Impressão 3D como Recurso para o Desenvolvimento de Material Didático: Associando a Cultura Maker à Resolução de Problemas

Jarles Tarsso Gomes Santos

Adja Ferreira de Andrade

Programa de Pós-graduação em Inovação em Tecnologias Educacionais - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – (jarlestarsso@gmail.com, adja@imd.ufrn.br)

Resumo. Este estudo busca apresentar uma proposta de aplicação para a impressora 3D no contexto educacional, em uma escola pública da Paraíba, associando-a à resolução de problemas. Na ocasião, os estudantes usaram conhecimentos adquiridos em sala para atuar sobre o problema que permeia várias instituições de ensino: a falta de material didático para uso em atividades práticas. A partir disso, usaram a metodologia ativa *Design Thinking* para auxiliar no processo, construindo ideias e protótipos para uso como material didático. Os resultados apontam que a impressora 3D pode facilitar o ensino de conteúdos que compõem o currículo escolar, seja estimulando os estudantes na construção de modelos ou fazendo uso de modelos prontos como material didático.

Palavras-chave: impressão 3D, metodologias ativas, prototipagem, cultura *maker*, inovação.

3D printing as a resource for development of teaching material: associating Maker Culture to Problem Solving

Abstract. This study seeks to present an application proposal for the 3D printer in the educational context, in a public school in State of Paraíba, Brazil, associating it with problem solving. During the activity, students used knowledge acquired in the classroom to act on the problem that permeates various educational institutions: the lack of teaching material for use in practical activities. From this, they used the Design Thinking, an active learning to assist in the process, building ideas and prototypes for use as teaching material. The results indicate that the 3D printer can facilitate the teaching of subjects that make up the school curriculum, either by inducing students to build models or by using ready-to-use models as teaching material.

Keywords: 3D printing, active learning, prototyping, maker culture, innovation.

1. Introdução

Percebe-se cada vez mais a necessidade de Tecnologias Educacionais inovadoras, no sentido de melhorar o processo de ensino e aprendizagem nas instituições educacionais públicas do Brasil. A impressora 3D, por exemplo, é uma dessas possibilidades. Ela 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 e Delizoicov Neto, 2015).

Essa tecnologia permite que os estudantes adotem um pensamento *maker*, por meio da construção e exploração dos materiais. O movimento *maker* possui a filosofia da *hands-on* (mão na massa) e *do it yourself* (faça você mesmo), que incentivam a criatividade dos estudantes durante os momentos de aprendizagem, abrindo a possibilidade para trabalhar a resolução de problemas.

A respeito da resolução de problemas, a Base Nacional Comum Curricular

(BNCC) prevê “o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade” (Brasil, 2017). Desse modo, o documento contempla não só as competências específicas já determinadas para cada nível de ensino, mas aborda formas para o cumprimento dos itinerários formativos¹ previstos.

Apesar de tantas possibilidades, ainda é comum observarmos aulas que se configuram na sua totalidade como ditas tradicionais, apresentando como proposta metodológica apenas o método expositivo. A biologia, por exemplo, é uma ciência na qual as observações e experimentações são fundamentais para garantir a assimilação do conhecimento (Perini et al., 2016), ou seja, é uma área em que a prática deve estar sempre presente no processo de ensino. Diversos fatores influenciam para que haja uma aprendizagem desconectada da prática, sendo a inexistência de laboratórios um dos principais empecilhos para o trabalho do professor na realização dessas aulas (Andrade e Costa, 2016). Podemos, portanto, imaginar um cenário em que a impressão 3D permita o desenvolvimento de materiais que possibilitem tornar as aulas de ciências em atividades práticas, por meio de experiências e observações.

Para isso, este artigo traz como objetivo realizar um estudo em uma Escola do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional da Paraíba, abordando uma possibilidade de inserção da impressora 3D no contexto de sala de aula, associando-a à resolução de problemas, buscando produzir objetos que venham a constituir um minilaboratório, a ser usado para potencializar aulas no componente curricular ciências, visando ainda amenizar um problema que permeia diversas escolas: a falta de material concreto para o uso como recurso didático.

Além desta seção introdutória, este artigo está estruturado em mais quatro seções: a seção 2 apresenta o contexto teórico, a seção 3 a metodologia do trabalho, a seção 4 apresenta uma análise sobre os resultados obtidos e a seção 5 apresenta as conclusões sobre os achados da pesquisa.

2. Aporte Teórico

Nesta seção serão apresentados os aportes teóricos que deram subsídios a realização dessa pesquisa, destacando alguns trabalhos correlatos de uso da impressora 3D no contexto educacional.

2.1. Impressão 3D na Educação

Na educação, a impressora 3D vem sendo empregada como uma ferramenta capaz de potencializar o processo de ensino. De acordo com Blikstein (2013) o grande diferencial dos objetos desenvolvidos mediante a impressora 3D está na qualidade, podendo usá-los para testes reais e funcionais.

O principal motivo para a popularização em massa das impressoras 3D, inclusive no contexto educacional, ocorreu após o compartilhamento de códigos-fonte em repositórios virtuais, tornando-as acessíveis ao público em geral. De acordo com Blikstein (2013) a grande queda dos preços contribuiu para que pequenos grupos pudessem desenvolver seus próprios modelos de impressoras 3D em poucos dias.

O uso da impressão 3D na educação já é realidade em diversos países. Um

¹ A Lei nº 13.415/2017 altera o modelo único de currículo, acrescentando uma parte diversificada e flexível, prevendo o ensino médio formado pela BNCC e itinerários formativos que serão organizados de acordo com a realidade local das instituições de ensino.

estudo realizado pela *The New Media Consortium* (NMC), no ano de 2014, revela que as escolas ao redor do mundo sofrerão grande revolução. Hoje é possível validar os seus resultados, visto o quão presentes as impressoras 3D estão das escolas. No Brasil, apesar de investimentos menores, há estados que já começaram a adquirir impressoras 3D. Na Paraíba, desde o ano de 2016, escolas vêm sendo equipadas com um laboratório de ciências que contempla uma impressora 3D do modelo *Winbo Mini*. A impressora em questão foi utilizada durante o desenvolvimento deste estudo, visto que a escola *locus* foi uma das contempladas com o laboratório.

2.1.1. Trabalhos Correlatos

Na revisão da literatura pode-se perceber que poucos estudos são encontrados no que diz respeito ao uso da impressora 3D na educação básica, visto que a grande maioria se concentra em instituições de ensino superior.

Estudos brasileiros já propõem o uso da impressão 3D como ferramenta didática. Alunos da Unesp, por exemplo, mostraram possibilidades para a construção de modelos para o ensino de física e reforçam a necessidade de investimentos para a formação de professores, para que possam trabalhar de forma ativa com essa ferramenta (Aguiar e Yonezawa, 2014).

A impressão 3D é também associada ao auxílio a deficientes visuais. Propostas como o desenvolvimento de objetos em alto relevo para uso tátil nos componentes curriculares física e matemática (Colpes, 2014) e a reprodução de peças artísticas que visam permitir às pessoas cegas apreciarem a estética das peças (Silva, Florindo e Machado, 2017) são exemplos do potencial que o ensino auxiliado pela impressão 3D tem em tornar o ambiente em sala inclusivo.

Um projeto idealizado na USP aborda o uso da impressão 3D como forma de lecionar sobre a anatomia humana (Wen, 2016). De acordo com o autor da pesquisa, o ensino por meio da impressão 3D pode abranger vários níveis formativos, indo do fundamental à educação profissional.

Já alunos da UNESPAR, reforçam que é preciso tempo e estudo para garantir que haja um bom trabalho por parte do educador (Basniak e Liziero, 2017). Os autores participam de um projeto cujo objetivo é desenvolver modelos para serem usados nas aulas de matemática. Os mesmos afirmam que o uso da impressora 3D possibilita desenvolver materiais antes difíceis ou até impossíveis de adquirir para uso em sala.

Quanto ao uso da impressão 3D voltado para os componentes curriculares ciências e biologia, foco deste estudo, alguns trabalhos apresentam alternativas para o desenvolvimento de práticas. De acordo com Medeiros et al. (2016), existem contextos em que o uso de ferramentas como impressoras 3D e cortadoras a *laser* podem ser utilizados. No estudo, os autores guiaram estudantes na verificação do processo de produção de energia, como a matéria prima utilizada e o processo de construção.

A experiência relatada ocorreu junto a estudantes do 8º e 9º anos do ensino fundamental, em um *FabLab*, oficina para fabricação digital, permitindo que os estudantes tivessem contato direto com as ferramentas. Para os autores, os espaços criativos proporcionados pelo movimento *maker* (a ser discutido na seção 2.2) apresentam um ambiente favorável à construção do conhecimento do estudante, bem como a realização de atividades de cunho criativo e colaborativo, corroborando com as afirmações de Blikstein (2013), que propõe um ensino a partir do desenvolvimento criativo essencial em uma abordagem *maker*.

Aguiar (2016) desenvolveu momentos formativos com estudantes de cursos de licenciatura, guiando-os a partir de um processo de produção de materiais didáticos para

uso em aulas de ciências. Diante da pesquisa, o autor considera que o professor deve possuir algumas habilidades, como aprender a manipular as ferramentas e seus *softwares*, bem como compreender de que forma é possível articular o material didático para uso da impressora 3D.

Os trabalhos desenvolvidos denotam um avanço tecnológico na educação brasileira e apresentam possibilidades de uso da impressora, mostrando que ela pode abarcar diversos conteúdos, agregando vários componentes curriculares. Quanto a sua aplicação voltada para ciências e biologia, é possível observar que o mesmo ocorre a partir de atividades de experimentação, em que os estudantes podem pôr a mão na massa, ao invés do simples uso dos objetos já impressos.

2.2. Movimento *Maker*

Na educação, um dos grandes responsáveis pela introdução da impressora 3D como ferramenta para facilitar o processo de ensino é o movimento *maker*, que busca estimular pessoas a realizarem a fabricação dos próprios objetos, usando recursos como impressoras 3D, cortadoras a *laser*, robótica, placas arduino e diversas outras ferramentas (Silveira, 2016).

O movimento *maker* associa-se diretamente à proposta construcionista de Papert (1986), permitindo que o estudante construa seu conhecimento na medida em que cria e compartilha seus projetos abertamente (Blikstein, 2013). De acordo com Santos e Lima (2018) o construcionismo permite uma aprendizagem significativa, em que o conteúdo pode ser integrado a realidade do estudante, fazendo com que ele construa seu conhecimento de forma autônoma, mediante a interação com o ambiente em que está envolvido.

Na visão de Silveira (2016) o “pôr a mão na massa” proporcionado pelo movimento *maker* contribui para que os estudantes adotem posturas criativas e proativas, gerando um modelo mental que auxilia para a resolução de problemas cotidianos. Dessa forma, a associação da impressora 3D garante que estudantes não apenas adquiram conhecimentos teóricos, mas apliquem para resolver problemas.

No Brasil, o movimento *maker* ainda está em crescimento. Porém, estudos apontam para uma melhoria nas práticas pedagógicas. De acordo com Barbosa E Silva e Merkle (2016) apesar de o termo *maker* ser pouco utilizado, muitas experiências no Brasil tratam essa abordagem. A robótica, por exemplo, leva às escolas materiais como chaves de fenda, alicates e eletrônicos, guiando os estudantes a experimentarem novas práticas. Os autores apontam ainda para uma necessidade no que diz respeito ao suporte financeiro e pedagógico para que as escolas possam desenvolver projetos que visem tornar a sala de aula em um espaço *maker*.

2.3. *Design Thinking* como metodologia para resolução de problemas

A abordagem do *Design Thinking* (Gonsales, 2018) enquanto uma metodologia educacional ativa, mostra-se bastante interessante para a proposta. A escolha de uma abordagem diferente do habitual, nasce do desejo em fazer com que os estudantes sejam ativos durante todo o processo de construção dos modelos na impressora 3D.

De acordo Gonsales (2018), a metodologia está subdividida em cinco etapas: descoberta, interpretação, ideação, experimentação e evolução. A fase de descoberta busca identificar os problemas e entender os desafios acarretados por eles. Na interpretação, são realizadas visitas de campo, com o objetivo de buscar significado e inspiração para as ações. A ideação consiste em desenvolver possibilidades para criar protótipos com potencial para solução dos problemas identificados. A experimentação

efetiva a ação, por meio do desenvolvimento e aplicação de protótipos. Por fim, a evolução sugere o acompanhamento dos aprendizados propostos e o constante progresso na melhoria dos problemas.

Quadro 1 - Processo de aplicação do *Design Thinking*

Descoberta	Interpretação	Ideação	Experimentação	Evolução
- Compreensão do problema; - Discussão de possibilidades para a resolução do problema; - Definição de instrumentos para coleta de dados.	- Visita à instituição de ensino, para entrevista com coordenador pedagógico e professora de ciências; - Análise da entrevista, buscando identificar materiais a serem desenvolvidos.	- Visitas a laboratórios de ciências reais, buscando observar materiais e medir vidraçarias; - Escolha dos objetos a serem impressos.	- Impressão de protótipos; - Entrega dos materiais impressos à instituição de ensino; - Obtenção de <i>feedback</i> da professora com relação à viabilidade do material.	- Melhoria dos objetos impressos.

O Quadro 1 acima demonstra como foi o percurso de aplicação da metodologia, seguindo todas as fases propostas para a resolução de um problema que visava o desenvolvimento de modelos usando a impressora 3D.

3. Metodologia

O percurso metodológico desta pesquisa iniciou com uma fase exploratória (Gil, 2008), na qual consistiu na melhor definição do objeto de pesquisa e perfil dos participantes. Um dos primeiros questionamentos era confirmar se a impressora 3D pode ser utilizada para potencializar o processo de ensino, quer seja durante a produção de materiais pelos estudantes; ou apenas, pela exploração dos materiais desenvolvidos.

Para alcançar o objetivo da pesquisa, utilizou-se a Pesquisa Intervencionista, tendo em vista que foram realizadas intervenções pedagógicas, acompanhamentos dos experimentos e avaliação dos modelos criados com o objetivo de intervir em uma realidade social e verificar o impacto dessa intervenção. Quanto à relação entre ciência, tecnologia e mercado, foi utilizada a pesquisa aplicada, por se tratar de uma pesquisa que visa solucionar um problema existente, e quando se faz o uso prático da ciência, na busca de soluções para questões ou problemas.

Quanto ao local da pesquisa, a mesma ocorreu em uma Escola de Ensino Integral, que atende na modalidade Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. A escola atende a um curso técnico em informática, que possui à disposição laboratórios de informática e robótica e tem desenvolvido trabalhos principalmente nos componentes curriculares matemática e biologia, em que os modelos são usados como auxílio em sala de aula. Os estudantes que participaram do estudo compõem uma turma do 2º ano do ensino médio, matriculados no Curso Técnico em Informática.

A atividade desenvolvida ocorreu durante o componente curricular Intervenção Comunitária, que busca realizar uma mudança significativa na comunidade, mediante o ensino embasado nas competências da BNCC, permitindo a participação ativa dos estudantes em atividades de resolução de problemas (Trindade et al., 2018). Além dos alunos, na fase de interpretação houve a presença de uma professora e uma coordenadora pedagógica.

Para a condução da pesquisa, fez-se necessário o uso de alguns artefatos tecnológicos, a fim de contribuir para a condução das atividades ora em sala de aula, ora em laboratórios apropriados para a realização das atividades. Durante os momentos de entrevista, foram utilizados *smartphones*, buscando facilitar o processo de coleta das

informações, bem como posterior análise. Durante a fase de interpretação, foi requerido o uso do *software Cinema 4D*, para modelagem 3D, além do *software Cura*, responsável por converter o modelo 3D para que a impressora 3D possa reconhecer e imprimir o objeto modelado. Por fim, a própria impressora 3D modelo *Winbo Mini* foi utilizada, para produzir os protótipos desejados.

Como procedimento de pesquisa foram delimitados grupos focais de alunos. A amostragem focal envolveu a observação em um tempo definido e o registro de seu comportamento utilizando procedimentos e instrumentos como: registro de fotos, diário de campo e questionários. A análise dos dados foi feita de forma qualitativa, fazendo uma análise dos registros e impressões dos sujeitos envolvidos.

4. Resultados e Discussão

O uso do *Design Thinking* como metodologia ativa permitiu trazer para a sala de aula um momento de análise e reflexão por parte dos estudantes, que conseguiram realizar a compreensão do contexto em que se insere uma escola sem acesso a material didático para uso em sala.

Para Ferrarini, Saheb e Torres (2019) as metodologias ativas permitem produzir conhecimento, estimulando processos cognitivos e explorando problemáticas. Portanto, para dar início ao processo de desenvolvimento do trabalho, os estudantes se mobilizaram para identificar problemas que afetam a comunidade de modo geral. Divididos em grupos, socializaram situações prejudiciais que os rodeiam, bem como suas consequências. Após elaborarem e apresentarem suas percepções, a turma chegou à conclusão de trabalhar um único desafio: auxiliar instituições de ensino com pouco material didático para uso em sala, usando a impressora 3D da escola para produzir artefatos que venham a contribuir para o processo de ensino. Além disso, poderia mostrar possibilidades de uma ferramenta até então sem uso na escola: a impressora 3D.

Com base na ideia acatada pelos estudantes, foram analisados os procedimentos que compõem a metodologia ativa *Design Thinking* no contexto educacional, usando suas cinco fases para uma tentativa de intervenção no que diz respeito à resolução do problema exposto. Abaixo, é possível observar como ocorreu cada etapa, confrontando os resultados com as possibilidades oferecidas pela impressora 3D como recurso didático em sala de aula.

4.1. Descoberta

Durante a fase de descoberta, os estudantes precisaram estudar o problema em detalhes, discutindo a importância de um laboratório de ciências para uma instituição de ensino e os prejuízos acarretados pela sua ausência. Além disso, definiram o público-alvo, momento em que são observadas as pessoas impactadas por todo o processo (Gonsales, 2018). Decidiu-se, portanto, atender a uma instituição de ensino que contempla o nível do ensino fundamental II e não possui laboratórios para uso didático.

Já no início da atividade, ficou evidente a possibilidade que a impressora 3D possui para tratar temas que abordam metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Aprendizagem Baseada em Problemas. De acordo com Ferrarini, Saheb e Torres (2019) na Aprendizagem Baseada em Projetos, os estudantes trabalham com temas reais que estejam presentes em seu cotidiano, motivando-os a construir uma solução para o problema proposto.

4.2. Interpretação

A etapa de interpretação é responsável por gerar *insights* (Gonsales, 2018), em que o grupo realiza observações e visitas de campo para obter suas inspirações e partir para a etapa seguinte. Dessa forma, parte do grupo de estudantes realizou uma visita à instituição de ensino a receber o laboratório, buscando identificar suas reais necessidades, para então seguir para a etapa de desenvolvimento dos objetos.

Diante disso, foi agendada uma entrevista com a coordenadora pedagógica da instituição e a professora de ciências, para identificar quais materiais já haviam disponíveis na escola, no que diz respeito a área de Ciências da Natureza, além de compreender a percepção das entrevistadas acerca da presença de um laboratório de ciências, com relação a sua viabilidade e importância.

De acordo com a coordenadora pedagógica da instituição “a escola não possui material para uso de laboratório fornecido por órgãos públicos, apenas algumas peças de vidraria adquiridas por intermédio de parcerias. Ao necessitar desenvolver alguma atividade em laboratório, é preciso realizar visitas a outras instituições que dispõem dos objetos ideais”. Já na visão da professora de ciências, “um laboratório é fundamental para o desenvolvimento dos trabalhos em sala de aula. (...) O uso dos materiais desenvolvidos na impressora 3D pode contribuir muito, já que o plástico utilizado é mais seguro que vidraria, tendo em vista que o público da escola é composto por crianças. E por ser possível imprimir muitos modelos, partes ósseas e partes do corpo humano ajudariam nas aulas. Os alunos poderiam classificar e pintar os objetos”.

4.3. Ideação

A ideação consiste na etapa de *brainstorming*, em que várias ideias são geradas para a resolução do problema (Gonsales, 2018). Para esse momento, foi realizada uma revisão do problema, lembrando os passos já desenvolvidos. Posteriormente, os estudantes se dividiram em grupos, analisando possibilidades para melhorar o contexto educacional da instituição, com base nas informações adquiridas durante a entrevista com a coordenadora pedagógica e a professora de ciências da escola.

O processo de análise ocorreu em três momentos diferentes: no primeiro, foi realizada uma visita a um laboratório de ciências, para que os estudantes pudessem observar itens essenciais que compõem um laboratório. Na ocasião, observaram diferentes modelos, como partes ósseas e órgãos do corpo humano, além de modelos como a célula animal e vegetal. Por fim, realizaram medições de vidrarias (Figura 1), para posterior modelagem e impressão.

Figura 1 - (a) Processo de medir vidrarias, (b) Modelagem, (c) protótipo finalizado

Outra forma utilizada para analisar os materiais, consistiu em complementar o estudo nos livros didáticos. Os estudantes identificaram conteúdos pertinentes, e, auxiliados pelo professor, selecionaram os mais relevantes à escola a receber o material.

Posterior ao estudo dos livros, as ideias foram discutidas e selecionadas ou excluídas, de acordo com as discussões geradas no processo de *brainstorming*. Em seguida, as ideias selecionadas passaram por um processo de análise de viabilidade, para identificar aquelas com possibilidades para realizar a modelagem ou impressão.

A terceira forma usada para a análise dos projetos, consistiu na exploração em repositórios virtuais, que permitem que instituições de ensino possam projetar rapidamente alguns modelos disponíveis, sem que haja necessidade de realizar a modelagem das peças. Além disso, todos os projetos modelados podem ser compartilhados, para que outras instituições também se beneficiem deles.

Quadro 2 - Materiais selecionados e possíveis habilidades a serem trabalhadas, com base na BNCC

Modelo	Habilidade da BNCC
DNA	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
Célula animal e vegetal	(EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos. (EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.
Sistema digestório	(EF05CI06) Selecionar argumentos que justifiquem por que os sistemas digestório e respiratório são considerados corresponsáveis pelo processo de nutrição do organismo, com base na identificação das funções desses sistemas.
Vidraçarias (placas de petri, tubos de ensaio etc.)	(EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).
Órgãos do corpo humano	(EF01CI02) Localizar, nomear e representar graficamente (por meio de desenhos) partes do corpo humano e explicar suas funções.
Sistema esquelético	(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.

Concluída a análise e pesquisa dos materiais, os projetos a serem impressos ou modelados foram reunidos para última análise, conforme ilustra o Quadro 2, observando sua viabilidade, arquivando ideias que parecessem muito difíceis. Esse processo torna-se importante, pois evita o gasto de tempo desnecessário (Gonsales, 2018).

4.4. Experimentação

O processo de experimentação aconteceu por meio da produção das peças, usando a impressora 3D. É nesse momento que ocorre a materialização das ideias, buscando alcançar os primeiros protótipos, mesmo que de forma rústica (Gonsales, 2018). Dessa forma, os projetos foram organizados para a impressão, a fim de levá-los até a escola (Figura 2), para posterior análise da professora de ciências. Esse processo mostrou-se de grande importância para os estudantes, devido a motivação gerada ao observar a materialização do seu pensamento, principalmente nas peças modeladas por eles mesmos. Blikstein (2013) aponta esse fato como uma das maiores vantagens no uso da impressora 3D, pois o estudante consegue criar material concreto, que possui alguma aplicação importante.

Concluído o processo de impressão, foi realizada uma nova visita a escola a receber o material, para que a professora de ciências pudesse analisar o material desenvolvido, bem como apresentar o seu *feedback* acerca do trabalho. Essa etapa do trabalho é essencial, visto que permite obter informações valiosas sobre os protótipos, a fim de melhorá-los (Gonsales, 2018).

Figura 2 - (a) Pesquisa em repositório virtual, (b) produção na impressora, (c) protótipo finalizado

Para a professora, “todo o material desenvolvido pode ser usado nas aulas. Alguns vão servir para revisar conteúdos e aprofundar outros. Além disso, o material pode servir para outros anos, no momento que houver necessidade de uma demonstração”.

4.5. Evolução

A etapa de evolução, é o momento de observar indicadores de sucesso para o trabalho (Gonsales, 2018). É nesse momento que o grupo se questiona acerca do quão contributivo foi o trabalho para as pessoas impactadas por ele. Além disso, é a parte do projeto em que se observa os próximos passos, buscando melhorar pontos importantes.

Desse modo, essa etapa ainda não foi contemplada totalmente, havendo a necessidade de explorar o uso desses materiais, para averiguar novas necessidades da escola, bem como obter melhores *feedback* da professora, no que diz respeito à viabilidade pedagógica dos objetos desenvolvidos na impressora 3D.

5. Conclusões

A partir dos resultados analisados, pode-se concluir que é possível atribuir à impressora 3D a possibilidade de auxiliar no desenvolvimento de atividades que contemplem o processo de resolução de problemas, mediante ações que engajem os estudantes a pensarem em soluções para algo que tenha significado para eles.

O uso da metodologia ativa *Design Thinking* mostrou-se uma ótima forma para auxiliar nesse processo de desenvolvimento criativo, visto que contribui para organizar ideias e auxiliar na resolução dos desafios. Além disso, outras metodologias como a Aprendizagem Baseada em Projetos possuem potencial para uso junto a impressora 3D, mesmo não sendo usada ativamente durante este estudo. É possível afirmar que este estudo atende ao objetivo proposto inicialmente: apresentar uma atividade para a inserção da impressora 3D em sala de aula, atrelando à resolução de problemas. Além disso, objetivos específicos como o desenvolvimento de um minilaboratório de ciências e o uso do *Design Thinking* também mostram o êxito logrado ao fim do estudo.

Durante todos os passos, foi possível observar outras habilidades e conteúdos capazes de serem abordados mediante o uso da impressora 3D. Atividades como a medição de vidraçarias podem auxiliar no estudo da matemática, visto que os estudantes precisam medir altura, largura, circunferência, raio e diâmetro das peças analisadas, para posterior modelagem em um *software*.

Devido à necessidade de realizar leituras para entender como alguns modelos desenvolvidos podem auxiliar no processo de ensino, estudantes compreenderam conceitos referentes aos conteúdos vistos nos componentes curriculares de Ciências da Natureza. É possível indagar acerca da hipótese de o mesmo ocorrer em outros

componentes curriculares, como matemática, química e física, em que comumente são utilizados materiais concretos para compreensão do conteúdo. Para além dos conteúdos trabalhados, a atividade também proporcionou observar competências socioemocionais previstas na BNCC, como a resolução de conflitos, comunicação e colaboração, essenciais para o desenvolvimento de um trabalho que contemple um grande grupo.

Como trabalho futuro pretende-se desenvolver um guia didático para compor o minilaboratório. O guia deverá conter todo o conteúdo que pode ser trabalhado com auxílio das peças e as habilidades previstas pela BNCC.

O trabalho trouxe contribuição à área de Tecnologia Educacional buscando contribuir para a resolução de problemas, tornando a aprendizagem de uma forma mais significativa, e estimulando o desenvolvimento da criatividade. O importante é que ao final desse processo possam surgir caminhos que viabilizem mudanças nas práticas a serem adotadas em sala de aula, exigindo também mudanças na organização didática, na organização de projetos e propostas pedagógicas inovadoras.

Referências

AGUIAR, L. C. D.; YONEZAWA, W. M. Construção de Instrumentos Didáticos com Impressoras 3D. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, 4., 2014. Ponta Grossa, PR. Anais. Ponta Grossa: PPGECT, 2014.

AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2016. 226p. Dissertação de Mestrado.

ANDRADE, T. Y. I.; COSTA, M. B. O Laboratório de Ciências e a Realidade dos Docentes das Escolas Estaduais de São Carlos-SP. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 208-214, 2016.

BASNIAK, M. I.; LIZIERO, A. R. A Impressora 3D e Novas Perspectivas para o Ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. **Revista Observatório**, Palmas, v. 3, n. 4, p. 445-466, 2017.

BARBOSA E SILVA, R.; MERKLE, L. E. Perspectivas educacionais FabLearn: conceitos e práticas maker no Brasil. In: **CONFERÊNCIA FABLEARN BRASIL**, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_159-2.pdf>. Acesso em 05 de julho de 2020.

BLIKSTEIN, P. **Digital fabrication and ‘making’ in education: the democratization of invention**. Stanford: Stanford University, 2013.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em 05 de julho de 2020.

COLPES, K. M. **Impressora de Gráficos em Alto-relevo para Cegos: Um Facilitador no Ensino da Física e da Matemática**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 98f. Dissertação de Mestrado.

FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 52, p. 1-30, 2019.

GIL, A. C. Métodos e técnica de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONSALES, P. **Design Thinking e a Ritualização de Boas Práticas Educativas**. São Paulo: Instituto Educadigital, 2018.

MEDEIROS, J.; PERES, A.; BUEIRA, C. L.; BORGES, K. S. Movimento maker e educação: análise sobre as possibilidades de uso dos Fab Labs para o ensino de Ciências na educação Básica. In: **CONFERÊNCIA FABLEARN BRASIL**, São Paulo, 2016. Disponível em: http://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_33.pdf. Acesso em 10 de julho de 2020.

PAPERT, S. **Constructionism**: A new opportunity for elementary science education. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.

PERINI, V.; OLIVEIRA, C. M.; CARNEIRO, M. A. M.; SANTOS, C. C. Os Desafios da Inserção de Aulas Práticas na Rotina de uma Escola Pública: Reflexões a Partir de um Estudo de Caso. **Revista da SBEnBio**, São Paulo. v. 9, n. 1, p. 4325-4335, 2016.

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.

SANTOS, J. T. G.; LIMA, J. F. S. Robótica Educacional e Construcionismo como proposta metodológica para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem significativa. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 16, n. 2, 2018.

SILVA, J. R.; FLORINDO, G. M. F.; MACHADO, V. R. Tecnologia 3D: Ferramenta para o Ensino de Artes Visuais para Pessoas com Deficiência Visual. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**, 18., 2017. Recife, PE. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

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

TRINDADE, A.; RIGOLINO, B. P. O.; CHIAMARELI, C. C.; BORGES, F. F.; CUNHA, P. R. **Articulação Curricular e projetos Empreendedores**: uma prática inovadora na rede pública estadual da Paraíba. João Pessoa: A União, 2018.

WEN, C. L. Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): A Integração da Computação Gráfica, Impressão 3D e Realidade Virtual para Aprendizado de Anatomia, Fisiologia e Fisiopatologia. **Rev. Grad. USP**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2016.