto de um Instituto Federal. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 20, 2018.

PANIAGO, Rosenilde N.; SARMENTO, Teresa. A Formação na e para a Pesquisa no PIBID: possibilidades e fragilidades. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 42, n. 2, p. 771-792, 2017.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. **Estágio e Docência**. 8. Ed. São Paulo: Cortez, 2017.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ceará, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018.



PARTE 2

CASOS PEDAGÓGICOS NO ESTÁGIO
CURRICULAR SUPERVISIONADO
PERSPECTIVADOS NAS TECNOLOGIAS
E NA EDUCAÇÃO MAKER



Capítulo III

DESIGN THINKING COMO ESTRATÉGIA POTENCIALIZADORA DE DIÁLOGOS ENTRE FORMADORES, COFORMADORES E ESTAGIÁRIOS

Rosenilde Nogueira Paniago^{16}*

*Márcio Antônio Ferreira Belo Filho^{17**}*

1. Introdução

Não temos dúvidas sobre a importância do Estágio Curricular Supervisionado (ECS) em cursos de formação inicial de professores, tendo em vista que isso oportuniza a inserção no contexto escolar para a aprendizagem docente, sendo um espaço fértil para a formação referente à pesquisa, em relação ao qual os futuros professores problematizam as situações observadas no cotidiano escolar e da sala de aula e, posteriormente, podem desenvolver uma ação pedagógica por meio de regência e projetos em uma perspectiva coletiva, interdisciplinar e de sistematização reflexiva das ações (Paniago, 2016).

Com base em Pimenta e Lima (2017), defendemos o estágio como aproximação da realidade e como atividade teórica, bem como refutamos uma proposta formativa na qual ocorra a dicotomia teoria-prática, que compreende que o ECS se resume à aplicação da teoria. Ao contrário, acreditamos que “[...] o estágio é atividade teórica de conhecimento, fundamentação, diálogo e intervenção na realidade, esta, sim, objeto da práxis. Ou seja, é no contexto da sala de aula, da escola, do sistema de ensino e da sociedade que a práxis se dá” (Pimenta; Lima, 2017, p. 45).

A perspectiva de ECS que defendemos e que temos procurado materializar em nossa práxis referente à formação de professores, em diálogo com nosso grupo de pesquisa desde 2013, corresponde a um momento de aproximação com a realidade educativa, com objetivos definidos acerca do papel do ensino, da educação, como um processo problematizador e reflexivo em que os estagiários inicialmente consomem elementos teóricos acerca do ECS, da realidade educativa, das ciências da educação e das metodologias de ensino para, em um segundo momento, analisá-los de forma questionadora e investigativa, assim, após isso, elaboram os relatórios, descrevendo reflexivamente a realidade vivida à luz da teoria.

Para tanto, é imprescindível um trabalho colaborativo entre os formadores – professores da Instituição de Ensino Superior (IES) – e coformadores – professores da educação básica –, de modo que todos aprendam

^{16*} Doutora e pós-doutora em Ciências da Educação. Professora IFGoiano, Campus Rio Verde.

E-mail: rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br

^{17**} Professor Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

a aprender, a trabalhar de forma coletiva e afetiva, tendo os projetos de ensino e/ou investigação como um caminho que oportunize a integração das IESs e das escolas de educação básica e a concretização da relação teoria-prática, ou seja, a formação de futuros professores com a capacidade de mobilizar saberes coerentes com as necessidades de aprendizagem dos alunos e com o que a sociedade contemporânea conclama.

Sendo assim, essa é uma ideia que vai ao encontro do que propõe Zeichner (2010) ao sugerir a criação do terceiro espaço, denominado como materializado – espaços híbridos – pelo diálogo efetivo entre os professores de educação básica e da universidade de maneira menos hierárquica e mais igualitária, com vistas a promover uma formação qualificada aos futuros docentes.

À vista disso, desde 2013 nosso grupo tem focalizado em ações no ECS que envolvam os professores coformadores, sendo o Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) e o Programa Residência Pedagógica (PRP) exemplos vivos que oportunizam o dialógico entre professores das IESs e da educação básica. No contexto de nossas práticas efetivas com o ECS e as produções teóricas, temos buscado alternativas de (res)significação desse tão especial momento formativo, que é um caminho favorável para o ECS na e pela pesquisa (Paniago; Sarmento, 2017; Paniago *et al.*, 2018a, 2018b, 2019, 2022).

Participamos do PRP desde a sua primeira versão, via editais da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) números 6/2018, 01/2020 e atualmente estamos em execução do projeto aprovado via Edital nº 24/2022, Capes. Assim, tanto no PRP como no ECS procuramos desenvolver uma proposta formativa com e pela pesquisa, que está balizada nos princípios formativos das Diretrizes que orientam a formação inicial de professores no IF Goiano, sendo eles:

I- A práxis na formação do professor. II- A pesquisa como princípio articulador da relação teoria-prática. III- A vivência em diferentes processos e espaços educativos necessários à constituição da identidade docente. IV- A articulação da instituição-campo de estágio e o IF Goiano, compreendendo a importância da socialização das reflexões e produções provenientes do estágio (IF Goiano, 2017).

Com efeito, nossa proposta formativa no ECS decorre de longa experiência, produção teórica e diálogo com teóricos que defendem a importância do ECS com e como pesquisa, dentre os quais citamos: Flores (2017), Pimenta e Lima (2017), Almeida e Pimenta (2014), além desses, evidentemente, também nos incluímos nessa defesa, como já supracitado.

Em face do exposto, o objetivo deste texto é apresentar uma experiência de *Design thinking* como estratégia que potencializa o diálogo e a formação com, para e pela pesquisa entre formadores, coformadores e estagiários. Elucidamos que, ao materializar uma prática de *Design thinking*, procuramos beber das fontes teóricas e epistemológicas de outras áreas de conhecimento, em uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar, de modo a dialogar e transcender a nossa área de conhecimento. Reafirmamos que, com isso, não pretendemos criar modismos, ao contrário, nossa intencionalidade é refletir sobre os contributos do *Design thinking* como uma estratégia possibilitadora do diálogo entre formadores, coformadores e estagiários.

Para tanto, narraremos uma experiência realizada com um grupo de formadores, coformadores e estudantes das licenciaturas em Química e Ciências Biológicas, sendo que estes últimos estavam no ECS ou no PRP. A experiência, intitulada “Desafio Pedagógico Maker”, envolveu 36 participantes: seis professores coformadores advindos de seis escolas de educação básica, 24 estudantes das licenciaturas em Química e em Ciências Biológicas e bacharelados em Ciências da Computação e Engenharia Civil e seis professores do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Para o desenvolvimento da prática, utilizamos a modelagem e a impressão 3D. No tocante a isso, é salutar destacarmos que, na Cultura e Educação Maker, qualquer artefato é importante – um pincel, chaves, serrote, pregos ou mesmo martelos – como também há ferramentas mais complexas e tecnológicas, a exemplo de uma impressora 3D. Evidentemente, artefatos tecnológicos, tais como as impressoras 3D, os kits de Robótica, os *Scanners* 3D e as Máquinas Cortadoras a Laser, são recursos que ampliam em demasia a possibilidade de produção de materiais para as diversas áreas de conhecimento, inclusive para os materiais didáticos, sendo esse o nosso caso. Para Santos e Andrade (2020, s/p), “[...] na educação, a impressora 3D vem sendo empregada como uma ferramenta capaz de potencializar o processo de ensino”.

Raabe e Gomes (2018, p. 9) também contribuem ao pontuarem que “[...] a redução do custo de equipamentos, como Impressoras 3D, kits robóticos, Fresadoras CNC e cortadoras *laser*, tem permitido que estes equipamentos sejam utilizados em atividades de propósito educacional, criando novas configurações de exploração do uso de tecnologia e de informática na Educação”.

Com efeito, o uso da impressora 3D vem se popularizando, principalmente ao considerarmos sua funcionalidade, flexibilidade e usabilidade intuitiva, uma vez que isso possibilita, mesmo aos usuários principiantes, a produção de artefatos simples a partir de modelos 3D – que podem ser obtidos em repositórios na internet – e computador pessoal. Além disso, o custo de uma impressora 3D está cada vez mais reduzido no mercado.

Então, vamos ao texto, que segue organizado da seguinte forma: inicialmente, apresentamos uma breve reflexão sobre o conceito de *Design thinking* e, em seguida, apresentamos nossa experiência.

2. Afinal o que é *Design thinking*?

Embasados em Rocha (2018), esclarecemos, a priori, que *Design thinking* é o nome dado à apropriação por outras áreas de conhecimento do processo metodológico utilizado pelos designers para criar, melhorar ideias e encontrar soluções. “O *design* é uma área de conhecimento que consiste na concepção, idealização, criação e desenvolvimento de artefatos” (Rocha, 2018, p. 156).

Spagnolo e Santos (2021) também fazem as suas contribuições ao elucidarem sobre o *Design Thinking* ser um conjunto de métodos e processos com a finalidade de abordar problemas, o que está relacionado à aquisição de informações, ao conhecimento, à análise e às propostas de soluções. É, por certo, um conceito

amplamente utilizado no âmbito corporativo, contudo também está sendo usado em processos educacionais como forma de problematizar realidades, casos e propor soluções.

No campo das práticas educacionais, de modo específico no Brasil, essas ideias chegam com intensidade a partir de 2012, com o lançamento em 2011 de um material¹⁸ voltado para a área educacional pela Empresa de Consultoria de Designer Global (IDEO), criada em 1991. Essa produção é resultado de experiências realizadas por professores da Riverdale Country School de Nova York, EUA, em sala de aula e em espaços educativos informais.

Para Rocha (2018) e Spagnolo e Santos (2021), o Design thinking se baliza nos seguintes princípios: criatividade, colaboração, empatia e otimismo.

Por esses princípios, o Design Thinking proporciona o olhar para o outro para compreender as necessidades e motivações, permite ações para buscar soluções de maneira colaborativa, com o compartilhamento de ideias, visões de mundo e escuta ativa. Ajuda a despertar a confiança criativa, pela capacidade de ter novas ideias e colocá-las em prática e, principalmente, pelo encorajamento para um novo mapa mental, mais integrado e disruptivo (Spagnolo; Santos, 2021, p. 74).

Nesse contexto, as quatro palavras a seguir traduzem a forma como se materializa o *Design thinking* na prática:

Quadro 3 - Princípios do *designer thinking*

São quatro os princípios do designer thinking			
Criatividade	Colaboração	Empatia	Otimismo

Fonte: elaborado pela autora, 2023.

Na perspectiva do *Design thinking*, todas as pessoas são **criativas**, e, portanto, precisam ser encorajadas a perceber suas potencialidades em processos de trabalhos **colaborativos**, nos quais a multiplicidade de olhares é elemento nuclear para a resolução de problemas. Desse modo, nas atividades desenvolvidas por meio da abordagem do *Design thinking*, as pessoas são o centro do processo de inovação, sendo a **empatia** um elemento que as conecta de forma a aprenderem a se olhar, a conviver e a trabalhar de maneira coletiva e com **otimismo** quanto às possibilidades de sua capacidade para a criação de soluções revolucionárias.

Por fim, apresentaremos os conceitos do *Design thinking* sinalizando como foi operacionalizado com um grupo de professores da rede de educação básica e de estudantes e professores do IF Goiano – Campus Rio Verde.

¹⁸ *Design thinking* para educadores. Disponível em https://designthinkingforeducators.com/DT_Livro_COMPLETO_001a090.pdf.

3. O desenvolvimento da experiência *Design thinking*?

Para o desenvolvimento da experiência com *Design thinking*, organizamos um trabalho colaborativo entre o grupo de professores do Centro de Educação Rosa de Saberes e do Estação IF LabMaker¹⁹, sendo seis professores com formação em diversas áreas do conhecimento: dois professores de Química, dois de Ciências Biológicas, um de Matemática e um de Matemática e Pedagogia.

Das seis professoras das escolas da educação básica, duas são formadas na licenciatura em Química e quatro em Ciências Biológicas. Com foco principal evidentemente nos nossos graduandos, dos 24 estudantes, 22 são estudantes das licenciaturas em Química e em Ciências Biológicas, um de Ciências da Computação e um de Engenharia Civil. Para a realização das atividades, organizamos quatro equipes com nove integrantes, sendo professores e estudantes dos cursos supracitados, de modo que cada equipe ficasse bem heterógena e multidisciplinar.

Dessa maneira, a experiência com o *Design thinking* foi desenvolvida em um processo dialógico por três meses, no qual todos os integrantes se reuniram para estudar os elementos teórico-práticos da cultura e Educação Maker, além das metodologias ativas, enquanto nos subgrupos eram feitas as proposições para a solução do desafio Maker, que consistiu na construção de materiais didáticos para o ensino de Ciências a partir do diagnóstico levantado pela equipe e das necessidades de aprendizagem urgentes evidenciadas pelos professores coformadores das escolas envolvidas na experiência.

Importante destacarmos que temos um grupo de estudo sobre a Educação Maker iniciado com o advento do LabMaker na nossa instituição, do qual a maioria dos integrantes participantes faz parte e cujas discussões promoveram um arcabouço teórico para a promoção do desafio e de outras ações, como o curso MOOC (Curso *Online* Aberto e Massivo) Educação e Inovação Maker.

Assim, o objetivo da experiência com o *Design thinking* foi que as equipes elaborassem no mínimo dois materiais didáticos para o ensino de Ciências e Matemática a partir de planejamento interdisciplinar – definindo objetivos, conteúdo e turma de acordo com as habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e explorando, na sua elaboração, algumas características da cultura Maker: protagonismo, colaboração, inovação, criatividade, mão na massa. Como critério de avaliação, nos pautamos na necessidade de: objetivos claros vinculados ao ensino-aprendizagem, formação humana, formação sociopolítica, trabalho colaborativo, criatividade, aspectos da interdisciplinaridade, inovação, empatia. Nesse sentido, o pôster a seguir, elaborado por uma das estudantes de licenciatura, apresenta a nossa proposta de trabalho.

¹⁹ Laboratório Maker do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, criado a partir do Edital nº 35/2020 da SETEC/MEC. O Laboratório desenvolve projetos de ensino, pesquisa e extensão por meio da prototipagem de objetos (usando principalmente modelagem e impressão 3D), modelagem 3D, eletrônica e automação (com Arduino).

Imagem 1 - Poster de divulgação do Desafio Maker



Fonte: elaborada pelos autores, 2023

Em seguida, apresentaremos os pormenores da experiência com o Design thinking elucidando cada fase:

1) definição do tema; 2) ideação; 3) prototipagem; e 4) validação/avaliação.

3.1 Definição do tema/conteúdos

Para a definição dos conteúdos e materiais a serem produzidos, as equipes foram orientadas sobre a importância dos objetivos do ensino. Qual o objetivo de abordar este ou aquele conteúdo? Qual a importância para a formação crítica dos estudantes? Quais as bases curriculares que dão suporte a este conteúdo? Quais habilidades de aprendizagem são esperadas, considerando os aspectos indicados na BNCC? Quais as fragilidades da BNCC no que tange à definição dos objetivos do ensino e às abordagens dos conteúdos? Como envolver os alunos para que aprendam de maneira mais autônoma? Há que se ter em conta que os objetivos são os elementos nucleares do processo de planejamento, por isso é a primeira ação a ser realizada no planejamento, conforme já afirmamos (Paniago, 2017).

Importante destacar que a primeira atividade dos estagiários e residentes é o processo de diagnóstico perspectivado na investigação, conforme anunciamos no Capítulo II desta obra. Logo, muitos estavam nesse processo em contexto do ECS, o que facilitou o levantamento de dados. Por conseguinte, a partir da definição dos objetivos e dos conteúdos, as equipes avançaram para o processo de ideação.

3.2 Ideação

Na fase de ideação, as ideias são geradas, organizadas e refinadas. É fundamental a explosão de ideias, como o *brainstorming*, de modo que todos participem e que, de forma dialógica, as ideias sejam geradas. Assim, as equipes procuraram definir quais os materiais didáticos seriam elaborados para focar os conteúdos e atender aos objetivos definidos. Fazer com que todos opinem, participem, não é um processo fácil, mas as diversas formas de comunicação atuais facilitam, tais como os grupos de *WhatsApp* e as reuniões em plataformas digitais como o *Google Meet* e o *Microsoft Teams*. Essas formas de comunicação

foram muito utilizadas por nós, pois, no desenvolvimento da referida experiência, estávamos imersos na pandemia de Covid-19.

3.3 O processo de prototipagem dos materiais didáticos

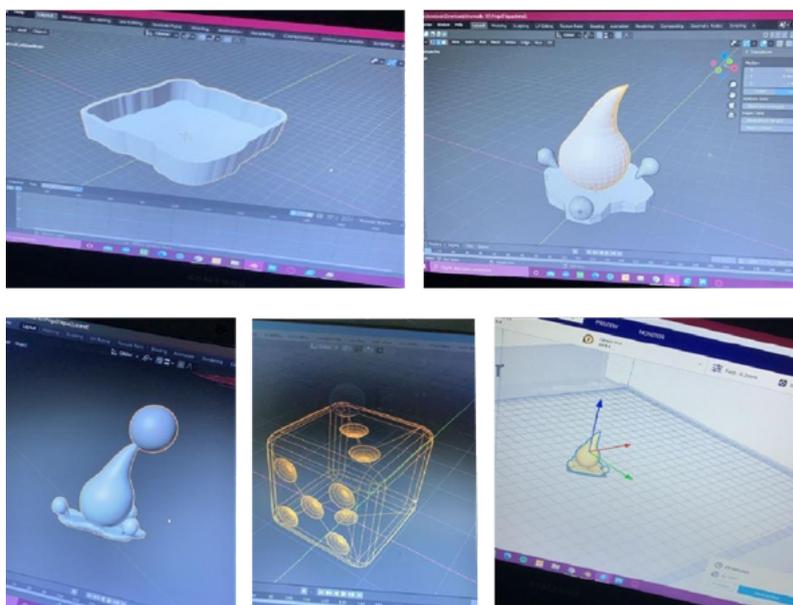
A fase de prototipagem é um momento de materialização das ideias e de construção dos artefatos, no nosso caso essa fase serviu para a criação dos modelos e materiais didáticos para o ensino de Ciências, Biologia, Química e Matemática.

Esse foi um processo desafiante, seja em termos de organização do modo de produção, com o processo de modelação dos materiais, ou em razão do conhecimento sobre o processo de operação da impressora 3D. Em reuniões pelo *Google Meet* e *Microsoft Teams*, discutimos sobre a modelação dos diversos tipos de materiais a serem produzidos e a existência de repositórios de modelos 3D. Para tanto, os participantes foram orientados sobre aplicativos para a edição e modelagem dos materiais (*Tinkercad* e *Blender*, ambos gratuitos) e os “fatiadores”, que são aplicativos que promovem os comandos na impressora 3D para a produção do material didático a partir do modelo 3D.

Foram destinados horários para o uso do LabMaker às equipes, contudo obviamente nem todos os membros participaram de maneira ativa de todo o processo de produção, haja vista que a modelagem é um processo mais complexo, e alguns não assimilaram todos os saberes necessários, demandando mais tempo.

Afinal, na fase de prototipagem é necessário compreender o modo como lidar com os softwares de modelagem, a exemplo dos que utilizamos: *Blender* e *Tinkercad*. Não só isso, há que se ter em conta que esses aplicativos oportunizam pesquisar, obter modelos e editá-los para a impressão em 3D. Além disso, também é possível criar e inovar, conforme imagens a seguir:

Imagens 2, 3, 4, 5 e 6 - Etapa de modelagem usando *Blender* e *Tinkecard*



Fonte: Autores (2023).

Apesar dos desafios nesta fase, não podemos deixar de destacar a importância da aprendizagem colaborativa, por meio da qual os professores e os estudantes da área de ciências da computação auxiliaram demasiadamente, monitorando e orientando os estagiários. Inclusive, dessa experiência surgiram muitos pesquisadores da referida temática, e vários estudantes passaram a utilizar e a trabalhar de forma mais efetiva no LabMaker, desenvolvendo projetos.

Em suma, o processo de construção dos materiais didáticos pode ser resumido em três etapas recíprocas: modelagem, impressão e ajustes. Todas as etapas demandaram tempo, sendo a primeira a mais desafiadora, pois muitos dos participantes não tinham contato com as ferramentas de modelagem tridimensional. A segunda etapa depende do tempo necessário para a construção das peças pela impressora 3D, a depender do tamanho e da complexidade do objeto a ser produzido.

A etapa dos ajustes permeia as duas etapas anteriores, uma vez que pode ser preciso adaptar os modelos para uma melhor impressão, sendo necessário configurações diferentes para artefatos com finalidades diferentes; e todas as etapas podem ter que ser refeitas caso algum erro de modelagem ou de impressão tenha ocorrido. A importância dessa etapa é a valorização do aprendizado por meio do erro e o empoderamento dos participantes com relação às técnicas utilizadas. Por conta do tempo de prototipagem dos materiais didáticos, o tempo para a apresentação e discussão foi reajustado algumas vezes.

Além da impressão 3D para o material se tornar apto ao uso, outros processos manuais podem ser realizados, por exemplo: pintura (realizada em algumas células para diferenciar as organelas) e colagem (para introduzir velcro e colar outras estruturas).

De modo geral, foram produzidos os seguintes materiais:

Imagens 7 e 8 - Célula procarionte (bactéria) impressa em material colorido vermelho



Fonte: Autores (2021)

Imagens 9, 10 e 11 - Célula impressa em material translúcido



Fonte: Autores (2021)

Imagens 12 e 13 - Célula animal impressa em material colorido, colado com velcro



Fonte: Autores (2021)

Imagens 14, 15 e 16 - Células vegetais impressas em material colorido



Fonte: Autores (2021)

Imagens 17 e 18 - Fungo (cogumelo branco) e giárdia

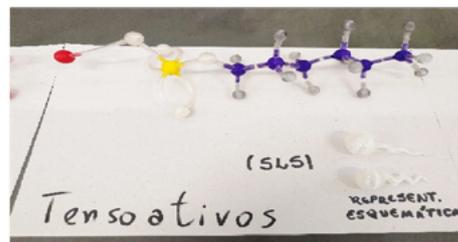
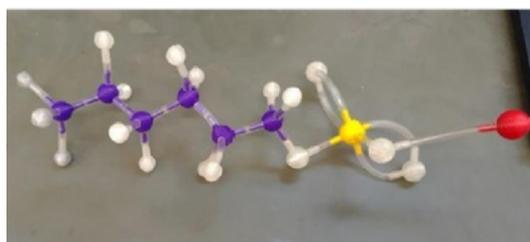
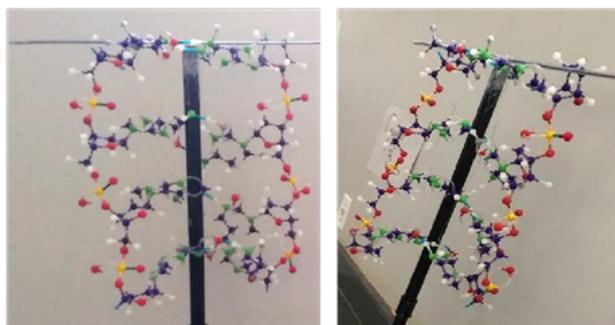


Fonte: Autores (2021)

Não obstante, foram desenvolvidos kits de Química com átomos produzidos na impressora 3D e ligações entre os átomos feitas com tubos de equipo para soro (material hospitalar), os quais permitem que o usuário monte diferentes moléculas. Embora dois grupos tenham utilizado essa ideia, as finalidades foram distintas: (1) apresentar os diferentes tipos de Geometria Molecular; e (2) apresentar as moléculas e suas estruturas aplicadas em contextos como o DNA (Adenina, Timina, Citosina e Guanina) e tensoativos (o detergente, por exemplo).



Imagens 19, 20, 21, 22 e 23 - Átomos



Fonte: Autores (2021)

3.4 Fase de socialização do resultado dos materiais produzidos

No processo de Design thinking não evidenciamos esta fase, contudo, como nosso foco foi a produção de materiais didáticos de forma dialógica, os resultados foram socializados pelas equipes. Foi um momento de partilha de conhecimentos, afetos e aprendizagens diversas, ainda mais considerando que foi o primeiro encontro presencial com uma equipe composta por 36 participantes. Todos os grupos sinalizaram o processo para a construção do material, tendo em vista as diversas fases e evidenciando as contribuições e os desafios.

3.5 Fase da avaliação dos artefatos produzidos

Feita a produção de um artefato, protótipo, é fundamental a sua avaliação para identificar os resultados. Por essa razão, estamos avaliando de forma dialógica e colaborativa, assim os professores do IF Goiano e os professores da rede de educação básica estão analisando os materiais didáticos no ensino de Ciências e Matemática nas escolas de educação básica envolvidas nos projetos de extensão, ensino e pesquisa, sobretudo no processo de aprendizagem docente, do PRP e estágio, visando avaliar e refletir sobre os resultados no processo ensino-aprendizagem.

11. Considerações finais

Ao objetivarmos apresentar nossa experiência de *Design thinking* como estratégia que potencializou o diálogo e a formação com, para e pela pesquisa entre formadores, coformadores e estagiários, constatamos que, em um processo formativo do ECS com pesquisa é fundamental o diálogo entre os atores protagonistas: os estagiários, futuros professores; os formadores; os docentes orientadores da instituição de ensino superior e os coformadores, docentes da escola de educação básica.

Por certo, o “Desafio Pedagógico *Maker*” com o *Design thinking* potencializou o diálogo, dinamizou a formação e, sobretudo, possibilitou que os atores tivessem participação ativa em todo o processo da atividade, o que inclui a definição dos conteúdos, a ideação e o processo de prototipagem. Por certo, as práticas maker estão inovando e potencializando o processo de aprendizagem com pesquisa dos futuros professores e ampliando as chances de interlocução entre os atores do ECS.

12. Referências

ALMEIDA, M.; PIMENTA, S. G. **Estágios supervisionados na formação docente**. São Paulo: Cortez, 2014.

FLORES, M. A. Contributos para (re)pensar a formação de professores. In: CNE (ed.). **Lei de Bases do Sistema Educativo - Balanço e Prospetiva**, v. 2. Lisboa: Conselho Nacional de Educação, 2017. p. 773-810.

MOURA, Éliton Meireles de. **Formação Docente e Educação Maker: o desafio das competências**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

PANIAGO, R. N.; SARMENTO, T. J. (org.); NUNES, P. G. (org.). **Estágio Curricular Supervisionado Docente Baseado na Pesquisa: Debates Lusobrasileiros**. 1. ed. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2021, v. 1, 214p.

PANIAGO, R. N.; SARMENTO, T.; ROCHA, S. A.; NUNES, P. G. Estágio com pesquisa em cursos de formação inicial de professores em um instituto federal de educação. **Revista formação docente**, Minas Gerais, v. 14, p. 35-47, 2022.

PANIAGO, R.; NUNES, P. G.; BELISÁRIO, C. M. Residência pedagógica em um instituto federal: narrativa dos (des) caminhos formativos. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Minas Gerais, v. 12, n. 25, p. 67-80, 2020.

PANIAGO, R. N; SARMENTO, ROCHA. S. A. T. O Pibid e a inserção à docência: experiências, possibilidades e dilemas. **Educação em Revista**, Minas Gerais, v. 34, e190935, 2018a. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/edur/v34/1982-6621-edur-34-e190935.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

PANIAGO, R. N. *et al.* Um cenário de possibilidades para o estágio curricular supervisionado no contexto de um Instituto Federal. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 20, 2018b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/BchTkfRJfjDVZqMgzgrdb6t/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2023.

PANIAGO, R. N.; SARMENTO, Teresa. A Formação na e para a Pesquisa no PIBID: possibilidades e fragilidades. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 42, n. 2, p. 771-792, 2017.

PANIAGO, R. N. *et al.* Permanence at Risk of Teaching License Courses in the Federal Institutes - Brazil: Tell Me Why You Are Thinking about Dropping Out of Your Course. **Creative Education**, [s. l.], v. 10, 735-751, 2019.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. **Estágio e Docência**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

RAABE, André; GOMES, E. B.. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ceará, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018. Disponível em <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2022.

ROCHA, Juliana. Design Thinkin na formação de professores: novos olhares para os desafios da educação. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 153-176.

SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F. Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Norte, v. 18, n. 1, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/106014/57856>. Acesso em: 21 jun. 2022.

SPAGNOLO, C., SANTOS, B. S. dos. **Design Thinking na (trans)formação de professores**. Caxias do Sul, RS: Educus, 2021. Disponível em: <https://www.ucs.br/educs/arquivo/ebook/design-thinking-na-transformacao-de-professores/>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ZEICHNER, K. M. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. **Educação**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 479-504, 2010. Disponível em: <http://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/2357>. Acesso em: 23 mar. 2023.

Capítulo IV

A PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NA IMPRESSORA 3D PARA O ENSINO DE GENÉTICA DURANTE O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO

Andressa Moreira do Nascimento^{20*}

Mariluze Mariluzza Silva Leite^{21**}

Lusilede pereira de Sousa Araújo^{22***}

Elisvane Dilva de Assis^{23****}

Rosenilde Nogueira Paniago^{24*****}

14. Introdução

O cenário pandêmico de Covid-19 nos mostrou a importância de os professores estarem preparados para mobilizar novos métodos, estratégias e recursos didáticos, enfim, diferentes ferramentas digitais em sala de aula. Novas abordagens estão sendo demandadas na atualidade; logo, é fundamental que os professores em formação inicial tenham possibilidades de aprender diferentes abordagens de ensino-aprendizagem que possam vir a ser utilizadas no ensino na educação básica, incluindo as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

Nesse novo contexto pedagógico, o papel do professor assume novos valores, pois, ao ser promovida a valorização e a construção da autonomia do aluno, ocorre a reorganização do espaço escolar para facilitar ações de personalização e para o uso integrado das tecnologias digitais. Além disso, é feita a reflexão sobre qual a melhor forma de avaliação e o envolvimento da gestão para propiciar uma mudança gradativa na cultura. Fato que indica a importância de os professores que estão em formação inicial adquirirem diferentes aprendizagens para se mobilizarem como futuros professores, incluindo a formação para a pesquisa e o uso das TDIC.

^{20*} Cursando licenciatura em Ciências Biológicas. E-mail: andressamoreirajbe@gmail.com.

^{21**} Graduada em Ciências Biológicas, mestre e doutora em Ciências Agrárias. Docente no Colégio Estadual Professor Quintiliano Leão Neto, em Rio Verde. Preceptora residência, subprojeto de Biologia (IF Goiano). E-mail: mariluzza.leite@gmail.com.

^{22***} Cursando Licenciatura em Ciências Biológicas (IF Goiano). E-mail: lusiledepereira@hotmail.com/, lusiledepereiravilela09@gmail.com.

^{23****} Formada em Ciências Biológicas. Mestre e doutora em Ciências Agrárias. Especialização em formação de professores e práticas educativas. Preceptora residência, subprojeto interdisciplinar residência pedagógica. E-mail: eliasisifgoiano@gmail.com.

^{24*****} Doutora e pós-doutora em Ciências da Educação. Professora IFGoiano, Campus Rio Verde. E-mail: @rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br

²⁵ Segundo dados da Secretaria de Saúde do Governo Federal, a Covid-19 “[...] uma doença causada pelo novo tipo de coronavírus identificado neste ano, que leva o nome de SARS-CoV-2. Ele pertence à família de vírus de mesmo nome que causa infecções respiratórias. O vírus tem esse nome porque seu formato, quando observado em microscópio, se assemelha a uma coroa”. Disponível em: <https://coronavirus.rs.gov.br/o-que-e>.

As TDIC são artefatos valiosos, haja vista que a integração da informática e dos multimeios propicia a sensibilização e o conhecimento de ambientes diferenciados e dos seus problemas. Há décadas, antes da Covid-19, as tecnologias já eram defendidas. Valente (2018) e Moran (2018) vêm apontando o uso das TDIC fora do ambiente escolar e a necessidade de os professores mobilizarem esses recursos no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Valente (2018, p. 98), as TDIC estão rompendo com as barreiras temporais e mesmo as espaciais, pois a interação “[...] *online*, viabilizada por intermédio dessas tecnologias, possibilitou o desenvolvimento de cursos e atividades educacionais via internet, criando situações, nas quais o professor e os aprendizes podem se encontrar para trocar ideias, por exemplo, em um bate papo ou *chat*”.

Valente (2018) e Moran (2018) alertam também sobre a importância das metodologias ativas como forma de suscitar nos estudantes a postura de protagonistas de sua própria aprendizagem. Nesse cenário, temos também o Movimento da Cultura e Educação Maker, traduzido como “pôr a mão na massa”. Dougherty (2013), considerado o criador do termo “Movimento Maker”, aponta que uma das suas características é o “fazer” como uma característica inerente a todos.

Assim, essas diferentes abordagens teóricas podem contribuir para a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem na educação básica, principalmente no que tange ao ensino de conteúdos de Ciências, como é o caso da genética, objeto de estudo do presente artigo. Dos Santos *et al.* (2010) destacam que a genética é vista pelos alunos como um dos conteúdos mais difíceis de Biologia. Temp (2011) contribui ao pontuar que o ensino de Genética é complexo, considerando que a quantidade de conceitos relacionados à temática desafia a compreensão por parte dos alunos. Por sua vez, Araújo *et al.* (2018) observaram que 64% dos estudantes têm maiores dificuldades em termos científicos da genética e em como aplicá-los, e ainda apontam que a carência na aprendizagem se inicia na base do ensino, ou seja, no ensino fundamental. Com isso, de acordo com Araújo e Leite (2020), o aluno consegue construir aprendizagem significativa quando o conteúdo é carregado de significados para ele.

Acerca disso, consideramos que cabe aos professores demonstrar aos estudantes a importância da genética como ciência e a sua aplicabilidade na economia de um país, por isso a imersão deles no campo educacional. Desse modo, observamos os conhecimentos sobre a genética nos processos de melhoramento de plantas e animais; na produção e no aperfeiçoamento de vacinas; no sequenciamento genético; nos exames de paternidades; na terapia genética e em diversas outras áreas econômicas, além de nos permitir compreender a origem da vida na Terra e a evolução das espécies.

Afinal, esse é um tema discutido no ensino fundamental e médio de extrema importância. No Ensino Fundamental, por exemplo, objeto de estudo do presente artigo, identificamos os objetos de conhecimento específicos sobre genética e hereditariedade, assim como as ideias evolucionistas no 9º ano, compondo a Unidade Temática Vida e Evolução da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). São quatro habilidades a serem contempladas com o ensino de genética no 9º ano do EF, conforme a BNCC, sendo as siglas EF: Ensino Fundamental e CI: Ciências, 09, correspondente ao 9º ano e às habilidades 08, 09, 10 e 11:

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

(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.

(EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo (Brasil, 2018, p. 351).

Com efeito, nossas preocupações com relação às transformações de processos de ensino-aprendizagem de tendências tradicionais – por meio das quais os estudantes assumem posturas mais passivas, e os professores são os únicos detentores do saber (Paniago, 2017) – para processos nos quais os professores assumem a postura de pesquisadores e mediadores, e os estudantes a de protagonistas de sua aprendizagem, nos levou a desenvolver este subprojeto no contexto das práticas do Estágio Curricular Supervisionado (ECS) dos cursos de licenciatura do IF Goiano.

É um subprojeto de intervenção-investigação ligado a um projeto guarda-chuva de pesquisa registrado em comitê de ética e coordenado pela professora orientadora do IF Goiano, também autora do presente artigo. Ademais, salientamos que este projeto integra as atividades do grupo de pesquisa Educação, linha saberes e práticas educativas, do Centro de Educação Rosa de Saberes e do LabMaker, Campus Rio Verde. Destaca-se que o Labmaker foi criado em 2020 a partir de projeto aprovado via Edital nº 35/2020 da SETEC.

Ao desenvolvermos este subprojeto no contexto do ECS, consideramos o momento muito importante para o desenvolvimento de novas aprendizagens e novas metodologias a serem trabalhadas com os estudantes da educação básica. Por certo, o ECS é um componente curricular obrigatório da matriz curricular dos cursos de licenciatura do IF Goiano – Campus Rio Verde iniciado a partir do 5º período de curso com a formalização mediante a matrícula do(a) estudante de licenciatura. Ademais, tem como requisito que o(a) estagiário(a) tenha cursado a disciplina de Didática e esteja matriculado(a) ou tenha cursado a disciplina Pesquisa e Práticas de Intervenção em Educação I.

No caso das licenciaturas do Campus Rio Verde, segundo regulamento, o ECS é realizado nos anos finais do ensino fundamental e ensino médio da educação básica, totalizando uma carga horária de 420 horas, distribuídas em quatro semestres letivos ou etapas, conforme segue:

ESTÁGIO 1ª etapa do ECS, a ser realizada nos anos finais do Ensino Fundamental 5º (Quinto) semestre do curso, sendo 105 horas, a serem cumpridas do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental.

ESTÁGIO 2^a etapa do ECS, a ser realizada nos anos finais do Ensino Fundamental 6^o (Sexto) semestre do curso, sendo 105 horas, a serem cumpridas do 6^o ao 9^o ano do Ensino Fundamental.

ESTÁGIO 3^a etapa do ECS, a ser realizada no Ensino Médio – 7^o (Sétimo) semestre do curso, sendo 105 horas, a serem cumpridas no Ensino Médio.

ESTÁGIO 4^a etapa do ECS, a ser realizada no Ensino Médio – 8^o (Oitavo) semestre do curso, 105 horas, a serem cumpridas no Ensino Médio (IF Goiano, 2022, p. 2).

Nas 1^a e 3^a etapas, o(a) estagiário(a) realiza um diagnóstico na escola e a observação da sala de aula dos professores titulares da educação básica no ensino fundamental e médio respectivamente, e nas 2^a e 4^a etapas são realizadas as fases de regência e um projeto de ensino, ou de intervenção investigativa, também no ensino fundamental e médio. Assim, os dados a serem aqui apresentados são decorrentes de um subprojeto de intervenção investigativa desenvolvido na 2^a etapa do ECS, consistindo na fase de desenvolvimento de uma investigação-ação em que os futuros professores elaboram um projeto de ensino e/ou pesquisa a partir do diagnóstico realizado na 1^a etapa do ECS.

Com isso, o objetivo foi produzir materiais didáticos interdisciplinares para o ensino utilizando a impressora 3D, scanner 3D da Estação e materiais didáticos LabMaker, do Campus Rio Verde, de forma a contribuir para a melhoria do ensino de genética nos anos finais do ensino fundamental.

No processo de desenvolvimento deste subprojeto, fizemos um diagnóstico inicial visando identificar como estava o ensino-aprendizagem de Ciências entre os professores em efetivo exercício, bem como recolhemos dados entre os estudantes dos anos finais do ensino fundamental e ensino médio, e posteriormente elaboramos os materiais didáticos na impressora impressoras 3D. Por fim, estamos realizando a avaliação dos materiais em sala de aula, registrando, para tanto, os dados de observação em diário de campo, um valioso instrumento de coleta de dados na pesquisa qualitativa. Destaca-se que este artigo foi escrito por várias mãos e mentes, em um processo de diálogo entre duas estagiárias, duas professoras supervisoras e uma docente orientadora do IF Goiano.

Com efeito, este subprojeto, que ainda se encontra em andamento, está sendo realizado em algumas etapas principais: 1) diagnóstico para identificar como está o processo de ensino e de aprendizagem via *Google Forms*; 2) modelagem e impressão de materiais didático-pedagógicos na impressora 3D; e 3) avaliação dos materiais didáticos selecionados e produzidos em situações reais de sala de aula. No presente caso, vamos apresentar ações envolvendo uma turma do 9^o ano do ensino fundamental com o ensino-aprendizagem de genética.

15. Alguns elementos sobre as abordagens teóricas que deram suporte ao desenvolvimento do subprojeto

Para o desenvolvimento do subprojeto, procuramos nos amparar em elementos teóricos referentes às metodologias ativas, Cultura e Educação Maker e às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

(TDIC), considerando a importância de buscar inovações para o ensino-aprendizagem na educação básica. Afinal, não temos dúvidas sobre a urgência de os professores mobilizarem diferentes estratégias didáticas em sala de aula, haja vista que, como afirma Matsuo(2021, p. 167), “[...] os estudantes do século XXI estão cada vez mais imersos em uma cultura digital, marcada pela hiperconectividade e aprendizagem em redes”. Para esse autor, os professores estão cada vez mais lidando com gerações com amplo acesso à internet e com muita facilidade de lidarem com as TDIC. Na mesma direção, Ribeiro (2014) explica que “[...] o tratamento e uso da informação pela sociedade têm se modificado nas últimas décadas como consequência do surgimento de novos modelos sociais, econômicos ou tecnológicos”.

No cenário de possibilidades das ferramentas digitais, as metodologias ativas e o Movimento Maker vêm contribuindo de forma significativa para as práticas de ensino dos professores, pois possibilita que os estudantes sejam envolvidos no próprio processo de aprendizagem (Moran, 2018).

O Movimento Maker é uma extensão tecnológica da cultura do “faça você mesmo” que estimula as pessoas comuns a construírem, modificarem, consertarem e fabricarem os seus objetos com as suas próprias mãos. Isso gera uma mudança na forma de pensar “[...] práticas de impressão 3D e 4D, cortadoras a laser, robótica, Arduino, entre outras, incentivam uma abordagem criativa, interativa e proativa de aprendizagem em jovens e crianças, gerando um modelo mental de resolução de problemas do cotidiano. É o famoso ‘pôr a mão na massa’” (Silveira, 2016, p. 13).

Os avanços na tecnologia de impressão 3D permitiram sua utilização de forma ampla, auxiliando diversas áreas, entre elas o mundo educacional, sendo possível a produção de materiais didáticos, os quais aprimoram as atividades de ensino com aulas práticas e experimentais. Conforme destacam Neto *et al.* (2021), a impressora 3D torna as aulas mais lúdicas, capazes de capturar atenção dos discentes e, conseqüentemente, proporciona mais aproveitamento e fixação do conteúdo, além de ser possível envolver ciências e matemática.

Em sua pesquisa, Neto *et al.* (2021) conduziram a produção de três materiais didáticos via impressora 3D para proporcionar aprendizagem da área de Ciências em turmas do curso técnico integrado ao ensino médio; após a realização da prática, aplicaram questionários para validação da aprendizagem. Os autores identificaram que 93% dos discentes responderam que houve melhoria na compreensão dos conteúdos, com maior assertividade nas questões de conhecimentos específicos dos conteúdos contemplados. Pesquisas similares podem ser desenvolvidas no ensino fundamental com aplicabilidade da impressora 3D e produção de recursos didáticos que facilitem a aprendizagem dos conteúdos técnicos e científicos da área de Ciências da Natureza, em especial de genética, a qual contempla nossos estudos.

Para Seegger (2012), o termo cultura *Maker* e metodologias na educação implica na necessidade de refletir que cada unidade de ensino adota/opta suas ferramentas de trabalho, conforme a realidade, as possibilidades, os desafios e os objetivos, sendo o mais importante buscar atender às necessidades dos alunos, com o intuito maior de oferecer um ensino-aprendizado com igualdade, equidade e excelência.

A cultura *Maker* e as metodologias na educação se caracterizam pela interrelação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvidas por meio de métodos ativos e criativos centrados na atividade do aluno e com a intenção de propiciar a aprendizagem (Silva; Silva, 2018).

Contudo, esclarecemos que a cultura e Educação *Maker* e as metodologias ativas não estão vinculadas ao uso das TDIC, ao contrário, com base em Moran (2018) e Segger (2012), entendemos que são tendências que se caracterizam por inserirem o estudante no centro do processo a partir de discussões, interações, atividades de análise, síntese e avaliação, no intuito de solucionar problemas (Seegger, 2012). Evidentemente, as TDIC potencializam as atividades makers e a aprendizagem ativa, porém qualquer estratégia ou recurso didático pode ser configurado como uma metodologia ativa.

Segundo Bacich e Moran (2018), a concepção de metodologias ativas surgiu muito antes do advento das TDIC, com o movimento Escola Nova, cujos pensadores, tais como William James, John Dewey e Eduard Claparède, defendiam uma metodologia de ensino centrada na aprendizagem pela experiência e no desenvolvimento da autonomia do aprendiz. É uma tendência pedagógica, portanto pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem de qualquer área do conhecimento. No nosso caso, corresponde ao ensino de Ciências e Biologia, ou seja, procuramos utilizar essa tendência como um suporte para a criação de materiais didáticos que prendam o interesse do aluno, em relação aos quais, além de manusearem os objetivos produzidos na impressora 3D, eles também contribuirão para a sua produção.

Ademais, é importante salientar que, no contexto das metodologias ativas, temos também os jogos e as brincadeiras lúdicas, atividades pedagógicas que podem ser mobilizadas como metodologias ativas, assim como no contexto da cultura maker. Nesse cenário, estão as escolas inovadoras, instituições que não olham apenas para a capacidade de memorização ou o nível de raciocínio lógico do aluno, ao contrário, estão atentas a outras inteligências, incluindo aspectos sociais, comportamentais, esportivos, emocionais, artísticos e tudo mais que abrange o ambiente no qual o aluno está inserido (André, 2016).

Compreendemos que o uso de recursos e estratégias didáticas que envolvam a cultura *Maker*, junto aos professores e alunos, de forma a completar o ciclo de aprendizagem, pode contribuir, significativamente e democraticamente, para o ensino-aprendizagem, perante a busca de conquistar melhores resultados de saberes. Com isso, beneficiando os educandos no processo de aprendizagem como interventora e viabilizadora da participação de todos os alunos de maneira coletiva, participativa e social (Azêvedo, 2019).

A utilização da cultura *Maker* no processo de ensino-aprendizagem de Genética já no ensino fundamental pode ser uma estratégia didática viável para contornar as dificuldades que os alunos encontram para interiorizar e aplicar os termos técnicos e científicos da área, além disso também poderá viabilizar a transposição dos objetos de conhecimento pelos professores, visto que ambos aprendem durante o processo. Araújo *et al.* (2018) explicitam em suas pesquisas que as metodologias tradicionais dificultam a interação dos alunos e comprometem o processo de ensino-aprendizagem. Segundo os autores, os professores devem despertar o lado motivacional nos estudantes, fazendo com que eles criem atitudes

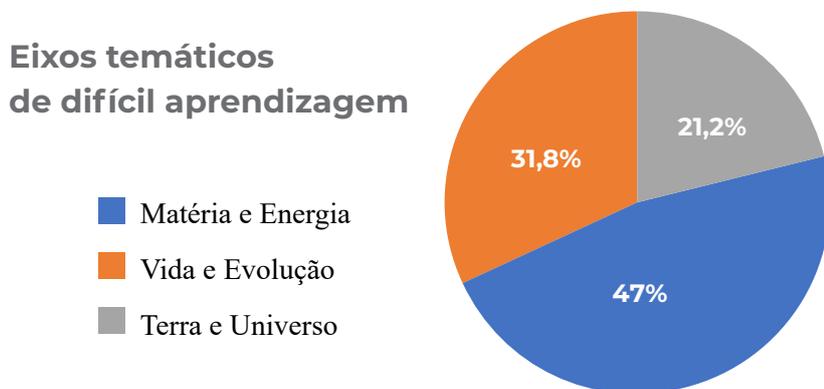
como o desejo de fazer novas descobertas e aprender a fazer questionamentos sobre o que está sendo ensinado e vivenciado.

Nesse sentido, Araújo e Leite (2020) utilizaram um jogo-didático (O caminho das ervilhas) para o ensino de Genética, aplicando questões específicas da área e que promoviam uma interação entre os alunos. Os resultados alcançados foram positivos quanto a melhorar a assimilação dos conteúdos pelos alunos e a interação entre os conhecimentos e a prática. A metodologia aplicada também propiciou o uso do software PowerPoint para além do que já se conhecia quanto à apresentação de slides, explorando-o como um ambiente virtual disponível para a criação de materiais educativos. Os autores supracitados consideram que existem inúmeras possibilidades no ensino de Genética, principalmente por meio de metodologias alternativas.

16. Os conteúdos de difícil compreensão e olhar dos estudantes sobre o ensino de Ciências da Natureza

Como já dissemos, esta pesquisa ainda está em andamento, portanto o processo de recolha de dados ainda não se encontra na fase final. Em razão disso, mostraremos apenas os resultados recolhidos com as turmas dos 9º anos do EF, em relação aos quais avaliamos alguns dos materiais didáticos produzidos para o ensino de Genética, um dos conteúdos indicados pelos professores como de difícil compreensão e, conseqüentemente, de difícil aprendizagem por parte dos estudantes, conforme indica a **Figura 1**.

Gráfico 1 - Eixos temáticos de difícil nível de aprendizagem para as turmas do 9º ano do ensino fundamental



Fonte: Autores (2023)

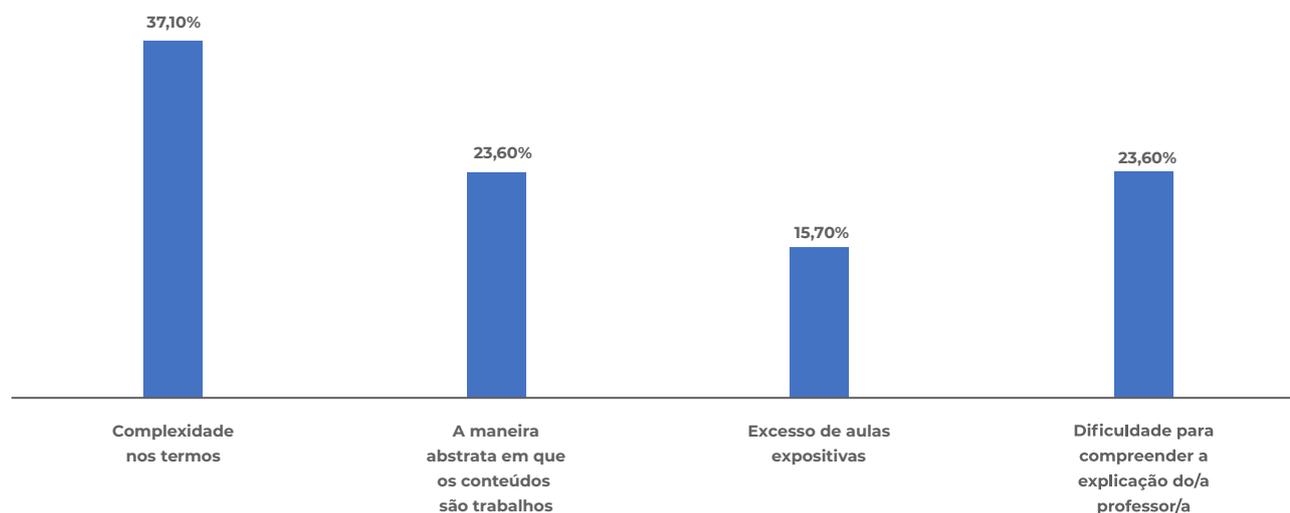
Pela percepção dos estudantes entrevistados, no total de 66 estudantes, tivemos os seguintes resultados: 31 estudantes (47%) sinalizaram dificuldades no eixo temático Matéria e Energia (Aspectos quantitativos das transformações químicas, Estrutura da matéria, Radiações e suas aplicação); 21 estudantes (31,8%) responderam que têm dificuldade em Vida e Evolução (Hereditariedade, Ideias Evolutivas, Preservação da Biodiversidade); 14 estudantes (21,2%) disseram ter dificuldades no eixo temático Terra e Universo (Astronomia e Cultura, Vida Humana fora da terra, Evolução Estelar).

De modo geral, os estudantes dos anos finais do ensino fundamental (6º aos 9º anos) apresentaram dificuldades na aprendizagem dos eixos temáticos em relação aos conteúdos de Genética devido à

complexidade dos termos, à maneira como os conteúdos são ministrados pelos professores, ao excesso de aulas expositivas e às dificuldades para compreender a explicação do professor em sala de aula, conforme **Figura 2**.

Gráfico 2 - Dificuldade dos estudantes na aprendizagem do conteúdo de genética

Dificuldade na aprendizagem em relação ao conteúdo de Genética



Fonte: Autores (2023).

Analisando os resultados obtidos por intermédio do *Google forms*, 140 estudantes responderam ao questionário, no qual se observa que 52 estudantes (37,1%) acham os termos de genética complexos; 33 estudantes (23,6%) disseram que a maneira como os termos são trabalhados é abstrata; 22 estudantes (15,7%) responderam que não conseguem compreender o assunto por causa das aulas expositivas e dialogadas; e 33 estudantes (23,6%) responderam que têm dificuldades para compreender a explicação do(a) professor(a).

De modo geral, os dados foram importantes para que pudéssemos analisar a nossa ação a ser mobilizada nesse subprojeto. Sem dúvida, o diagnóstico é fundamental para a ação do futuro do estagiário. De acordo com Pimenta e Lima (2017, p. 185), “[...] sendo o estágio uma fase de aproximação e intervenção na realidade, o diagnóstico da escola poderá servir para o estagiário sentir de perto a estrutura, a organização e o funcionamento da unidade escolar”.

Após as necessidades detectadas, partimos para a produção dos materiais didáticos na impressora 3D.

17. O processo de produção dos materiais didáticos na impressora 3D

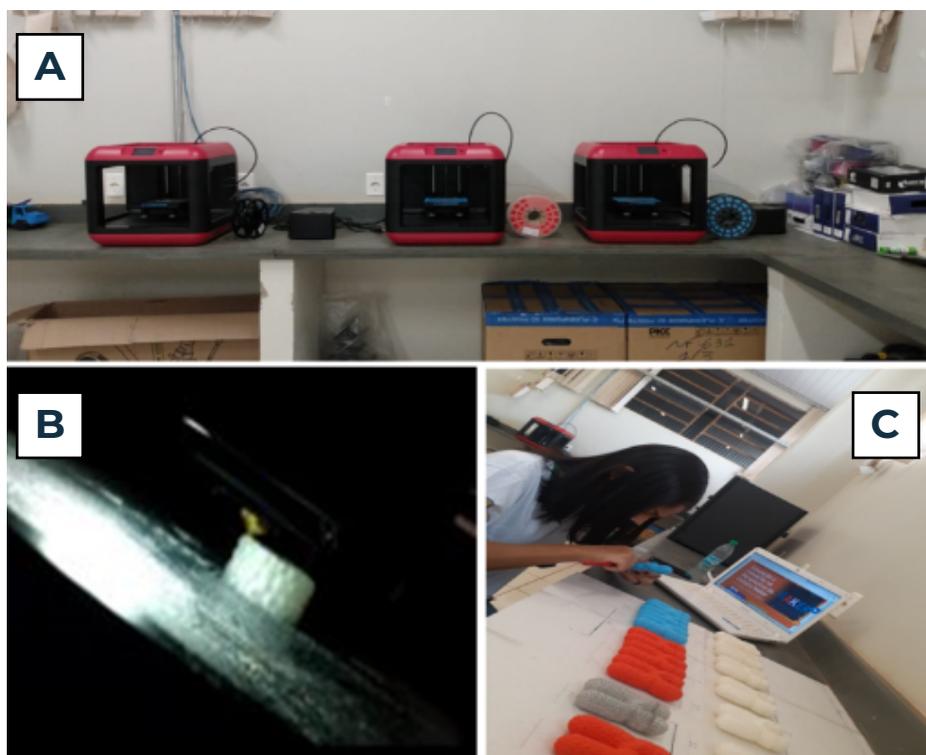
Para a realizar o processo de produção de materiais didáticos na impressora 3D, temos que iniciar o modelo do zero, mas também é possível encontrar modelos prontos gratuitamente em algumas plataformas on-line. A impressora 3D é uma forma de tecnologia de fabricação aditiva pela qual se materializam os objetos em três dimensões em um objeto físico por meio da deposição do material em camada.

No nosso caso, utilizamos um modelo já pronto da plataforma Thingiverse²⁶, que também podemos compreender como uma comunidade on-line, na qual os usuários que têm um registro podem criar e compartilhar seus desenhos 3D. Logo depois, fizemos algumas alterações no modelo e, para isso, usamos o site Tinkercad²⁷, que é uma ferramenta on-line gratuita voltada para a criação e o design de modelos 3D.

Assim, após salvar o arquivo em STL, utilizamos o software *Flashprint*, que é um fatiador próprio da impressora; ele permite a visualização da maneira como o objeto será impresso, camada por camada, conseguindo também adicionar suportes, ver o quanto de preenchimento a peça vai receber, a quantidade de material que vai ser utilizado e a duração da produção desse objeto, depois disso podemos mandar para a impressora.

A impressora 3D utilizada foi a FlashForge Finder, com o filamento PLA 1,75mm, que funciona da seguinte maneira: a extrusora é aquecida a 220 °C no local por onde passa o filamento, este é derretido em seguida e depositado na mesa da impressora, que, assim, vai formando a peça impressa camada por camada até a sua finalização; a duração da impressão depende muito do tamanho da peça e da quantidade com a qual ela será preenchida, porém cada parte do material que foi feito teve em torno de 2 a 3 horas para ser produzida, conforme **Imagem 1**.

Imagem 1 - (A) Impressoras FlashForge Finder utilizada para impressão no LabMaker. (B) Impressão das peças e (C) Montagem dos materiais



Fonte: IF Goiano – Campus Rio Verde, 2022.

^{20*} Disponível em: <https://www.thingiverse.com/>.

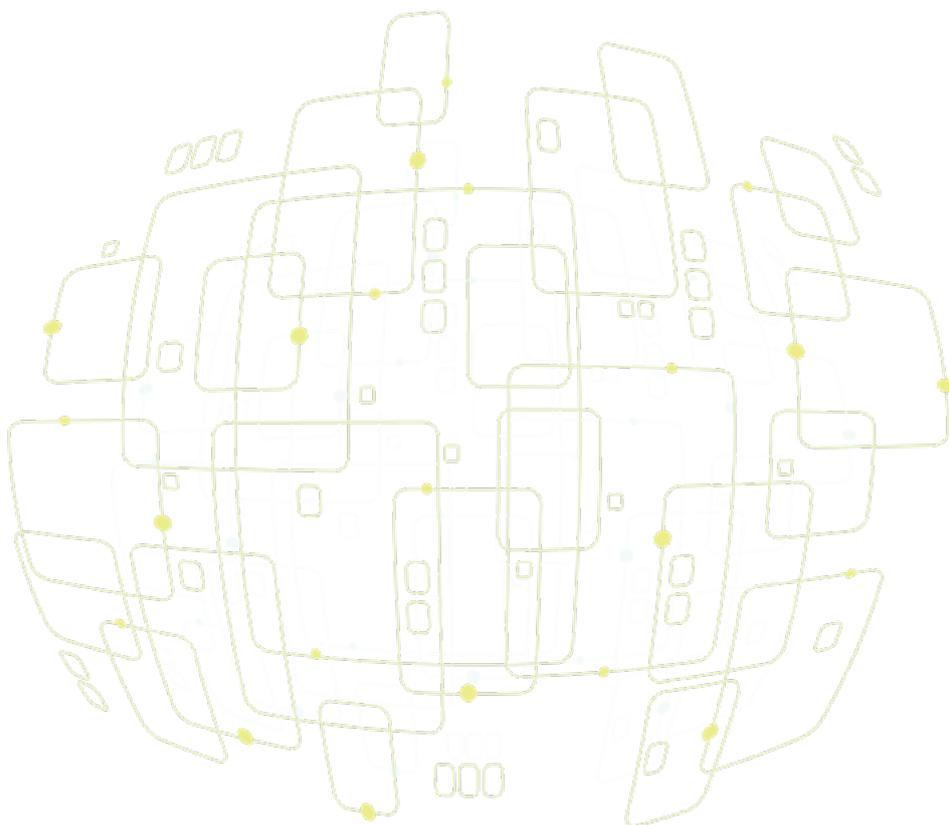
^{21**} Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>.

17.1 Avaliação do material em situação real de sala de aula

Conforme elucidado anteriormente, a genética é um conteúdo de difícil compreensão por parte dos alunos, uma visão que se coaduna tanto pelas vozes dos professores quanto pelas dos alunos, segundo dados apresentados. Em diálogo entre estagiárias e professoras formadoras, fomos analisando a necessidade de enriquecer as aulas em sala de aula com videoaulas, mostrando como são realizados os estudos de Ciências e Biologia e, especificamente, o conteúdo de genética. Os estudantes, por meio de vídeos com efeitos 3D, puderam observar a organização do material genético e o modo como tudo isso forma um indivíduo. Além das videoaulas, os materiais produzidos pela impressora Maker puderam auxiliar e enriquecer a aula, pois os estudantes manusearam os materiais observando e os esquematizando no caderno.

Logo, no processo de uso do material didático produzido em contexto de situações de estágio, na fase de desenvolvimento deste subprojeto sob a supervisão das professoras –formadora e conformadoras –, inicialmente as estagiárias elaboraram um planejamento de acordo com o plano de ensino das professoras, de modo que as atividades foram desenvolvidas dando prosseguimento ao que já estavam trabalhando com os estudantes.

Importante destacar que as aulas de Ciências e Biologia na escola, lócus desta pesquisa, são preparadas utilizando o livro didático e os materiais elaborados pela Seduc. Ademais, os professores elaboram videoaulas e aulas práticas com objetivo de estimular o ensino-aprendizagem dos estudantes, a fim de despertar o interesse na pesquisa e na participação das aulas de forma interdisciplinar. Assim, procuramos potencializar as práticas de ensino das professoras titulares de sala.



Quadro 1 - Planejamento das atividades

Competências e Habilidades da BNCC e o Documento Curricular do Estado de Goiás
Competência 2: específica de Ciências da Natureza para o EF <ul style="list-style-type: none">• Identificar, por meio de exemplos e modelos ilustrativos, os cromossomos• Identificar o nível de organização e o modo como funcionam as estruturas celulares ligadas à genética e à hereditariedade• Reconhecer que os gametas são as células associadas à formação de novos seres vivos por meio do processo de reprodução sexuada
Habilidades específicas da Competência 2 <ul style="list-style-type: none">• (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes
Habilidades do Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás <ul style="list-style-type: none">• Identificar o DNA como a molécula responsável pela formação de cromossomos/genes, são seguimentos de DNA onde estão armazenadas as informações genéticas
Conteúdos/objeto de conhecimento <ul style="list-style-type: none">• Hereditariedade• Ideias evolucionistas
Objetivo Geral de aprendizagem <p>Identificar os cariótipos quanto à forma, ao tamanho e ao número característico</p>
Específicos <p>Compreender a importância de se estudar os cariótipos Compreender a diferença de um cariótipo com quantidade certa de cromossomos e a quantidade com a qual o indivíduo desenvolve a síndrome</p>
Estratégias e recursos didáticos <p>Estratégias didáticas – aulas expositivas, trabalhos em grupo, produção de materiais Recursos didáticos – modelo 3D com peças que representam os cromossomos; apresentação em Power Point, massinha de modelar; quadro branco e pincel.</p>
6. Avaliação <p>Participação em sala de aula, produção de relatórios e questionário</p>

Fonte: Autores (2023).

A partir da temática, nós estagiárias, sob a orientação das professoras coformadoras, inicialmente fizemos uma introdução aos conteúdos: hereditariedade, genética, cromossomos, cariótipos humanos e sobre a trissomia do cromossomo 21 (Síndrome de Down). Mostramos os 23 pares de cromossomos, sendo eles 22 pares de cromossomos homólogos, chamados de autossomos, onde ficam todas as características

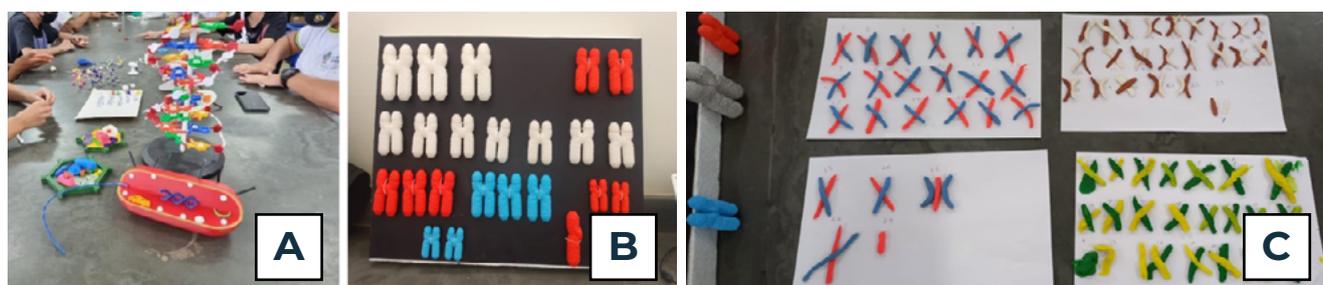
do pai e da mãe que vão ser transmitidas para seus descendentes e um par de cromossomos sexuais que definirá se o indivíduo nascerá masculino ou feminino. Todos os materiais foram produzidos na impressora 3D e com massinhas de modelar (**Imagem 2**).

Em todo o processo de desenvolvimento das práticas de ensino, procuramos envolver os estudantes de forma ativa na aula. Com isso, conforme princípios da Educação Maker e das metodologias ativas, desenvolvemos uma atividade em grupo com a divisão da sala de aula em três grupos, assim cada grupo teve que representar os cariótipos contendo um cromossomo da mãe e um do pai com massinha de modelar. Grupo 1 – cariótipo do sexo feminino: mãe – branca, pai – marrom; Grupo 2 – cariótipo do sexo masculino: mãe – amarelo, pai – verde; Grupo 3 – cariótipo com a trissomia do cromossomo 21: mãe – vermelho, pai – azul. No início, os alunos tiveram um pouco de dificuldade para entender o que deveria ser realmente feito com as massinhas, mas depois foi explicado separadamente para cada grupo o que era para ser feito, e, dessa forma, eles conseguiram desenvolver a atividade.

Assim, os estudantes produziram os seus próprios cromossomos, utilizando as massinhas de modelar e visualizando os materiais makers produzidos pela impressora. Logo, percebemos que trabalhamos na perspectiva maker, uma vez que a base do movimento maker “[...] encontra-se na experimentação. Para a educação, a ampla exposição à experimentação pode significar processos de aprendizagem que promovam o trabalho coletivo e a resolução de problemas de forma criativa e empática. A estas atividades, também se atribui uma maior taxa de retenção do conhecimento” (Magennis; Farrell, 2005).

Cada grupo, após as confecções dos cariótipos com massinha de modelar, foi até a frente e socializou os resultados, sinalizando como foi realizado o processo de criação dos cromossomos. Em síntese, os membros desses grupos relataram que cada um fez um pouco e comentaram o que foi aprendido com aquela prática. Sinalizaram organização e autonomia, sendo ativos no processo de produção de seu conhecimento. Azevêdo (2019) explica esse efeito ao elucidar que quando o aluno é o protagonista em sua aprendizagem, ela torna-se significativa. As imagens a seguir sinalizam os momentos de nossa experiência pedagógica.

Imagem 2 - (A) Exposição dos materiais didáticos confeccionados na impressora 3D, (B) materiais do laboratório de Ciências do Colégio e (C) Materiais dos grupos 1, 2 e 3 produzidos com a massinha de modelar (Grupo 1 – cariótipo do sexo masculino: mãe – branca, pai – marrom)



Fonte: Autora 1 (2022).

18. Considerações finais

Ao objetivarmos produzir materiais didáticos utilizando a impressora 3D, de forma a contribuir para a melhoria do ensino de genética nos anos finais do ensino fundamental em contexto de ECS, percebemos o quanto esse processo ocorre em uma perspectiva de mão dupla, de mútua aprendizagem e colaboração entre estagiárias, formadoras e coformadoras.

Do ponto de vista das professoras coformadoras, no caso nós, as docentes supervisoras na escola de educação básica, constatamos que a presença das estagiárias em uma sala de aula agrega conhecimento e motivação aos estudantes de educação básica. Ademais, é visível o quanto podemos aprender a aprender e contribuir para o processo formativo de futuros professores. É visível o quanto as estagiárias participantes do projetos na escola se envolveram nas atividades de aprendizagem docente, seja no contato direto com os estudantes da educação básica, seja no desenvolvimento de aulas de regência e projetos. Tudo isso soma para que sejam futuras professoras pesquisadoras de sua práxis docente.

No caso de nós estagiárias, desenvolver esse projeto durante o ECS foi um momento de grande aprendizado e importância para a nossa formação acadêmica, o aperfeiçoamento profissional e o crescimento pessoal. Foi uma experiência desafiadora, na qual aprendemos muito. Ademais, ao produzir materiais didáticos na impressora 3D e avaliar em situações reais de sala, pudemos constatar que os estudantes da educação básica se envolveram no processo de aprendizagem de modo que participaram efetivamente, sinalizando compreender os conceitos abordados.

19. Referências

ANDRÉ, Marli. **Práticas inovadoras na formação de professores**. São Paulo: Papyrus Editora, 2016.

ARAÚJO, Maurício dos Santos; FREITAS, Wanderson Lopes dos Santos; LIMA, Sintiane Maria de Sá; LIMA, Michelle Mara de Oliveira. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Florianópolis-PI. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018. Disponível em:

ARAÚJO, Maurício dos Santos; LEITE, Araceli de Souza. “O caminho das ervilhas”: recurso didático no ensino da genética mendeliana. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 514-529, 2020. Disponível em:

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

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática** (org.). Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério de Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018. 600p. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 1 set. 2023.

DOUGHERTY, Dale. Design, make, play. **Routledge**, [s. l.], 2013. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1300>. Acesso em: 1

IFGoiano. **Regulamento do estágio supervisionado curricular obrigatório dos cursos de licenciaturas do instituto federal goiano campus rio verde para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º) e do ensino médio**. 2022. In: https://ifgoiano.edu.br/home/images/RV/2022/Abril/Regulamento_dos_Estgios_Curriculares_Obrigatrios_das_Licenciaturas-2022.pdfset. 2023.

MAGENNIS, Saranne; FARRELL, Alison. Teaching and learning activities: Expanding the repertoire to support student learning. **Emerging issues in the practice of university learning and teaching**, [s. l.], v. 1, 2005.

MATSUO, Janaina Queiroz Bonfim *et al.* Investigação E Tdic No Ensino E Na Aprendizagem De Ciências: Relato De Uma Oficina Acerca Da Relação Entre Vida, Pigmentos E DNA De Plantas. **Physicae Organum-Revista dos Estudantes de Física da UnB**, Brasília, v. 7, n. 2, p. 164-181, 2021.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 2-15.

NETO, Antônio de Freitas; LOUBET, Sara de Souza; ALBUQUERQUE, Leonardo Martinez. O uso da impressora 3D no processo de ensino aprendizagem. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, Espírito Santo, v. 10, n. 2, p. 14-14, 2021.

PANIAGO, Rosenilde Nogueira. **Os professores, seu saber e seu fazer: elementos para uma reflexão sobre a prática docente**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2017.

PIMENTA, Selma. G.; LIMA, Maria. S. L. **Estágio e Docência**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

RIBEIRO, Rogério César de Almeida. **O Direito e a Sociedade em Rede: Da possibilidade de incorporação do conceito de sociedade em rede como conceito com relevância jurídica**. 2014. Dissertação (Mestrado em Direito) — Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, Universidade de Coimbra, Portugal, 2014.

SANTOS, Carla Regina de Mendonça dos *et al.* Ensino Do Conteúdo De Genética No Ensino Médio Por Meio De Modelos Lúdicos. **Revista da SBEnBio**, São Paulo, v. 3, p. 3534, 2010.

SEEGGER, Vania; CANES, Suzy Elisabeth; GARCIA, Carlos Alberto Xavier. Estratégias tecnológicas na prática pedagógica. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, RS, p. 1887-1899, 2012.

SILVA, Maria Aparecida; JAELSON, SILVA. Cultura maker e educação para o século XXI: relato da aprendizagem mão na massa no 6º ano do ensino fundamental/integral do SESC Ier Goiana. In: XVI CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 2018. Recife. **Anais [...]**. Recife: SENAC, 2018.

SILVEIRA, Fábio. Design & Educação: novas abordagens, p. 116-131. In: MEGIDO, Victor Falasca (org.). **A Revolução do Design: conexões para o século XXI**. São Paulo: Editora Gente, 2016.

TEMP, D. S. **Facilitando a Aprendizagem de Genética: Uso de um Modelo Didático e Análise dos Recursos Presentes em Livros de Biologia**. 2011. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) — Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul- RS, 2011.

VALENTE, J. A. A Sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26-42.

Capítulo V

O ENSINO DE IMUNOLOGIA POR MEIO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PRODUZIDOS NA IMPRESSORA 3D EM SITUAÇÕES DE ESTÁGIO

Fernanda Elen Silva dos Santos^{28}*

*Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho^{29**}*

*Andressa Moreira do Nascimento^{30***}*

*Marcos Paulo Filemon Conceição Silva^{31****}*

*Lusilede Pereira de Sousa^{32*****}*

*Rosenilde Nogueira Paniago^{33*****}*

1. Introdução

A imunologia é uma temática de estudo das Ciências Biológicas que visa compreender os mecanismos de defesa do organismo contra ameaças nocivas com o objetivo de manter a homeostase do indivíduo. Ademais, para Abbas *et al.* (2012), a imunologia é uma área de conhecimento importante na saúde, uma vez que contribui para tornar mais compreensíveis, exatos e eficazes o diagnóstico e o tratamento de várias doenças. Portanto, o aprendizado sobre o sistema imunológico é fundamental, pois permite que o estudante compreenda vários fatores do organismo que influenciam diretamente na saúde das pessoas.

Observa-se que o ensino de imunologia na educação básica encontra dificuldades, tendo em vista que o material de estudo são células, moléculas e proteínas, ou seja, materiais microscópios, sendo que, na maioria das escolas, esse tema é ensinado, por vezes, em aulas teóricas. Por conseguinte, os discentes apresentam dificuldades para compreender as informações, visto que a imunologia é uma temática em relação a qual os elementos visuais fazem toda diferença no processo de ensino-aprendizagem. Loreto e Sepel (2006) contribuem para esse entendimento ao elucidar que o ensino-aprendizagem apenas com aulas teóricas resulta em dificuldades dos discentes em inter-relacionar o conhecimento adquirido com a realidade do dia a dia.

^{28*} Graduanda em Ciências Biológicas, licenciatura no IF Goiano – Campus Rio Verde.

E-mail: fernanda.elen@estudante.ifgoiano.edu.br.

^{29**} Doutor em Fitotecnia. Professor do IF Goiano – Campus Rio Verde. E-mail: sebastiao.carvalho@ifgoiano.edu.br.

^{30***} Doutora e pós-doutora em ciências da educação. Professora do IF Goiano – Campus Rio Verde.

E-mail:rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br.

^{31****} Doutora e pós-doutora em ciências da educação. Professora do IF Goiano – Campus Rio Verde.

E-mail:rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br.

^{32*****} Doutora e pós-doutora em ciências da educação. Professora do IF Goiano – Campus Rio Verde.

E-mail:rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br.

^{33*****} Doutora e pós-doutora em ciências da educação. Professora do IF Goiano – Campus Rio Verde.

E-mail:rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br.

Em relação aos desafios para o processo de ensino-aprendizagem em Biologia, destacam-se desde a dificuldade para conseguir a atenção dos discentes e para realizar a construção do conhecimento até a formação de pensamentos biológicos. Por esse motivo, Juliatto (2013) diz que despertar o desejo de aprender no estudante é o primeiro objetivo que compete ao professor. Nesse caso, estratégias e recursos didáticos contribuem para que os estudantes se envolvam em sua aprendizagem e valorizem mais o assunto trabalhado em sala de aula quando este é contextualizado em abordagens relacionadas à saúde humana (Duré; Andrade; Abílio, 2018).

Com efeito, conforme Pimenta *et al.* (2006), é importante que as metodologias utilizadas pelos educadores sejam capazes de motivar e de instigar os discentes quanto à construção de aprendizado. No contexto de novas estratégias didáticas, muitos teóricos estão sinalizando as metodologias ativas. Assim, as metodologias ativas são caminhos para avançar mais no conhecimento profundo, nas competências socioemocionais e em novas práticas, sendo diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem, os quais se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas (Moran, 2018).

O ideal é que os professores mobilizem situações de ensino que estimulem os estudantes a se envolverem no ensino-aprendizagem em sala de aula. Acerca disso, Moran (2018) enfatiza que as metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem de forma flexível, interligada e híbrida. Dessa forma, unindo metodologias ativas com modelos didáticos de ensino, há uma contribuição direta para o desempenho de aprendizagem nos tempos atuais, em que os discentes têm maior contato com as tecnologias.

O fato é que, no ensino de Biologia, além das estratégias citadas, as aulas experimentais são importantes. Contudo, em razão de algumas escolas não possuírem laboratórios de ciências em suas dependências, os professores têm desafios para elaborar uma aula prática que seja acessível às condições da escola. No entanto, há equipamentos que oferecem um baixo custo e possibilitam a criação de materiais didáticos, a exemplo da impressora 3D, uma ferramenta que se caracteriza como uma tecnologia capaz de construir inúmeros modelos, com diferentes formas e dimensões, mesmo para um usuário com pouco conhecimento acerca da ferramenta (Samagaia; Delizoicov Neto, 2015).

Nesse sentido, a utilização da impressora 3D vem ganhando espaço nas diferentes escalas de ensino, pois, além de incentivar a criatividade e autonomia na produção das peças, o discente pode tocar o objeto, entendendo melhor suas características, dimensões e formas. Embora ainda pouco aplicada no ensino superior, a construção de modelos anatômicos une dois aspectos importantes para um cientista: determinação e criatividade, pois geralmente utilizam materiais simples e de baixo custo (Ceccantini, 2006).

Vale destacar que outras áreas de conhecimento são integradas ao processo de produção de materiais didáticos na impressora 3D, tais como a tecnologia, a engenharia e a matemática, sem mencionar a ciência, ou seja, a interdisciplinaridade evidencia movimentos importantes com o uso de sistemas de aprendizagem por meio do STEM (science, technology, engineering and mathematics) e, sobretudo, do

Movimento Maker, que, em sua essência, consiste em adquirir ou aproveitar um objeto de forma que o interessado não recorra a alternativas indústrias, e sim procure, por conta própria, soluções autônomas. A partir disso, a cultura do “Faça Você Mesmo” (*DIY - Do It Yourself*) para a educação apresenta características notáveis para a aprendizagem, pois o educando, ao colocar a “mão na massa”, retém mais do que foi adquirido na teoria.

A impressora 3D é bastante utilizada para prototipagens rápidas; com esse equipamento é possível criar um objeto tridimensional de um modelo desenvolvido em softwares de modelagem 3D (Raabe; Gomes, 2018). À vista disso, com a popularização da tecnologia, essa característica viabiliza aos professores a produção dos seus próprios materiais educativos, atendendo de forma mais assertiva às demandas que observam em suas práticas em sala de aula (Onisaki; Vieira, 2019). Assim, é de suma importância o uso de tecnologias inovadoras para o ensino de ciência. Segundo Ferrarini *et al.*, (2019), as metodologias ativas permitem produzir conhecimento, estimulando processos cognitivos e explorando problemáticas.

Diante do exposto, esse projeto de intervenção investigativa foi desenvolvido no contexto do Estágio Curricular Supervisionado do IF Goiano, fase de regência, com o objetivo de desenvolver o ensino-aprendizagem de imunologia na primeira série do ensino médio com o auxílio de materiais didáticos produzidos na impressora 3D.

Como procedimento, utilizou-se da pesquisa de abordagem qualitativa, em que, a princípio, foram diagnosticadas as necessidades educativas e posteriormente foram confeccionados materiais didáticos da área de Imunologia impressos em 3D no LabMaker do IF Goiano e avaliados em situações reais de sala de aula com estudantes da primeira série do ensino médio – utilizando-se, para tanto, do diário de campo para o registro dos dados e posterior análise e sistematização neste texto.

A pesquisa qualitativa aborda a interpretação como foco, a subjetividade enfatizada e a flexibilidade na conduta do estudo. Logo, a pesquisa aqui retratada objetivará o interesse em interpretar a situação do estudo pelo olhar dos próprios participantes (Ludke; André, 2017).

1.1 Narrando a experiência de ensino-aprendizagem de Imunologia

A partir de diagnóstico inicial realizado na segunda etapa do Estágio Curricular Supervisionado (ECS), no qual o estudante de licenciatura cumpre um total de 105 horas, destas, 60 horas são para a elaboração do diagnóstico e de um projeto de ensino-investigação. Dessa maneira, com base na literatura, na análise do Projeto Político Pedagógico da Escola e em depoimentos de professores da educação básica da escola, identificou-se que os discentes apresentam dificuldades para assimilar os conceitos básicos de Imunologia, a exemplo do modo como fixar especificamente o conteúdo de imunidade adaptativa com ênfase nas imunoglobulinas.

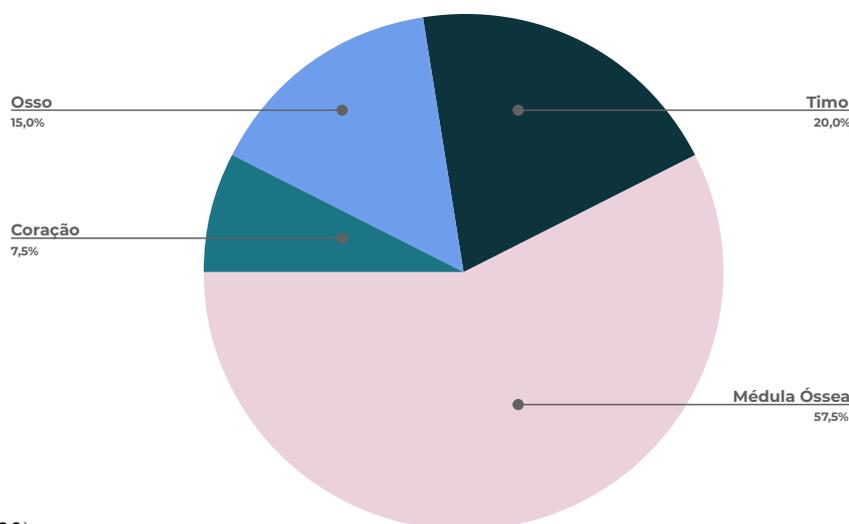
Nesse caso, a matéria foi identificada na Base Nacional Comum Curricular, na temática Vida, Terra e Cosmo, tendo como habilidade a EM13CNT304 ao estabelecer uma abordagem sobre as células-tronco.

No tocante a isso, é importante destacar que as células-tronco são hematopoiéticas, capazes de dar origem às células do sangue e do sistema imunológico, a exemplo das hemácias, dos leucócitos e das plaquetas.

Com base nessas informações preliminares, objetivando investigar de forma mais aprofundada as dificuldades dos estudantes da primeira série do ensino médio acerca da imunologia, foi aplicado um questionário via *Google forms* contendo cinco questões objetivas. Os resultados indicaram que boa parte dos estudantes não tiveram uma base consolidada na área da biologia celular durante o ensino fundamental, o que gera impactos na visão do funcionamento do sistema de defesa do organismo, pois nenhuma das perguntas foi integralmente respondida da forma correta, conforme gráficos abaixo:

Gráfico 1 - Nessa pergunta, observa-se que a maioria dos discentes acertaram, totalizando 57,5% de correção

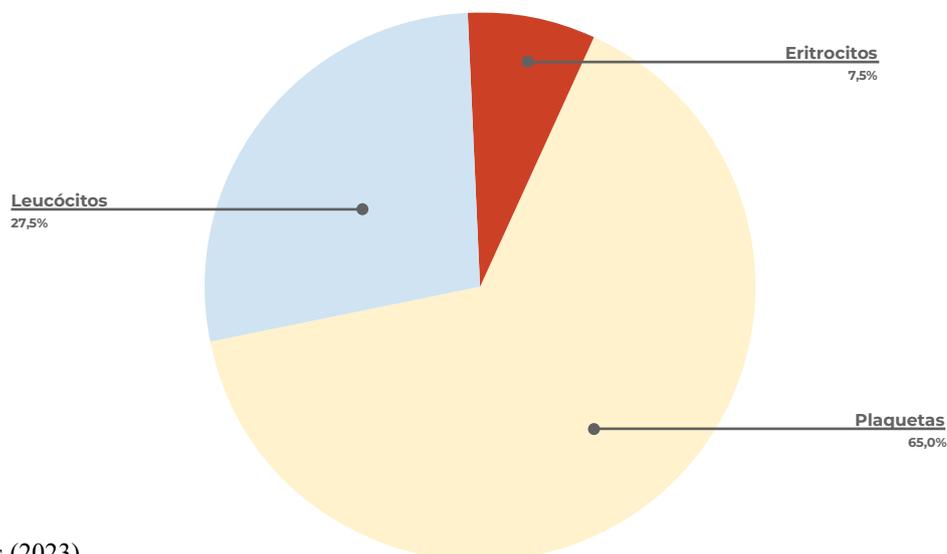
Onde são produzidas as células de defesa?



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 2 - Nessa questão, a maioria dos discentes errou, totalizando 72,5% de erro e apenas 27,5% de acerto

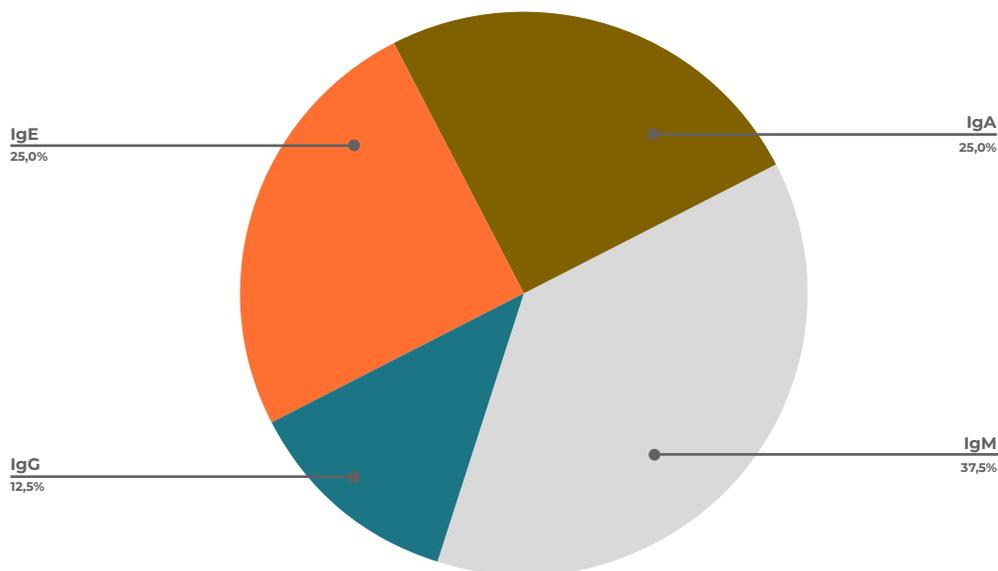
Quais/qual das alternativas representa a células de defesa?



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 3 - Apenas 12,5% das respostas estavam corretas

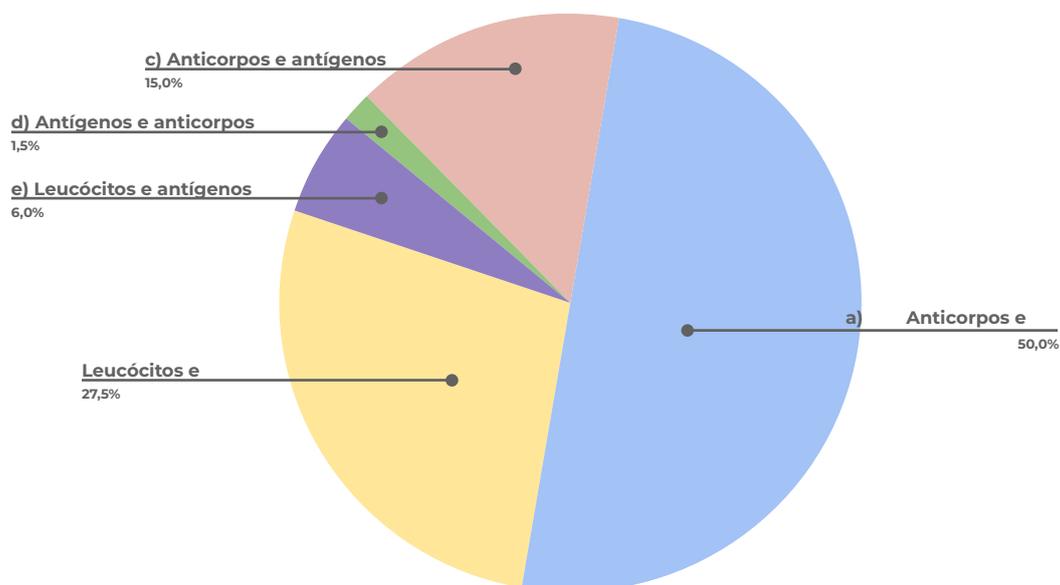
Qual tipo de Anticorpo é passado via placenta?



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 4 - Boa parte dos discentes erraram essa questão e apenas 15% deles obtiveram êxito na resposta

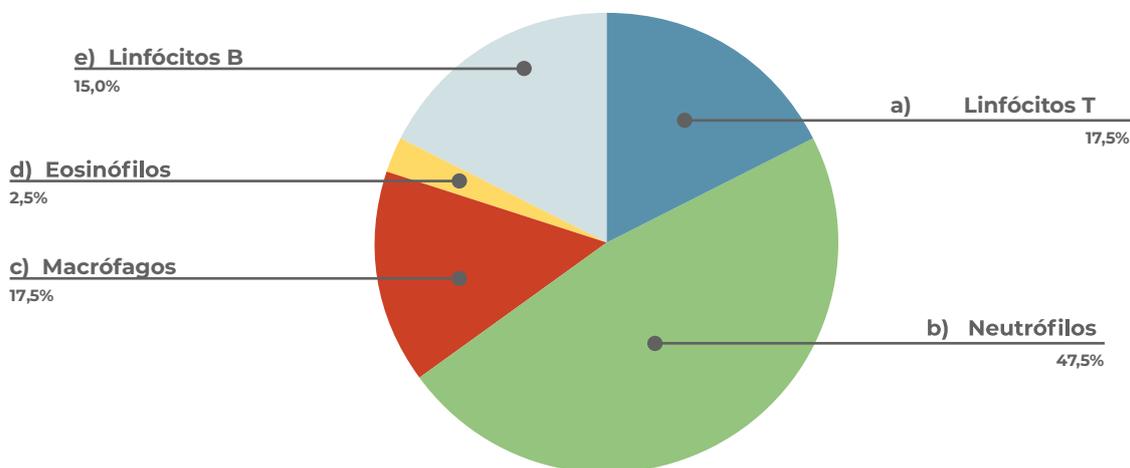
O sistema imunológico humano apresenta como função primordial a defesa do organismo. Uma das formas de proteção é a produção de _____, proteínas que reagem de forma específica com agentes estranhos denominados



Fonte: Autores (2023).

Gráfico 5 - Nessa questão, novamente apenas 15% das respostas estavam corretas

Nem todos os leucócitos são capazes de produzir anticorpos, atuando na defesa do nosso organismo de outras formas. Os leucócitos capazes de produzir anticorpos



Fonte: Autores (2023).

A partir das constatações das dificuldades dos discentes, foi realizada uma prática de ensino dividida em aula expositiva teórica, aula expositiva prática com materiais impressos em 3D e aula prática para a visualização das células de defesa no microscópio. A experiência foi efetivada com duas turmas, uma da primeira série do ensino médio noturno e outra da primeira série do ensino médio matutino, totalizando 40 discentes regularmente matriculados no Colégio Estadual Filhinho Portilho e no Colégio Estadual Miltes Furquim de Oliveira, localizados no município de Rio Verde, Goiás.

Importante ressaltar que o processo de modelagem dos materiais didáticos na impressora 3D foi elaborado via software Blender, e alguns modelos foram obtidos por meio do site do Thinkiverse, o qual se trata de um repositório de modelos 3D. Com relação à impressão, o Polylactic Acid (PLA) foi usado como matéria-prima para realizar a impressão do material. Ademais, a impressora usada foi a Flashforge Finder – My 3D Printer, o filamento de PLA foi disponibilizado pela Estação IF LabMaker do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

1.2 Materiais didáticos produzidos na impressora 3D

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 1 — IgG: anticorpo responsável pela proteção contra invasores microscópio como vírus, bactérias e toxinas



Fonte: Autores (2023).

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 2 — IgM: anticorpo responsável pela proteção contra agentes virais e bacterianos



Fonte: Autores (2023).

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 3 — IgA: anticorpo responsável pela proteção do corpo por meio das mucosas



Fonte: Autores (2023).

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 4 — Hemácias: células sanguíneas responsáveis pelo transporte de O₂ e CO₂ no corpo



Fonte: Autores (2023).

Imagem 5 — Sars-CoV-2: exemplo de modelo de vírus



Fonte: Autores (2023).

Além dos materiais didáticos produzidos na impressora 3D, foi utilizado um Microscópio Biológico Motic (Modelo BA210), cedido pelo Laboratório de Microscopia do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A lâmina de esfregaço sanguíneo foi feita no laboratório e encaminhada para a escola.

Para o desenvolvimento das aulas, foi elaborado o planejamento com base no livro *Imunologia celular e molecular* (Abbas et al., 2012). O planejamento segue conforme foi desenvolvido:

Quadro 1 — Plano de aula das atividades práticas

Planejamento
Objetivo geral: obter conhecimentos acerca de Imunologia para discentes do ensino médio Habilidades específicas da competência: (EM13CNT304) Habilidades do Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás: (EMIFCG08)
Conteúdos/objeto de conhecimento
Biologia Celular e Imunologia – relação da área de estudo com doenças infecciosas
Estratégias e recursos didáticos
Estratégias didáticas: aula expositiva dialogada, trabalho em grupo e resolução de atividades em sala Recursos didáticos: projetor de imagens, microscópio, impressora 3D, lâmina histológica, quadro branco, pincéis e livros
Avaliação
Participação efetiva durante as aulas e atividade avaliativa por meio de um questionário

Fonte: Autores (2023).

Inicialmente, no desenvolvimento da experiência foi contextualizado o conceito de sistema imune de modo a abordar os aspectos: quando iniciou o estudo de imunologia como ciência; vacinação iniciada por Edward Jenner; células e receptores de imunidade inata e de imunidade adaptativa e os anticorpos. Após reflexão teórica e aprofundamento dos conhecimentos estudados, foram apresentados os materiais 3D: IgG, IgM, IgA, IgE, Sars-Cov-2, glóbulos vermelhos, célula animal, entre outros.

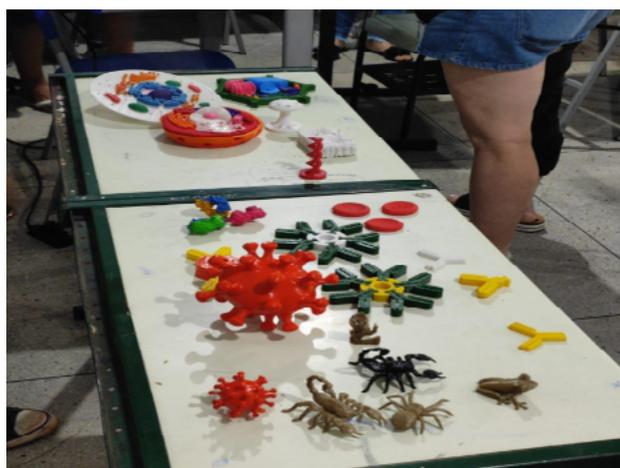
No microscópio, os discentes conseguiram visualizar boa parte das células de defesa, como os neutrófilos e macrófagos. A maioria visualizou glóbulos vermelhos que são células anucleadas que estão em abundância no sangue. Durante a prática, os discentes ficaram entusiasmados ao terem o primeiro contato com o aparelho microscópio e com as peças impressas na impressora 3D. Com isso, Azevêdo (2019) pontua que, quando o estudante é o protagonista no processo de ensino e aprendizagem, torna-se possível proporcionar a ele uma aprendizagem mais significativa.

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 6 — Modelagem de impressão 3D de uma IgA (proteína proteica do sistema imune adaptativo), e, na tela do computador, a interface do Blender (software de modelagem 3D)



Fonte: Autores (2023).

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 7 — Materiais da área de Imunologia (ex.: células de defesa e imunoglobulinas impressos em 3D), além de modelo de tipos celulares e alguns metazoários em 3D para demonstrar aos discentes



Fonte: Autores (2023).

Imagem SEQ Imagem * ARABIC 8 — Estudantes de graduação, estagiários responsáveis pelo planejamento e execução da prática de ensino



Fonte: Autores (2023).

De modo geral, as atividades trabalhadas contribuíram para a aprendizagem dos estudantes, considerando que eles foram criativos em montar os isótipos de imunoglobulinas, como é o caso da IgA e IgG, que, no processo de impressão 3D, foram impressas em peças separadas. Além disso, ao questionar os discentes sobre as diferenças das células sanguíneas e das células de defesa, eles tinham mais propriedade de resposta e conseguiram distinguir os diferentes tipos celulares quando observaram as células no microscópio. Desse modo, as atividades realizadas possibilitaram o desenvolvimento dos princípios da cultura maker e das metodologias ativas, sendo essa uma forma de preparar os discentes para enfrentar os desafios do século XXI.

21. Considerações finais

Ao objetivar desenvolver um projeto de ensino-investigação no contexto do Estágio Curricular Supervisionado do IF Goiano, objetivando trabalhar o ensino-aprendizagem da disciplina de imunologia na primeira série do ensino médio com o auxílio de materiais didáticos produzidos na impressora 3D, constatou-se que o uso de estratégias pedagógicas “prende” a atenção do estudante e motiva o seu envolvimento no próprio processo de aprendizagem.

Ademais, a experiência com esse projeto de investigação-ação contribuiu para a própria aprendizagem dos estagiários em dois principais aspectos. O primeiro está relacionado à obtenção de conhecimentos referentes a uma área pouco explorada em sua graduação, quais sejam: impressão 3D, modelagem 3D, software de modelagem e orientação básica de matemática computacional, pois, ao buscar conhecimentos dessa área e praticar tanto a modelagem como a impressão 3D no Laboratório Maker, foi possível compreender tais assuntos e utilizá-los no ensino de Ciências Biológicas. O próximo aspecto refere-se à satisfação em atuar na regência durante o ECS com conteúdo de uma área que se mostrou bastante relevante durante a pandemia e, com isso, de certa forma, preparar os discentes para desmistificar as *Fake News*.

22. Referências

ABBAS, A. K; LICHTMAN, A. H; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 7. ed. Amsterdã, Países Baixos: Elsevier, 2012.

AZEVÊDO, L. S. **Cultura maker: Uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem**. 2019, Dissertação (Mestrado em inovação em tecnologias educacionais) —Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2019.

BLENDER FOUNDATION, 2010. Disponível em: <http://www.Blender.org/Blenderorg/Blender-foundation>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CECCANTINI, Gregório. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006.

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FERRARINI, Rosilei; SAHEB, Daniele; TORRES, Patricia Lupion. Metodologias ativas e tecnologias digitais. **Revista Educação em Questão**, Rio Grande do Norte, v. 57, n. 52, p. 1-30, 18 mar. 2019.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO. **Regulamento Estágio Supervisionado Curricular obrigatório dos cursos de licenciaturas do instituto federal goiano campus rio verde para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º) e do ensino médio**. Rio Verde: IF Goiano – Campus Rio Verde, 2022. Disponível em: https://ifgoiano.edu.br/home/images/RV/2022/Abril/Regulamento_dos_Estgios_Curriculares_Obrigatrios_das_Licenciaturas-2022.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

JULIATTO, Clemente Ivo. **De professor para professor: falando de educação**. Curitiba: PUCPR, 2013.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. **Formação continuada de professores de Biologia do ensino médio: atualização em Genética e Biologia molecular**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2017.

MAGENNIS, Saranne; FARRELL, Alison. Teaching and learning activities: Expanding the repertoire to support student learning. **Emerging issues in the practice of university learning and teaching**, [s. l.], v. 1, 2005.

MORAN, JOSÉ. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 2-25.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. B. Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, Amazonas, v. 5, n. 10, 128p. 2019.

PIMENTA, Selma G.; FRANCO, Maria A. Santoro. **Pesquisa em educação**. São Paulo: Loyola, 2006.

RAABE, André; GOMES, Eduardo Borges. Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ceará, v. 26, n. 26, p. 6-20, 2018.

SAMAGAIA, R.; DELIZOICOV NETO, D. Educação científica informal no movimento “Maker”. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2015, Águas de Lindóia, SP. **Anais [...]**. São Paulo: FAPESP, 2015.

I Capítulo VI

O ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL PELO VIÉS DA EDUCAÇÃO MAKER NO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO

Geovanna Gomes de Jesus^{34}*

*Priscila Jaqueline De Oliveira Silva^{35**}*

*Adrielly Aparecida de Oliveira^{36***}*

*Rosenilde Nogueira Paniago^{37****}*

Larissa Marques

1. Introdução

A pandemia causada pelo Coronavírus (Covid-19)³⁸ trouxe consigo uma nova realidade para estudantes e professores, obrigando os professores a aprenderem a lidar com as ferramentas digitais e a reinventarem a sua práxis docente. Esse cenário mostrou a importância de os professores estarem preparados para trabalharem novos métodos e estratégias didáticas no processo de ensino-aprendizagem. Por isso, consideramos importante que os futuros professores já adquiram essas aprendizagens na formação inicial.

Dentre tantas tecnologias inovadoras no âmbito educacional, o movimento da Cultura Maker pode ser uma abordagem teórica que auxilia os professores na produção de novos saberes. Assim, com Freire (1996, p. 24), acreditamos que ensinar “[...] não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para que o aluno o construa e, assim, produza seu conhecimento”.

No Brasil, a Educação Maker ainda está em fase de crescimento. Segundo Doughterty (2013), considerado seu criador, o maior desafio do Movimento Maker é transformar a educação. Portanto, diante dessas novas abordagens teóricas, o professor precisa estar predisposto à mudança, à aceitação do diferente, compreendendo que nem tudo que experimentou durante a atividade docente deve, necessariamente,

^{34*} Licencianda em Ciências Biológicas - IF Goiano Rio Verde. Residente no Programa Residência Pedagógica. Bolsista de Projeto de Pesquisa em Iniciação Científica (2020-2023). E-mail: geovannagomes68@gmail.com.

^{35**} Licencianda em Ciências Biológicas - IF GOIANO Campus Rio Verde. Bolsista no PIBIC. Residente no Programa Residência Pedagógica. E-mail: jaqks_03@hotmail.com.

^{36***} Mestra em Educação para Ciências e Matemática. Professora IFGoiano, Campus Rio Verde.

E-mail: adrielly-aparecida2010@hotmail.com

^{37****} Doutora e Pós doutora em Ciências da Educação. Professora IFGoiano, Campus Rio Verde.

E-mail: rosenilde.paniago@ifgoiano.edu.br.

^{38*****} Covid-19 – é uma doença causada pelo coronavírus Sars-CoV-2, de alta transmissão e extremamente grave, provocando infecções respiratórias agudas. Essa doença se espalhou rapidamente no mundo todo em 2020.

repetir-se. Assim, é importante que os futuros professores adquiram saberes que incluam saber lidar com novas tecnologias como a impressora 3D, importante recurso dentro do Movimento da Educação Maker. De acordo com Nunes e Chaves (2015), considerando as singularidades do estudante e da escola, há inovação educacional com o uso de tecnologias digitais como Arduino, impressoras 3D e CNC's, as quais representam uma ação pedagógica importante para a reformulação do processo de ensino-aprendizagem.

Em face do exposto, consideramos o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e o Estágio Curricular Supervisionado (ECS) como momentos importantes para a aprendizagem da pesquisa e sua materialidade em situações reais do contexto escolar. Para Pimenta e Lima (2011, p. 114), “[...] a pesquisa é componente essencial das práticas de estágio, apontando novas possibilidades de ensinar e aprender a profissão docente”.

O ECS do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Goiano) totaliza uma carga horária de 420 horas (sofreu alteração para estudantes matriculados nas matrizes de 2018), sendo elas distribuídas em quatro etapas, com início a partir do 5º período, cujas base de formação são:

- I- A práxis na formação do professor;
- II- A pesquisa como princípio articulador da relação teoria-prática;
- III- A vivência em diferentes processos e espaços educativos necessários à constituição da identidade docente;
- IV- A articulação da instituição-campo de estágio e o IF Goiano, compreendendo a importância da socialização das reflexões e produções provenientes do estágio (IF Goiano, Resolução nº 64 de 2017).

De acordo com o regulamento de ECS do IF Goiano, são atores do ECS: o professor supervisor – que é o professor da escola de educação básica–, o estudante de licenciatura, o estagiário e, por fim, o docente orientador – professor do IF Goiano cujas qualificações atendam às necessidades desenvolvidas no estágio. Destaca-se que os atores desse processo foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto, pois houve um processo de diálogo entre a professora do IF Goiano e a professora da educação básica.

Com efeito, neste texto apresentaremos um recorte da pesquisa que foi realizada durante a 1º etapa do ECS nos anos finais do 6º ao 9º ano, etapa de diagnóstico, regência e projeto de investigação-ação. A pesquisa teve como objetivo contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências por meio de diferentes métodos de ensino, utilizando a impressora 3D durante o ECS, com base nos princípios das metodologias ativas e da Educação Maker.

A metodologia utilizada nessa pesquisa foi de abordagem qualitativa, segundo pressupõe Ludke e André (2017), sendo o foco principal o processo. Para tanto, inicialmente foi feita uma revisão literária para compreender, de uma forma sólida, os principais elementos teórico-práticos necessários para a pesquisa.

Assim, procuramos desenvolver estudos sobre a temática da Educação Maker e das Metodologias Ativas por meio de uma análise atenta a todas as nuances que envolvem os métodos de ensino-aprendizagem de Ciências com suporte na Cultura, Educação Maker e nas Metodologias Ativas para a elaboração de um plano com estratégias didáticas para o desenvolvimento da regência e do projeto de investigação-ação.

De modo geral, a pesquisa foi realizada em algumas etapas: 1) diagnóstico por Ciências para o levantamento das principais dificuldades que os estudantes apresentam em relação aos conteúdos; 2) produção de materiais na impressora 3D no IF LabMaker, laboratório localizado no Campus Rio Verde; e 3) avaliação em sala de aula.

2. O ensino de ciências pelo viés da Educação Maker e das Metodologias Ativas

A docência exige conhecimentos e habilidades de pesquisa para a constante (res)significação da práxis³⁹. Nesse sentido, Freire (1996, p. 40) dispõe sobre a necessidade de reflexão por parte do professor a respeito da sua própria prática, pois “[...] é pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática”.

Como exemplo da necessidade constante de (res)significação da práxis docente, cita-se o cenário da pandemia de Covid-19, em que o professor teve que se reinventar para conseguir desenvolver o processo de ensino-aprendizagem de forma remota, porém sem o contato direto, sem o toque, sem a expressão do aluno, sem as relações afetivas entre professores e estudantes.

Por certo, os desafios provocados pela Covid-19 sinalizaram a importância de novas alternativas, como o ensino híbrido, que significam misturado, mesclado. “Esse processo, agora, com a mobilidade e a conectividade, é muito mais perceptível, amplo e profundo: é um ecossistema mais aberto e criativo” (Bacich, 2015, p. 27). Para a autora, é possível ensinar e aprender de diversas formas, a toda hora e em vários espaços.

Levando em consideração que cada aluno tem sua individualidade e nem sempre aprende no mesmo ritmo, Silva e Sanada indicam que o Ensino Híbrido:

Permite, a quem já domina determinado conteúdo, avançar e, àqueles que ainda não o dominam, deterem-se nele por mais tempo, de modo a compreendê-lo e revisá-lo”. Algumas possibilidades mobilizadas no ensino híbrido de Ciências são as metodologias ativas e a cultura Maker (Silva; Sanada, 2018, p. 79).

³⁹ Assim como Freire (1996), entendemos a práxis como a relação viva da teoria-prática, em que os docentes, com base na teoria, analisam a prática com a intenção de transformá-la.

Com efeito, o Movimento da cultura Maker nasceu na década de 1950, nos Estados Unidos, em razão do alto preço da mão de obra resultante do período da Grande Depressão da crise de 1929 e da queda da bolsa de valores, que causaram alto desemprego. Diante desse cenário, a televisão e a mídia em geral começaram a ensinar à sociedade a criar seus próprios objetos, e as empresas iniciaram o processo de comercialização de artefatos que eram vendidos com manual, assim o preço de custo do produto teria uma redução, pois o consumidor o montaria de forma autônoma, dando origem às garagens e aos galpões de criação em casa com diversos equipamentos e ferramentas para os trabalhos manuais, denominados FabLabs. Os FabLabs são espaços maker bastante difundidos; neles, a proposta é “construir quase qualquer coisa”. Sua criação foi em 2003, em Massachusetts, no laboratório Center for Bits and Atoms (Eycheenne; Neves, 2013 *apud* Rossi; Santos; Oliveira, 2019).

A palavra Maker significa “criador(a)” em sua tradução do inglês. Essa abordagem na educação coloca o estudante como o principal protagonista de sua aprendizagem, possibilitando-o criar, construir, fabricar e compartilhar artefatos que possam contribuir para a sua aprendizagem. Para Soster (2018, p. 133), a Educação *Maker* oportuniza diversas contribuições para o ensino-aprendizagem docente, tanto ao professor, quanto ao educando. Conforme o autor, esse movimento:

[...] Estimula a expressão criativa na construção e compartilhamento de artefatos e produção intelectuais, através da promoção de desenvolvimento da autonomia, da identidade *Maker*, de conhecimentos poderosos e de habilidades em ferramentas, tecnologias, práticas e processos do contexto *Maker*, e demais áreas do conhecimento, de maneira integrada (Soster, 2018, p. 133).

Em outras palavras, a Educação Maker se dá quando o estudante é instigado a realizar uma atividade ou ação para a qual utiliza tecnologias que o auxiliem em todo o processo educacional. Ao trabalhar a educação pelo viés da cultura Maker, o estudante é estimulado a aprender fazendo, aliando a teoria com a atividade prática, além de entender a importância do trabalho em grupo, do compartilhamento de ideias, do aprender com os erros, se tornando, então, um makers. De acordo com Azevêdo (2019, p. 31), “[...] a cultura *maker* é uma forma de preparar os estudantes para enfrentar os desafios do século XXI, pois ela estimula as crianças a serem criativas, a resolver problemas, a controlar o tempo no desenvolvimento de atividades e a serem inovadoras e criativas”.

Os makers são aqueles que utilizam os conhecimentos de diferentes áreas ligadas à tecnologia e ciência com o objetivo de desenvolver trabalhos. Para isso, utilizam experiências vividas e um plano compartilhado, a fim de que os projetos desenvolvidos possam ser compartilhados e para que o máximo de pessoas possam ter acesso e, assim, utilizar do artefato criado.

O Movimento Maker ganha força quando Dougherty (2013) inicia as feiras makers, espaços nos quais ele reunia vários projetos, que, muitas vezes, eram abertos à comunidade, desse modo, como resultado, houve um grande impulso no Movimento Maker. Dougherty (2013) afirma que, para ter um espaço maker, também conhecido como makerspace, é fundamental que o local tenha ferramentas que possam

ser utilizadas para trabalho, e não somente para passar tempo. Assim, o espaço maker pode ter vários instrumentos, entre eles: impressora 3D, máquinas de corte a laser, máquina de costura e materiais de marcenaria. Ao utilizar o viés da Cultura Maker no processo de ensino-aprendizagem, o makerspace pode ser uma sala com jogos de tabuleiros, tesoura e materiais escolares, ou seja, não são necessários equipamentos de alta complexidade para ter um ambiente totalmente maker e educativo.

O Movimento Maker está ganhando seu espaço cada dia mais, contudo possui princípios importantes para que o processo ocorra de forma efetiva e não seja apenas brincadeira, também podendo proporcionar aprendizagem, interação e compartilhamento de experiências. Segundo Mark Hatch (2014), um dos precursores do assunto, os nove princípios básicos da Cultura Maker são: Faça, Compartilhe, Presenteie, Aprenda, Equipe-se, Divirta-se, Participe, Apoie e Mude. Percebe-se, então, que esse processo pode ser personalizado conforme a necessidade de cada indivíduo, no qual, durante o percurso, haverá erros, sendo assim é permitido errar e aprender com o erro para progredir ao objetivo final, e não o usá-lo como obstáculo. Cada princípio que compõe esse movimento é importante para o aluno e pode ser trabalhado em sala de aula no ensino de Ciências por meio da utilização das metodologias ativas.

As metodologias ativas se contrapõem ao modelo tradicional de ensino, também conhecido como conhecimento “bancário”, bastante criticado por Freire (1996), pois, para ele, ensinar não é a transferência de conhecimento do professor para o aluno, ao contrário, durante esse processo, o aluno pode e deve participar de forma ativa e não passiva, contribuindo, assim, com suas experiências vividas politicamente, epistemologicamente, ontologicamente. As metodologias ativas permitem que o aluno, com orientações do professor, seja o protagonista de sua aprendizagem. Para Moran (2018), o papel do professor nesse cenário é importante, uma vez que, ao orientar, ganha relevância, pois ajuda os estudantes a irem mais longe do que conseguiriam sozinhos, motivando-os, ao questionamento. Assim,

As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu desenvolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor[...] São estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível e interligada (Moran, 2018, p. 4).

Conforme depreende-se, ao realizar o planejamento de aula, as metodologias utilizadas e estratégias didático-pedagógicas são tão importantes quanto o conteúdo em si. O professor precisa compreender que o ensino exige rigor metodológico; pesquisa; respeito aos saberes dos educandos; criticidade; risco, aceitação do novo e rejeição a qualquer forma de discriminação; reflexão crítica sobre a prática (Freire, 1997).

À vista disso, as possibilidades de desenvolver uma educação libertadora pelo viés das metodologias ativas são múltiplas, pois trabalham com princípios como o ensino por pesquisa e o ensino por problemas, e também com seminários; trabalho em pequenos grupos; relato crítico de experiência; socialização; mesas-redondas; exposições dialogadas; debates temáticos; oficinas; leitura comentada; apresentação de filmes; interpretações musicais; dramatizações; dinâmicas lúdico-pedagógicas; portfólios (Paniago, 2017).

No que tange ao ensino de Ciências, precisamos avançar em relação aos atuais modelos de ensino-aprendizagem, que, conforme Krasilchik (2000) e Cachapuz *et al.* (2011), têm sido desenvolvidos com características análogas às últimas três décadas, demarcados por um viés conteudístico, de forma centrada em aulas expositivas por partes dos professores.

Defendemos a importância de que o ensino de Ciências aconteça numa perspectiva investigativa e crítica, de modo a promover a formação de cidadãos críticos e conscientes de suas responsabilidades sociais. Defende-se, então, um ensino que rompa com os pressupostos tradicionais e avance na perspectiva investigativa, nesse sentido, Sasseron sinaliza:

A investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos (Sasseron, 2015, p. 58).

Por conseguinte, defendemos inovações nos processos de formação de professores de Ciências de modo a preparar futuros professores que contribuam para a instrução de cidadãos críticos e participativos, que entendam a complexa e atual realidade transformadora que afeta diretamente os processos escolares, em relação aos quais, de acordo com Sasseron (2015, p. 52), exige-se: “[...] um alto grau de comprometimento com a percepção de que o mundo está em constante modificação, sendo importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre nossa vida”.

Ademais, Ceolin, Chassot e Nogaro (2015) apontam sobre a fundamentalidade de o ensino de Ciências possibilitar aos estudantes a leitura do mundo em que estão inseridos por meio das lentes da Ciência. Logo, torna-se essencial que os estudantes sejam ativos em seu processo de ensino e aprendizagem, e não simplesmente passivos. Em face do exposto, em seguida apresentaremos os nossos achados.

3. Narrativa do ensino de ciências pelo viés da cultura maker

A partir dos objetivos da pesquisa, organizamos os dados recolhidos nas seguintes categorias: 1) Diagnóstico; 2) Produção de material didático na impressora 3D e avaliação; e 3) prática envolvendo o teatro no contexto do Beija-Flor.

3.1 Diagnóstico para o levantamento das principais dificuldades quanto aos conteúdos da disciplina de Ciências

Diagnóstico para o levantamento das principais dificuldades quanto aos conteúdos da disciplina de Ciências

O diagnóstico consiste em um momento fundamental para se entender as necessidades e depois intervir. Importante destacar que, nesse processo, precisamos estar atentos para coletar o máximo de informações. Paniago, Nunes e Cunha (2021) ressaltam a importância de os estagiários serem orientados para uma observação investigativa, se atentando para toda a estrutura, a organização e o funcionamento escolar, de forma a coletar todos os dados necessários e, assim, construir o seu diagnóstico, para que, futuramente, anexe em seu relatório. Nas palavras de Paniago, Nunes e Cunha,

[...] para a realização do diagnóstico, é importante que os estagiários sejam orientados para observarem, de forma investigativa, os diversos aspectos singulares e complexos que permeiam o ambiente escolar e sobre a forma como desenvolver o diagnóstico (Paniago; Nunes; Cunha, 2021, p. 217).

Com a realização do diagnóstico, por meio de diálogo com a professora supervisora e aplicação de questionário via *Google Form* com os estudantes, pudemos identificar algumas necessidades apontadas em termos de conteúdos para os anos finais do ensino fundamental, tais como genética e hereditariedade, células (vegetal e animal), temas considerados abstratos e de difícil compreensão, e que, por sua vez, são confundidos e não compreendidos em sua totalidade, assim como todas as estruturas presentes no meio celular e suas variadas funções. Essa temática se encontra no eixo – Vida e evolução – Célula como unidade de vida, em relação a qual destacamos como habilidade (EF06CI05) explicar a organização básica das células e o seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos (BNCC, 2018).

A partir do levantamento das necessidades, elaboramos os materiais didáticos na impressora 3D e incluímos outras estratégias didáticas, como é o caso do teatro, conforme segue.

3.2 *Produção de material didático na impressora 3D e avaliação*

A partir dos resultados obtidos no diagnóstico, foram elaborados diversos materiais utilizando o IF LabMaker do Campus Rio Verde, com enfoque no conteúdo das células animais e vegetais, visando levar o conteúdo de Ciências aos estudantes dos anos finais do ensino fundamental, a fim de que eles coloquem a “mão na massa”, atuando como “criadores”, assim como se traduz a palavra “*Maker*”.

Os materiais didáticos foram produzidos na impressora 3D. No primeiro momento, selecionamos alguns moldes já prontos em sites de softwares que se conectam com a impressora, tais como TinkerCad e Blender. Após a escolha dos moldes, navegamos na área de edição para ajustarmos alguns detalhes para que a impressão pudesse ficar o mais coerente possível com a realidade.

Logo, pudemos lançar e programar toda a impressão, e a impressora começar o seu trabalho. A impressora 3D consegue transformar um arquivo em uma peça física por meio da sobreposição de várias camadas impressas. Tais camadas são constituídas por filamentos de plástico (de baixo custo) que saem do bico da impressora. Para que o plástico consiga sair para iniciar a impressão, o bico pode chegar a 250 °C e possui alta capacidade de se esfriar, ou seja, não necessita de ventilador. Após a finalização da impressão

– que pode variar entre minutos e horas –, a depender do tamanho do objeto, a impressora sinaliza; logo, aguardamos alguns minutos e desgrudamos a peça com o auxílio de uma espátula. Algumas peças são possíveis de imprimir juntas – caso sejam sobrepostas –, já outras são impressas separadamente, visto que a impressora inicia o processo de baixo para cima e não retira o bico da lâmina da mesa de impressão.

As **Imagens 1 e 2** apresentadas a seguir sinalizam os vários tipos de células produzidas na impressora 3D. Ressalta-se que as estruturas apresentadas foram impressas em material transparente, em relação ao qual o aluno poderá colorir cada estrutura com a cor indicada.

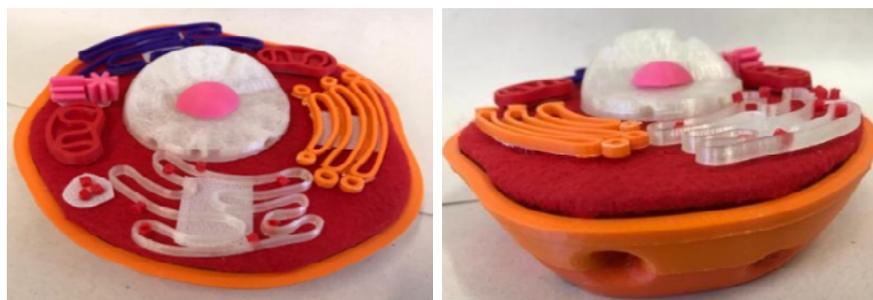
Imagens 1 e 2 — Representação de uma célula animal em material transparente



Fonte: elaborado pelas autoras, 2023.

As **Imagens 3 e 4** representam também uma célula animal. Contudo, a estrutura representada foi impressa em material colorido e colado com velcro, o que permite ao estudante mudar as posições de cada organela e também tirar cada estrutura para poder analisar.

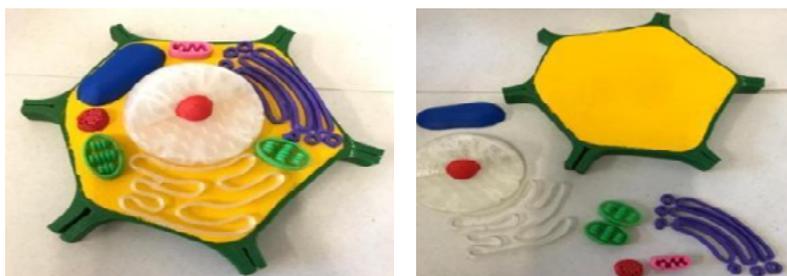
Imagens 3 e 4 — Representação de célula animal em material transparente



Fonte: Autoras (2023).

Por fim, as **Imagens 5 e 6** representam uma célula vegetal. A estrutura foi impressa em material colorido e não possui nenhum material que mantenha as organelas fixas, isso permite que o aluno possa montar e desmontar de forma mais fácil.

Imagens 5 e 6 — Representação de célula vegetal em material colorido



Fonte: Autoras (2021).

Após a produção dos materiais didáticos, nós os utilizamos em situações reais com estudantes da educação básica dos anos finais do ensino fundamental, especialmente do 7º ao 9º ano, tanto em contexto do ECS como em outras situações, tais como a Feira de Ciências e no Beija-flor.

Em sala de aula, com estudantes do 8º e 9º ano, evidenciamos que eles se envolveram muito, pois puderam manusear os diversos tipos de células e ter uma ideia mais prática acerca desse conteúdo. Além de manusearem a célula, eles puderam pintar e, com isso, se envolverem no processo de sua aprendizagem, sendo ativos e protagonistas, conforme elucida Moran (2018).

A **Imagem 7** apresenta um dos momentos da prática com os estudantes da escola de educação básica.

Imagens 7 — Prática em escola de educação básica durante o ECS



Fonte: Autoras (2021).

Ademais, participamos de várias feiras de Ciências, mostrando todos os materiais impressos e as impressoras, para que os estudantes e professores pudessem ver como funciona todo o processo para a construção dos materiais.

No processo de reflexão com os estudantes dos anos finais do ensino fundamental, além de levar os materiais, nós discutimos sobre a Cultura Maker, e eles relataram que já se consideravam makers mas

nem sabiam, pois, diversas vezes, tiveram que criar ou consertar algum objeto em suas casas.

Desse modo, além de dialogarmos sobre os aspectos teórico-práticos Educação e Cultura Maker, os estudantes puderam associar os conteúdos com os materiais ali impressos ao mesmo tempo que refletiam sobre essa abordagem teórica em sua vida. Conforme Freire (1997) anuncia, valorizar os saberes dos estudantes é uma condição importante para o processo de ensino-aprendizagem nas instituições escolares.

Com nossa experiência, pudemos constatar que momentos como esse são de grande relevância no processo de desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes, pois permitem que eles relacionem, de forma concreta, a teoria à prática. De acordo com Oliveira *et al.* (2019, p. 5), “[...] as atividades em que se promova a interação entre estudantes e professor modificam o ambiente de aprendizagem, as relações mudam e o ambiente se torna um local propício à educação e formação da cidadania do aluno”.

3.3 Prática envolvendo o teatro no contexto do Beija-Flor

Além de desenvolvermos atividades na escola de educação básica com estudantes dos anos finais – especialmente no 8º e 9º ano – durante o ECS, eles também participaram de atividades no Labmaker do IF Goiano e do Centro de Educação Rosa de Saberes durante o Circuito Beija-Flor. O Circuito Beija-flor é um projeto do IF Goiano que reúne vínculos com o Jardim Botânico e o Centro de Educação Rosas de Saberes, cujo objetivo é proporcionar um momento de partilha de experiências entre família, sociedade e escola, suscitando nas crianças, jovens, adolescentes e sociedade em geral o zelo pelo meio ambiente.

Participamos do 7º Circuito Beija-flor, cuja temática foi a Educação Ambiental. Para abordar a temática proposta pelo viés da Cultura Maker, possibilitamos aos estudantes visualizar outros materiais além das células, explorando outra estratégia didática de modo que eles se envolvessem mais. Para tanto, elaboramos um teatro que retratou a forma correta de separar o lixo e, a partir disso, construir uma composteira em casa. Em seguida, propomos um jogo de tabuleiro que permitiu aos alunos ir avançando de casa à medida que as perguntas sobre o Meio Ambiente eram respondidas. Esses momentos permitiram que os estudantes “entrassem em cena” e, por meio do diálogo, propusessem soluções para situações-problemas, analisando conceitos e competências, a fim de construir o seu conhecimento.

Imagens 8 e 9 — Tabuleiro construído pelas estagiárias e os estudantes com peças impressas na impressora 3D



Fonte: Autoras (2021)

Assim, constatamos que, além de protótipos e dos materiais didáticos, é possível abordar o ensino-aprendizagem por meio de teatros e outras estratégias didáticas; o importante é que haja uma correlação entre os objetivos de ensino, o conteúdo e a metodologia no planejamento da atividade (Paniago, 2017).

De modo geral, constatamos que quaisquer estratégias e recursos didáticos podem ser utilizados na perspectiva da Educação Maker e das Metodologias Ativas. O importante é que os futuros professores, ou os que já estão em efetivo exercício, tenham criatividade e deixem os estudantes colocarem a mão na massa.

Dessa maneira, o Movimento Maker proporciona diversas formas de aprendizagem que contribuem para o ensino de Ciências, para isso o professor precisa estar aberto ao “novo”, e sempre se atualizando e inovando em sua prática docente. Freire (1996) elucida que ensinar exige risco e aceitação do novo, por isso é preciso estar aberto ao risco, pois o novo poderá agregar; e, assim, ser acolhido, e não rejeitado.

Por certo, as atividades realizadas nesta pesquisa, além de potencializarem a relação de ensino, pesquisa e extensão no contexto das práticas formativas das licenciaturas do IF Goiano, puderam contribuir para a nossa formação como futuras professoras (primeira e segunda autoras), bem como para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências na educação básica, pois, em todo esse processo, priorizamos atividades assentadas nos três pilares: o aprender fazendo (*learningbydoing*), a aprendizagem baseada em projetos e o faça você mesmo (*do it yourself - DIY*).

4. Considerações finais

Ao intencionarmos desenvolver o ensino de Ciências por meio de diferentes métodos de ensino, utilizando a impressora 3D durante o ECS, com base nos princípios das Metodologias Ativas e da Educação Maker, percebemos a importância de estudos teóricos consolidados para que possamos ter um novo olhar sobre as diferentes formas e os caminhos para mobilizarmos em sala de aula como futuras professoras.

Não apresentamos nada novo, contudo foi um enorme esforço desenvolver uma prática de ensino diferenciada, utilizando materiais didáticos e estratégia com suporte na Educação Maker e nas Metodologias Ativas, tendo em vista que estamos em processo inicial de formação como professoras. Além de desenvolver uma prática diferenciada, o registro do processo e a análise e produção deste texto foram de extrema dificuldade, mas também de aprendizagem.

Foram várias as aprendizagens, tanto em relação ao choque de ter que lidar com os estudantes e as suas diferentes formas de ser quanto a ter que aprender e atuar de modo simultâneo como professoras e pesquisadoras.

Por certo, um dos maiores desafios de estar em sala de aula é saber como fazer com que os alunos se sintam atraídos pela aula. Afinal, não temos experiência pedagógica e conhecimentos suficientes

para mobilizar diferentes formas e métodos de ensino que contemplem a diversidade de aprendizagem dos estudantes. Ademais, quando encaramos uma sala de aula, sempre fica uma tensão em termos de recepção dos estudantes, considerando que somos estagiárias. Contudo, com o ECS, as tensões e o medo foram sendo amenizados, principalmente pelo apoio das professoras orientadoras e perante as práticas de ensino desenvolvidas, em que envolvemos os estudantes em todos os momentos.

Com isso, fomos percebendo que toda ação implica uma ação planejada com objetivos de ensino definidos, com o propósito de dotar conceitos importantes como a capacidade e a organização, para que, assim, possamos atender aos objetivos propostos sem que isso seja apenas algo novo e diferente. Quando o objetivo é bem definido, é possível construir uma relação e obter efetivas as contribuições que tais inovações podem oferecer para enfrentar esses desafios, e, desse modo, contribuir com a escola na formação do estudante, de um novo cidadão e até mesmo de um novo profissional para esse mundo.

De modo geral, como futuras professoras (primeira e segunda autora), foi possível constatar que a Educação Maker incentiva os estudantes a se sentirem apaixonados e motivados a aprender de uma forma divertida, colaborativa e criativa. Isso nos faz defender a importância de os professores e as escolas criarem ambientes inovadores, makers, para o desenvolvimento de atividades concretas e experimentais no processo de ensino-aprendizagem de Ciências.

24. Referências

AZEVÊDO, L. S. **Cultura maker**: Uma nova possibilidade no processo de ensino e aprendizagem. 2019. Dissertação (Mestrado em inovação em tecnologias educacionais) —Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2019.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CEOLIN, Izaura; CHASSOT, Attico Inácio; NOGARO, Arnaldo. Ampliando a alfabetização científica por meio do diálogo entre saberes acadêmicos, escolares e primevos. **Revista Fórum identidades**, Itabaiana, v. 18, n. 9, p. 13-34, 2015.

DOUGHERTY, Dale. The maker mindset. In: **Design, make, play**. Routledge, [s. l.], 2013, p. 7-11.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

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

INSTITUTO FEDERAL GOIANO. Regulamento Estágio Supervisionado Curricular obrigatório dos cursos de licenciaturas do instituto federal goiano campus rio verde para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º) e do ensino médio. Rio Verde: IF Goiano – Campus Rio Verde, 2022. Disponível em: https://ifgoiano.edu.br/home/images/RV/2022/Abril/Regulamento_dos_Estgios_Curriculares_Obrigatrios_das_Licenciaturas-2022.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** 2. ed. São Paulo: EPU, 2017.

MORAN, J. Metodologias Ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: penso, 2018. p.1-26.

NUNES, João; CHAVES, João. Tecnologias digitais na educação superior: a analítica da aprendizagem e a Didática. 2015. In: CAVALCANTE, Maria Marina Dias et al. Didática e prática de ensino: diálogos sobre a escola, a formação de professores e a sociedade. Didática e Prática de Ensino: diálogos sobre a Escola, a Formação de Professores e a Sociedade: EdUECE - Livro 4 00347 2015, p. 347-358.

PANIAGO, R. N.; NUNES, P. G.; CUNHA, F. S. R. Diagnóstico escolar no estágio curricular supervisionado de cursos de licenciatura pelo viés da investigação. In: SANTIAGO, Leia Adriana da Silva et al. (org.). **Formação de professores: Subsídios para a prática docente.** 1. ed. Porto Alegre: Editora Fi, 2021, v. 1, p. 213-233.

PANIAGO, Rosenilde Nogueira. **Os Professores, Seu Saber e o Seu Fazer.** Paraná: Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2017.

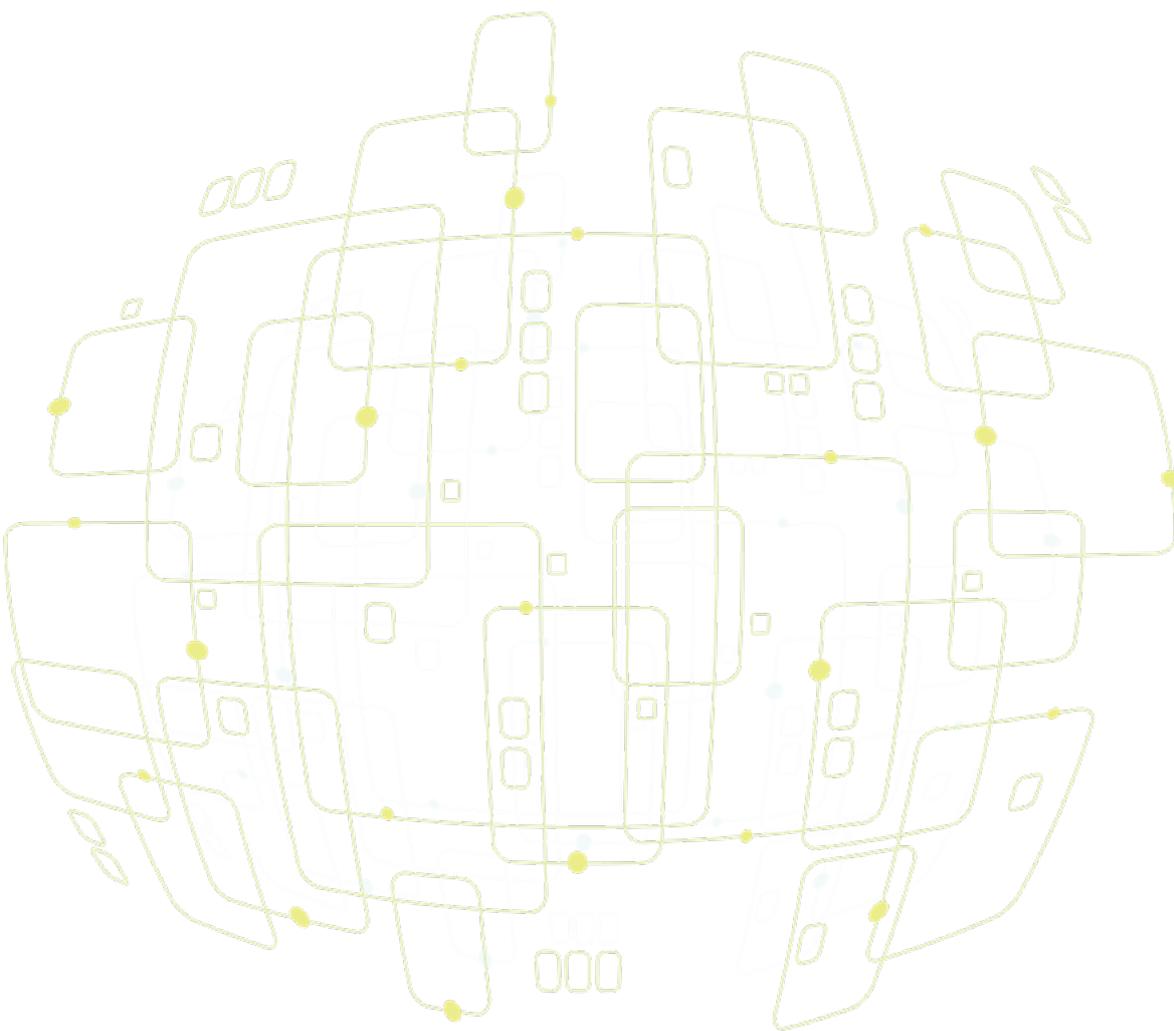
PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência.** 6. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

ROSSI, B. F.; SANTOS, E. M. S.; OLIVEIRA, L. S. A cultura maker e o ensino de matemática e física. In: ENCONTRO VIRTUAL DE DOCUMENTAÇÃO EM SOFTWARE LIVRE E CONGRESSO INTERNACIONAL DE LINGUAGEM E TECNOLOGIA ONLINE, 2019, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: EVIDOSOL/CILTec-Online, 2019.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SILVA, Ivaneide Dantas; SANADA, Elizabeth dos Reis. Procedimentos metodológicos nas salas de aula do curso de pedagogia: experiências de ensino híbrido. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 77-90.

SOSTER, Tatiana Sansone. Revelando as essências da Educação Maker: percepções das teorias e das práticas. 2018. 174 f. Tese (Doutorado em Educação) — Programa de Pós-Graduação em Educação, PUCSP, São Paulo, 2018.



I Sobre os autores



**Rosenilde Nogueira Paniago
(Organizadora)**

Possui pós-doutorado e doutorado em Ciências da Educação. Professora no Instituto Federal Goiano, líder do grupo de pesquisa Educação, com atuação e pesquisas na área de Formação de Professores, Práticas Educativas, Saberes Identidade Docente.



Adrielly Aparecida de Oliveira

Mestra em Educação para Ciências e Matemática pelo IFG - Campus Jataí. Especialista em Pedagogia Universitária pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Especialista em Educação a Distância pela FAEL. Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde. Licenciada em Pedagogia pela UNINTER. Professora de química no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde. Pesquisa sobre Formação de Professores, especificamente sobre a formação do professor pesquisador ministrando cursos acerca da temática junto ao IF Goiano.



Andressa

Estudante de Ciências Biológicas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IF Goiano), no campus de Rio Verde. Bolsista do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID). Bolsista do programa de Residência Pedagógica, promovido pela Capes.



Elisvane Silva de Assis

Graduação em Ciências Biológica (UFG) 2005. Especialização Formação de professores e práticas educativas. Mestrado e doutorado em Ciências Agrárias .Professora Efetiva da Rede Estadual de Ensino de Goiás. .Email: elisvane.assis@educa.go.gov.br.



Fernanda Elen

Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Participou de projetos com o uso da tecnologia de impressão 3D durante atividades de estágio curricular supervisionado. E-mail: fernande.elen@estudante.ifgoiano.edu.br



Geovanna Gomes de Jesus

Licencianda em Ciências Biológicas - IF Goiano Rio Verde. Residente no Programa Residência Pedagógica (2023) Bolsista de Projeto de Pesquisa em Iniciação Científica (2020-2023). E-mail: qeovannagomes68@gmail.com



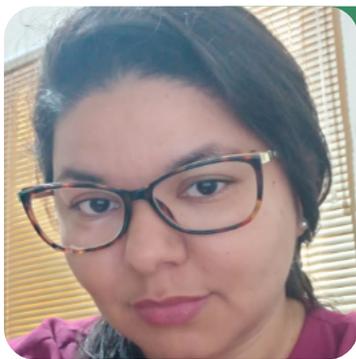
Lusilêde Pereira de Sousa Araújo

Estudante de licenciatura em ciências biológicas/Rio Verde -Go no IF Goiano. Residente no Programa Residência Pedagógica (2021-2023). E-mail lusilede.pereira@estudante.ifgoiano.edu.br



Márcio Antônio Ferreira Belo Filho

Professor EBTT no Instituto Federal Goiano (IFGoiano), Câmpus Rio Verde. Bacharel em Matemática Aplicada e Computação Científica no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP). Mestre e Doutor em Ciências na área de Ciências de Computação e Matemática Computacional pelo ICMC-USP. Tem experiência e interesse na área de matemática aplicada, com ênfase: em pesquisa operacional; planejamento, programação e controle da produção; modelagem matemática; programação linear inteiro-mista e métodos exatos, heurísticos e híbridos de apoio à decisão. Tem experiência recente e interesse na área de cultura e educação maker, modelagem e impressão 3D e metodologias ativas.



Priscila Jaqueline de Oliveira Silva

Priscila Jaqueline de Oliveira Silva
Licencianda em Ciências Biológicas - IF GOIANO
Campus Rio Verde
Bolsista no PIBIC (2021-2022)
Residente no Programa Residência Pedagógica (2023)
E-mail: jaqks_03@hotmail.com



Mariluzia Silva Leite

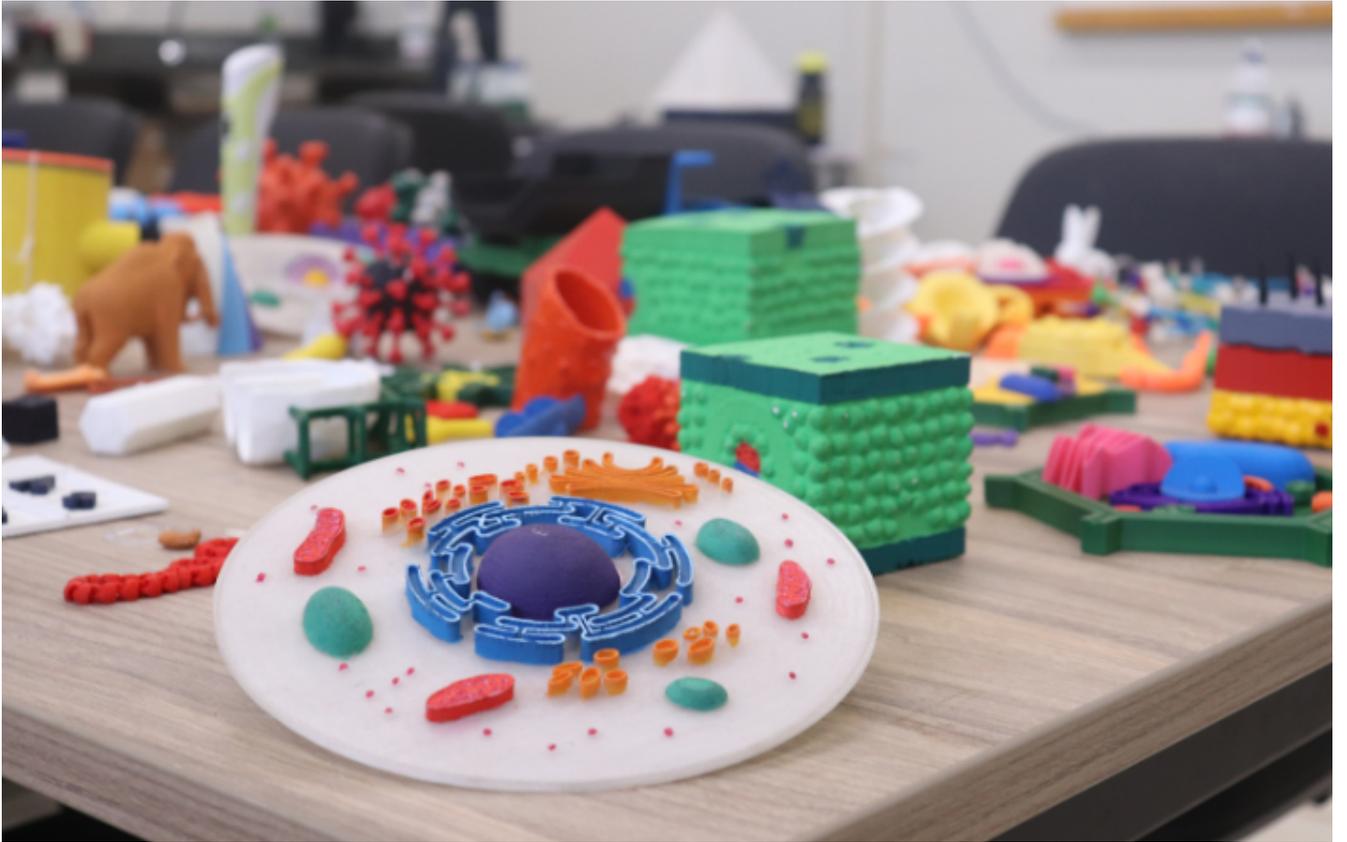
Graduação em Ciências Biológica pela (UFMT). Possui mestrado e doutorado em Ciências Agrária pelo IFGOIANO. Email: mariluzia.leite@gmail.com. Professora efetiva da Rede Estadual de Educação desde 2004. Professora Efetiva da Rede Estadual de Ensino de Goiás.



Sebastião Carvalho Vasconcelos Filho

Doutorado em Fitotecnia pela UFRRJ. Professor no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, com experiência em Botânica, Ecologia, anatomia de plantas e fitotecnia. Pesquisa plantas em ambientes poluídos, propagação e morfogênese in vitro. E-mail: sebastiao.vasconcelos@ifgoiano.edu.br







INSTITUTO FEDERAL
Goiano



EDITORA
IF GOIANO

