



KIT DE COMPLEMENTAÇÃO PEDAGÓGICA PARA CRIANÇAS DEFICIENTES VISUAIS UTILIZANDO A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D

GRADUANDA: IANA OLIVEIRA MOREIRA ALVES

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Comunicação Visual Design da Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários a obtenção do título de Designer.

ORIENTADORA: ELIZABETH MOTA JACOB

COORIENTADORA: PATRÍCIA IGNÁCIO DA ROSA

Rio de Janeiro

Maio/201

Iana Oliveira Moreira Alves

KIT DE COMPLEMENTAÇÃO PEDAGÓGICA PARA CRIANÇAS DEFICIENTES
VISUAIS UTILIZANDO A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de
Comunicação Visual Design da Escola de
Belas Artes, Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como parte dos requisitos necessários
a obtenção do título de Designer.

Orientadora: Elizabeth da Motta Jacob

Coorientadora: Patrícia Ignácio da Rosa

Rio de Janeiro

2018

Agradecimentos

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido como projeto de conclusão do curso de Comunicação Visual Design da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com orientação da professora Elizabeth da Motta Jacob e co-orientação da professora do Instituto Benjamin Constant Patrícia Ignácio da Rosa. O trabalho busca resolver problemas de acessibilidade e facilitar o aprendizado da criança deficiente visual em sala de aula, aliando novas tecnologias e meios de produção digital ao processo de design para criar um kit de material didático composto de modelos tridimensionais que auxiliem no ensino de biologia, oferecendo aos professores novos recursos que visam melhorar a absorção de conteúdo por parte das crianças.

Palavras Chave: deficiência visual; material didático; impressão 3D.

ABSTRACT

This piece of work was developed as the final project of the Visual Communication Design course at the Federal University of Rio de Janeiro, mentored by Professor Elizabeth da Motta Jacob and co-mentored by Professor Patrícia Ignácio da Rosa from Benjamin Constant Institute. The project seeks to solve accessibility issues and to facilitate the learning of visually impaired children in classrooms, combining new technologies and digital manufacturing with the Design process in order to create a didactic materials kit composed of three-dimensional models that help the teaching of Biology, giving teachers new resources that aim to improve children's knowledge absorption.

Keywords: *visual impairment; didactic materials; 3D printing.*

Sumário

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
1. Introdução	1
2. Contexto	3
2.1. Deficiência visual	3
2.2. Aquisição de conceitos e aspectos cognitivos da criança.....	7
3. Criação de material de complementação pedagógica	11
3.1. Apresentação da proposta.....	11
3.2 A tecnologia de impressão 3D.....	12
3.3 Definição e conceituação dos objetos.....	14
3.4 Fabricação do objeto "Esqueleto de sapo".....	17
3.5 Fabricação do objeto "Porífero".....	28
3.6. Aplicação e testagem do material produzido.....	33
3.6.1 Aplicação e testagem do modelo de porífero.....	34
3.6.2 Aplicação e testagem do modelo de sapo.....	38
4. Conclusão.....	43
5.Bibliografia.....	49

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho busca resolver problemas de acessibilidade e melhorar o aprendizado da criança com deficiência visual, garantindo mais acesso à informação. O projeto alia novas tecnologias e meios de produção digital ao design e à experiência do usuário para criar um kit de material didático composto de modelos tridimensionais multissensoriais que auxiliem no ensino das Ciências da Natureza, oferecendo aos professores novos recursos pedagógicos que visam o aprimoramento das estratégias de ensino utilizadas e a apropriação dos conceitos por parte das crianças.

O uso de recursos didáticos no ensino da criança com deficiência visual é um assunto amplamente discutido. Cerqueira e Ferreira (2000) afirmam que “talvez em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos assumam tanta importância como na educação de pessoas deficientes visuais” e alguns dos motivos para isso são: a dificuldade de contato com o ambiente físico encontrada pela pessoa com deficiência visual; a carência de material adequado que pode conduzir a aprendizagem a um mero verbalismo, desvinculado da realidade; o treinamento da percepção tátil que é possibilitado pelo manuseio de diferentes materiais; entre outros.

Apresentada a importância desses recursos, é necessário destacar que existe uma escassez dos mesmos no mercado. A maior parte está disponível apenas em impressões feitas por termoduplicadoras¹, material que permite que o aluno perceba as formas e contornos das representações, porém não viabiliza a percepção dos volumes. Deixando a desejar quanto ao aspecto tridimensional do objeto.

Ciências da natureza é uma disciplina que pode apresentar conceitos, a princípio bastante abstratos, tanto para alunos com deficiência visual quanto para alunos videntes². No entanto, para os alunos que não apresentam comprometimento visual, há o recurso visual que pode esclarecer conceitos através de desenhos, gráficos, tabelas e etc. Um aluno com deficiência visual não pode se beneficiar desse tipo de material e, por esse motivo, é importante pensar no desenvolvimento de recursos táteis que possam facilitar o entendimento dos conceitos da disciplina e o processo de aprendizagem deste aluno.

Para a fabricação dos objetos, foi escolhida a tecnologia de impressão 3D por ser uma tecnologia de baixo custo e que oferece liberdade de criação de modelos com as mais variadas

¹ Termoduplicadora: Equipamento duplicador de material que emprega calor e vácuo, em matrizes recobertas com película de policloreto de vinila (PVC), para impressão em relevo.

² Vidente: Indivíduo que utiliza a visão como principal canal de captação da informação.

texturas, volumes e formatos. Outra característica importante da impressão 3D é a sua natureza Open Source, que permite que os modelos criados sejam distribuídos gratuitamente para pessoas do mundo inteiro, promovendo a democratização da informação.

2 CONTEXTO

2.1 A DEFICIÊNCIA VISUAL

Considera-se deficiente visual a pessoa com a perda total ou parcial da visão de ambos os olhos. Dentro do conceito de deficiência visual existe uma separação entre pessoas cegas e pessoas com baixa visão.

A pessoa cega apresenta perda total da visão ou pouquíssima capacidade de enxergar, e por isso há a necessidade de utilização do sistema Braille para leitura e escrita. A pessoa com baixa visão ainda retém reduzida acuidade visual e consegue ver imagens e ler tipos impressos ampliados ou com o auxílio de recursos ópticos.

A deficiência visual pode ser congênita ou adquirida. A cegueira congênita acontece por meio de doenças ou má-formação durante a gestação. A cegueira adquirida ocorre após o nascimento por causas orgânicas ou acidentais.

Segundo o Censo demográfico do ano 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), No Brasil, em torno de 24% da população declara ter algum tipo de deficiência e cerca de 3,5% da população total tem alguma deficiência de caráter visual. Ou seja, em torno de 6,5 milhões de brasileiros possuem algum tipo de deficiência visual, sendo que desse número, mais de 500 mil possuem total incapacidade de enxergar.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que, se houvesse um número maior de ações efetivas de prevenção e/ou tratamento, 80% dos casos de cegueira poderiam ser evitados. Ainda segundo a OMS, cerca de 40 a 45 milhões de pessoas no mundo são cegas e outras 135 milhões sofrem limitações severas de visão.

Existem diversos recursos disponíveis para facilitar a inclusão da pessoa deficiente visual na sociedade. Entre eles, o mais importante e mais conhecido é sem dúvidas o Sistema Braille, mas além deste também existem outros recursos e ferramentas como o Soroban, Audiolivros, materiais em Thermoform, modelos tridimensionais, etc.

O sistema Braille de escrita foi criado por Louis Braille no ano de 1825. Louis ficou cego quando criança por conta de um acidente na oficina de seu pai e aos 10 anos foi estudar no Instituto Real de Jovens Cegos de Paris. Ele se baseou em um sistema de comunicação conhecido como sonografia para criar o sistema Braille de leitura e escrita para cegos. Até os dias de hoje esse sistema é amplamente usado como principal forma de ler e escrever por deficientes visuais em todo o mundo.

O sistema se baseia na combinação de 63 pontos sensíveis ao tato que representam as letras do alfabeto, números e outros símbolos gráficos. Os pontos estão organizados em conjuntos de seis, organizados em duas colunas verticais, com três pontos à direita e três à esquerda, em uma cela denominada cela Braille (Imagem 1).

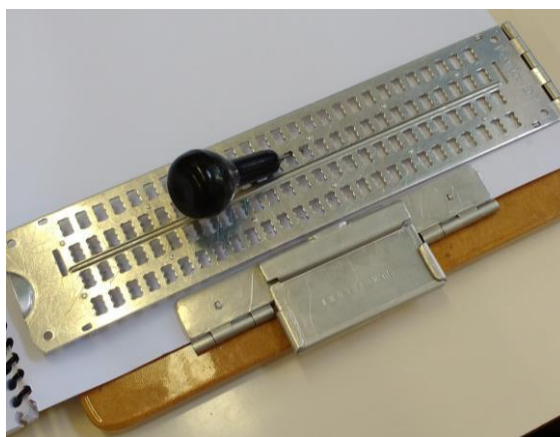
Imagem 1 - Celas Braille representando os números



Fonte: da autora

Os textos no sistema Braille podem ser redigidos através de impressoras computadorizadas; máquinas de escrever em Braille (Perkins) e por meio de reglete e punção. (Imagem 2) Sendo o último, a principal ferramenta utilizada por pessoas com deficiências visuais no aprendizado da escrita Braille.

Imagem 2 - Reglete e Punção



Fonte: da autora

Imagem 3 - Máquina Perkins



Fonte: da autora

O soroban (Imagem 4) é uma espécie de ábaco japonês que permite que os alunos cegos aprendam e exercitem noções básicas de matemática através do tato. O instrumento é muito importante para o desenvolvimento do raciocínio, estimulando a criação de habilidades mentais (Brasil, 2009) esse instrumento revela-se fundamental para o desenvolvimento das estratégias para o ensino das operações fundamentais a alunos cegos e com baixa visão, operações imprescindíveis à resolução de problemas de diversas naturezas (Bernardo, 2015).

Imagem 4 - Soroban



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Soroban.JPG> disponível sob licença creative commons

3.0

O audiolivro, segundo Souza, “é um livro em áudio, no qual os leitores, voluntários ou contratados para esta finalidade, interpretam textos literários, científicos, ou didáticos, que, utilizando sonorizações em suas narrativas, transmitem sentimentalismo em suas apresentações” (MENEZES, FRANKLIN, 2008, p.61). O audiolivro surgiu no Brasil na

década de 1970 e sua utilização é feita principalmente por pessoas com deficiência visual. Diversas instituições de propósito filantrópico distribuem de forma gratuita os audiolivros (didáticos, periódicos, romances, etc.) para este público e seus familiares. Por outro lado atendendo um público menor, muitos sites na internet oferecem comercialmente este material para pessoas que não disponibilizam de tempo para leitura e escutam os textos durante suas atividades diárias. (MENEZES, FRANKLIN,2008)

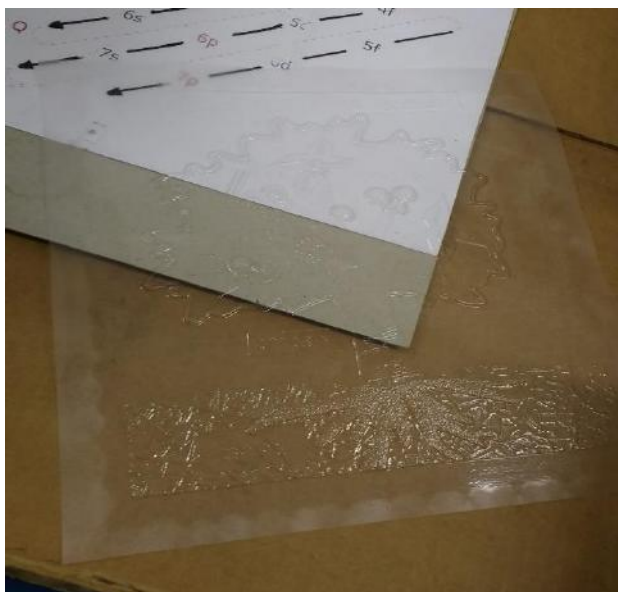
Além do termo audiolivro, também encontra-se referência ao termo livro falado. Essa diferenciação é utilizada pela comunidade de leitores e produtores. O audiolivro transmite ao leitor/ouvinte emoções através do tom de voz. O Livro falado trabalha apenas com a narração do texto, evitando transmitir qualquer tipo de emoção.

Outro recurso de áudio disponível hoje em dia são os leitores de telas disponíveis para computadores e celulares, que possibilitam o uso desses dispositivos por pessoas com deficiências visuais. No entanto, para que os leitores funcionem de maneira adequada, é necessário que sejam feitas algumas adaptações no site ou aplicativo sendo navegado, como por exemplo texto alternativo em imagens, priorização de leitura dos elementos mais importantes, textos escritos no corpo do site e não contido dentro de imagens, entre outros.

Apesar dessas adaptações parecerem simples, elas podem demandar muito tempo e alto custo de desenvolvimento da equipe quando o site não é projetado já com acessibilidade como um de seus objetivos desde o primeiro momento e isso acaba não sendo priorizado por essas equipes em alterações futuras. A consequência é o mau comportamento dos leitores de tela nesses ambientes, que esbarra em problemas como publicidades mal posicionadas no site, pop-ins com imagens que não oferecem opção de fechar, recursos visuais que não podem ser traduzidos em áudio, imagens sem texto alternativo, botões sem descrições, etc.

A impressão em Película de PVC (Imagem 5) é uma técnica utilizada no desenvolvimento de materiais didáticos adaptados para crianças deficientes visuais amplamente utilizada no IBC. Esta técnica consiste na impressão de desenhos e esquemas em uma película de plástico em alto relevo. No entanto, apesar desse método de impressão apresentar bons resultados, ele não possui caráter tridimensional, apenas permite que a pessoa cega consiga perceber as formas, sem a possibilidade de manipulação do objeto.

Imagem 5 - película de PVC impressa em máquina termoduplicadora



Fonte: da autora

Por esse motivo, a impressão em película de PVC não seria a ideal para a elaboração do kit de material didático proposto. Foi necessário pesquisar uma nova técnica que permitisse o desenvolvimento de objetos tridimensionais com diferentes tipos de texturas e que oferecesse a possibilidade de manipulação deste objeto pelas crianças. Dessa forma, foi decidido utilizar a técnica de impressão 3D que permite a fabricação de modelos tridimensionais com baixo custo e alta personalização.

2.2 PROCESSOS COGNITIVOS E AQUISIÇÃO DE CONCEITOS

O processo cognitivo é o processo de obtenção de conhecimento através da percepção, atenção, associação, memória, raciocínio, juízo, imaginação, pensamento e linguagem. É a forma como o cérebro interpreta, recorda e processa as informações, que são captadas através dos cinco sentidos. Justamente pelos sentidos serem a porta de entrada para essas informações, há a necessidade de estimulá-los corretamente.

A percepção é “um processo dinâmico pelo qual obtemos informações em primeira mão sobre nosso ambiente imediato por meio do uso e integração dos receptores sensoriais ou funcionais” (GIBSON, 1969). Esse processo dinâmico implica em exploração e busca. A percepção se encontra na base dos processos cognitivos e é fundamental para a captação de informações que permitirão a compreensão e relação do indivíduo com o mundo. A experiência obtida através dos sentidos é captada e armazenada para futura utilização.

O processo de formação de conceitos se dá através da inter-relação dos processos cognitivos, logo, ele é extremamente dependente da percepção. Considerando que por volta de 80% das informações recebidas do meio é adquirida de forma visual, a criança deficiente visual tem uma enorme restrição quanto às características absorvidas do mundo e por consequência, à variedade de conceitos. Barraga (1986) afirma que o indivíduo deficiente visual leva mais tempo para formar conceitos abstratos, mas que isso não significa a natureza e qualidade da cognição atingida seja significativamente diferente entre cegos e videntes.

Para aumentar a quantidade de informações recebidas, a criança é obrigada a compensar a falta de visão com o uso de outros sistemas sensoriais como a audição e o tato. Por esse motivo, é importante pensar em formas de estimular esses sentidos e motivar as crianças a ter uma participação ativa no processo de percepção, buscando esses estímulos através de iniciativa própria

Tradicionalmente, são considerados cinco sistemas receptivos: Visual, auditivo, gustativo, olfativo e tátil. Esses sistemas receptivos tem três funções: Detecção; Transdução e Transmissão. A detecção é a capacidade de perceber tipos específicos de energia. Transdução é a capacidade de transformar essa energia em estímulo nervoso e a transmissão é o que acontece quando o cérebro recebe essa informação e a transmite para o sistema de resposta. (TORO & BUENO, 2003)

A via visual é considerada o canal sensorial primário na percepção humana. Na ausência deste, a percepção auditiva passa a ser o canal primário e é responsável por prover a informação que deveria ser recebida pelo canal visual. Este e o tato são as principais formas de percepção para a pessoa deficiente visual.

A percepção auditiva tem três principais funções para uma pessoa deficiente visual: ela proporciona a informação que deveria ser recebida pelo sistema visual, serve de meio para orientação e proporciona dados para uma atuação independente no ambiente.

A percepção tátil é um meio de inestimável importância para o reconhecimento do ambiente na ausência do sentido visual (TORO & BUENO 2003). Sua desvantagem sobre a visão é que o tato não vai além do que os braços podem abarcar, enquanto a visão oferece percepção sobre assuntos muito mais distantes. Outra característica que pode ser considerada uma desvantagem é que a percepção de informações com o tato é lenta e analítica, enquanto a visão proporciona uma captação de informações bem mais rápida. Uma ideia errônea que se tem sobre o tato é que o mesmo só pode ser adquirido através das mãos, quando na verdade ele está distribuído por toda a superfície da pele. As informações recebidas através do tato são

difíceis de relacionar com sua origem ou significado, já que explorar aspectos como distância, profundidade, ângulos e formas é uma tarefa muito difícil quando não se dispõe da visão.

As sensações tátil-cinestésicas permitem que as crianças percebam qualidades como texturas, temperaturas, tamanho, peso, dureza, entre outras. Ao manipular diversos objetos, a criança aprende a receber informações sobre esses objetos e toma consciência da sua capacidade de manipulá-los e alterá-los. Estimular essas experiências ajuda a criança a desenvolver técnicas de “aprendizado” tátil para analisar aquela forma e receber uma informação mais completa sobre aquele objeto. O desenvolvimento contínuo dos receptores táteis permite um refinamento na percepção da criança, que passa a identificar características dos objetos com mais clareza.

A representação de objetos de duas dimensões de forma gráfica é um estágio mais avançado do aprendizado tátil-cinestésico, já que depende da capacidade de discriminação e de reconhecimento de símbolos. É necessário que a criança reconheça aquele símbolo e interprete o seu significado em cada contexto. É o que acontece muitas vezes com os materiais desenvolvidos em película de PVC. Ao explorar a representação gráfica de uma árvore, por exemplo, a criança precisa entender que aquela forma é apenas uma representação, que não condiz com a realidade da forma do objeto em questão.

A aprendizagem é resultado de uma interação entre os sentidos, o sistema motor e os sentimentos da criança com os objetos que a rodeiam. Mesmo com uma severa restrição em relação à percepção visual, o potencial dessa criança de criar relações com o meio ao seu redor permanece inalterado. Ela apenas busca utilizar os recursos ao seu alcance para obter informações e se relacionar com o meio através de outros estímulos sensoriais.

O processo de aprendizagem deve ser um processo ativo. É necessário que a criança se interesse pelo assunto e busque ela mesma novas formas de compreender o conceito em questão e relacionar informações novas com informações que já havia absorvido. Por meio dessa participação ativa, as crianças adquirem a capacidade de aplicar o conhecimento. Isto é, solucionar problemas, fazer essas relações e transferir conhecimentos para novas situações.

A figura do professor é necessária para instigar este processo ativo. É importante que ocorra a mediação do mesmo para organizar o conteúdo, motivar e orientar o aluno através de perguntas e estímulos que instiguem esse aluno a se envolver ativamente nesse processo de aprendizado.

A motivação é um aspecto muito importante no processo de aprendizado como um todo, e no caso de uma criança deficiente visual, sua importância é ainda maior. Quando a

criança está motivada, ela demonstra iniciativa para aprender e se mostra mais aberta à recepção de novas informações e a escolha do material didático pode ser uma ferramenta para o professor motivar essas crianças. Ao disponibilizar materiais didáticos que ofereçam múltiplas formas de estímulo sensorial, o professor cria um ambiente que desperta o interesse do aluno em se relacionar com aquele objeto e a partir dele, receber informações mais completas sobre o assunto em questão, o que futuramente pode ajudar na criação de um novo conceito ou melhor entendimento de um conceito já estabelecido.

Está estabelecido que a percepção sensorial constitui o fundamento do conhecimento e que as crianças deficientes visuais passam pelos mesmos processos de desenvolvimento que as crianças sem nenhum tipo de deficiência. Dito isto, é importante ressaltar a necessidade de estimular essas crianças de forma multissensorial, a fim de que as mesmas tenham a capacidade de relacionar os estímulos entre si e compreender melhor a natureza de cada objeto estudado, reconhecendo esse objeto em qualquer situação. Por exemplo, o som do miado de um gato deve vir associado à sensação de maciez de seus pêlos ou de aspereza de sua língua. É importante que a criança consiga relacionar um estímulo ao outro e consiga identificar que ambos estão relacionados ao mesmo objeto.

3 CRIAÇÃO DE KIT DE MATERIAL DIDÁTICO

3.1 PROPOSTA DO PROJETO

A proposta para este projeto se embasa nas teorias sobre o processo de desenvolvimento cognitivo e aprendizado da criança deficiente visual e se apóia na necessidade de estimular a exploração sensorial dessa criança.

Para promover um processo de aprendizado ativo, é necessário gerar interesse por parte do aluno para que o mesmo tome iniciativa de explorar o meio ao seu redor e nesse processo, assimile informações que no futuro contribuirão para a aquisição de conceitos e melhor entendimento dos conceitos já estabelecidos.

O material didático tem papel fundamental neste processo. A escolha deste deve ser feita pensando nas possibilidades exploratórias que o mesmo oferece e em como ele pode ajudar a aumentar o interesse do aluno pelo assunto em questão.

Levando em consideração esse cenário, a proposta do projeto é desenvolver um kit de material didático para o ensino de Ciências da Natureza voltado para o sexto ano do Ensino Fundamental de uma turma composta por crianças com deficiências visuais que ofereça uma experiência multissensorial intrigante e agradável que cativará a atenção do aluno e por consequência ajudará a melhorar seu aprendizado sobre o assunto em questão.

Tendo em vista a maneira como se desenvolve o processo cognitivo de uma criança cega, os objetos do kit deverão apresentar as seguintes características:

- Possibilidade de diversos estímulos em um mesmo objeto, a fim de que a criança faça associações entre eles e tenha a capacidade de identificar esse objeto através de qualquer estímulo apresentado.
- Partes desmontáveis que buscam oferecer para o aluno a relação entre partes que formam um todo.
- Diferentes formas de estímulo tátil que ofereçam a percepção de temperatura, peso, textura, etc.

Essas características buscam incentivar a participação ativa da criança no processo de aprendizado gerando interesse e curiosidade.

Outro objetivo deste kit é que o mesmo possa ser aplicado tanto em uma turma com deficiência visual quanto em uma turma de crianças com visão normal, visto que o processo de desenvolvimento das mesmas é basicamente o mesmo. Esse aspecto é muito importante já

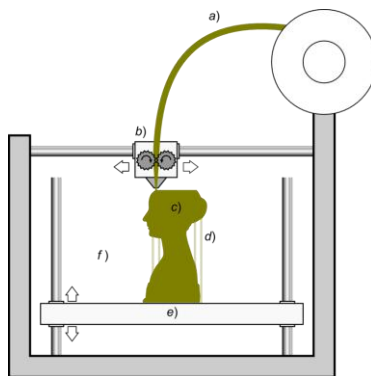
que esses objetos podem ajudar a promover a inclusão de alunos com deficiências visuais em turmas de pessoas com visão normal, além de gerar uma ponte entre essas crianças através de um interesse em comum.

3.2 A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D

A impressão 3D é um processo onde um objeto físico é criado a partir de um modelo tridimensional digital. Esse processo geralmente acontece através da sobreposição de finas camadas de plástico derretido. Essa técnica já era usada desde a década de 80 para criar protótipos de baixa fidelidade, mas hoje em dia, graças ao avanço da tecnologia, já é possível criar modelos finais de alta qualidade.

Atualmente existem alguns tipos de técnicas de impressão 3D. A mais comum e acessível delas se chama “FFF” Fused Filament Fabrication. (Fabricação em filamento fundido, em tradução livre) O funcionamento desse tipo de impressora se dá através de um longo fio de plástico ou outro material que é derretido ao passar por um bico de metal. Esse material derretido é depositado em camadas sobrepostas na mesa de impressão e então volta a endurecer na temperatura ambiente. Esse tipo de impressora utiliza diversos tipos de materiais como matéria-prima. Os mais conhecidos no mercado são o plástico ABS e o PLA.

Imagem 6- Representação de uma impressão FFF



Representação da técnica de impressão 3D também conhecida como Fused Filament Fabrication. a) filamento de material plástico sendo alimentado através de um bico aquecido (b) que o derrete e extruda, o depositando, camada sobre camada no formato desejado (C) . Uma plataforma móvel (e) se rebaixa depois que cada camada é depositada. Para esse tipo de tecnologia, suportes verticais adicionais (d) são necessários para sustentar partes sobrepostas. Fonte: Scopigno R., Cignoni P., Pietroni N., Callieri M., Dellepiane M. (2017). Fonte: [Digital Fabrication Techniques for Cultural Heritage: A Survey](#)". *Computer Graphics Forum* **36** (1): 6–21. DOI:10.1111/cgf.12781.

A técnica conhecida como Laser Sintering (Sinterização a laser, em tradução livre) permite criar impressões em materiais como Alumínio, titânio e madeira. Essa técnica utiliza uma camada de material em pó aquecido a altíssimas temperaturas e um laser que projeta o modelo 3D no pó. Esse laser possui uma temperatura ainda mais alta do que o resto do ambiente e solidifica tudo o que tiver sido tocado por ele naquela camada. Ao final da solidificação de uma camada, a impressora deposita outra camada de pó e o processo se repete. O benefício desse processo é que suportes não são necessários e por isso é possível criar objetos móveis ou até mesmo objetos interligados.

Um processo parecido com esse também permite imprimir objetos em materiais como Cerâmica e aço inoxidável. O processo é basicamente o mesmo, porém o laser é substituído por uma substância aglutinante, que une as partículas de pó. Esse processo é conhecido como Powder & Binder Based 3D Printing. (Impressão 3D baseada em pó e aglutinante, em tradução livre). A desvantagem do processo é que dependendo do material usado, pode ser necessário um acabamento dispendioso.

A técnica de estereolitografia permite a impressão de grandes objetos, com o limite de impressão de aproximadamente 2.1 metros. Essa técnica utiliza resina sensível a raios UV como matéria prima. A resina é disposta em um grande compartimento e exposta a um laser UV que endurece a superfície que toca. Novamente, o processo é todo feito por camadas. Uma vez que a camada tenha sido exposta, a mesa de impressão afunda alguns centímetros e o processo se repete. Essa técnica permite a impressão de superfícies lisas e oferece várias possibilidades de acabamento.

O processo de impressão 3D começa com um modelo tridimensional, que pode ser desenvolvido a partir de um software ou através de câmeras de alta precisão que fazem o escaneamento de um objeto físico. Também é possível adquirir modelos tridimensionais em sites especializados na internet ou ainda fazer o download dos mesmos de graça.

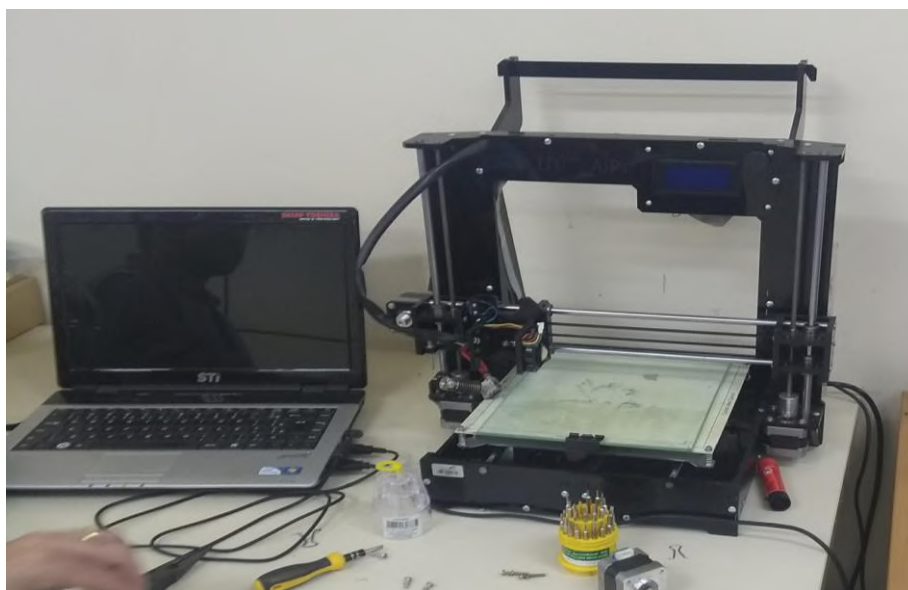
Para ser impresso corretamente, é necessário que esse modelo siga algumas regras. O modelo precisa ter espessura mínima na sua superfície para que a impressora consiga ler e imprimir corretamente a “parede” do modelo. É uma boa prática deixar o modelo oco para diminuir os custos de filamento e de tempo de impressão.

O segundo passo é enviar o modelo 3D para um software de fatiamento. Esse software fatia o modelo em minúsculas camadas de plástico, que serão impressas uma em cima da outra. Nesse momento é importantíssimo levar em consideração que a impressora trabalhará sempre de baixo para cima, isto é, ela começará a impressão pela parte do modelo que toca a

base da mesa e imprimirá as outras camadas continuamente. Por isso, é necessário pensar na orientação da impressão e nos suportes que sustentarão os pedaços flutuantes do modelo durante o processo.

Para este projeto, a técnica de impressão escolhida foi a de fabricação em filamento fundido. As impressoras de teste utilizadas neste trabalho foram: Zortrax M-200, Seth Api 3D e Core A3. O material escolhido foi o filamento Z-ABS para os testes feitos na impressora M-200 e o ABS para os objetos impressos na Seth Api 3D e CoreA3.

Imagem 7 - Impressora Seth Api 3D



Fonte: da autora

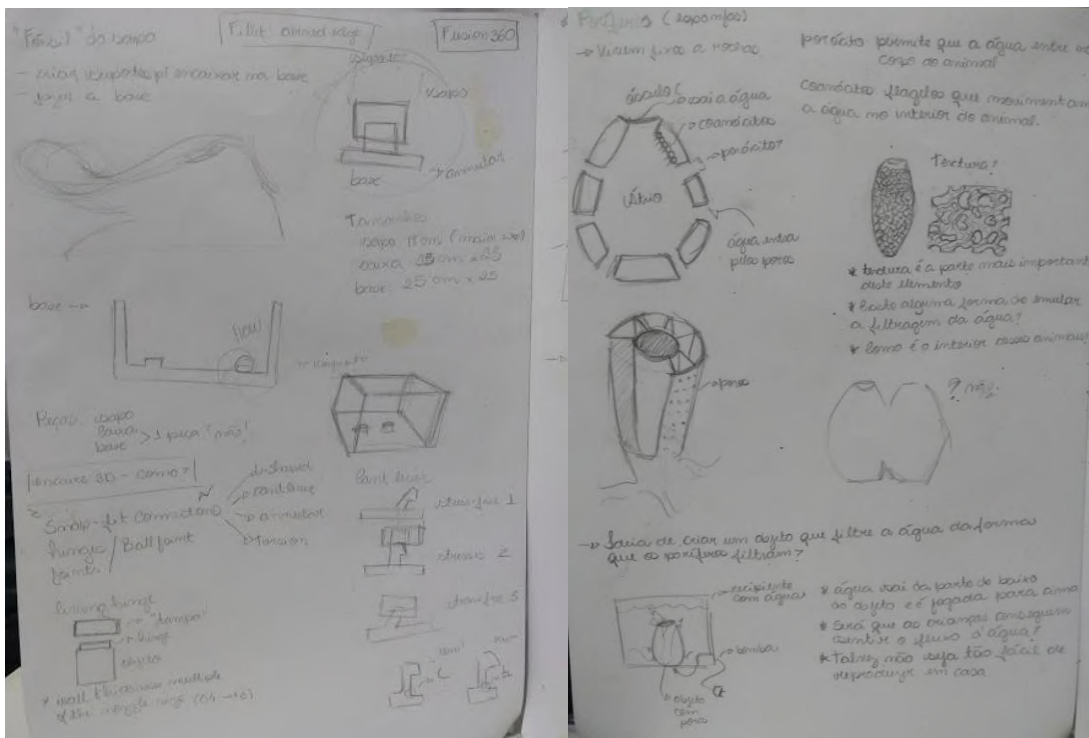
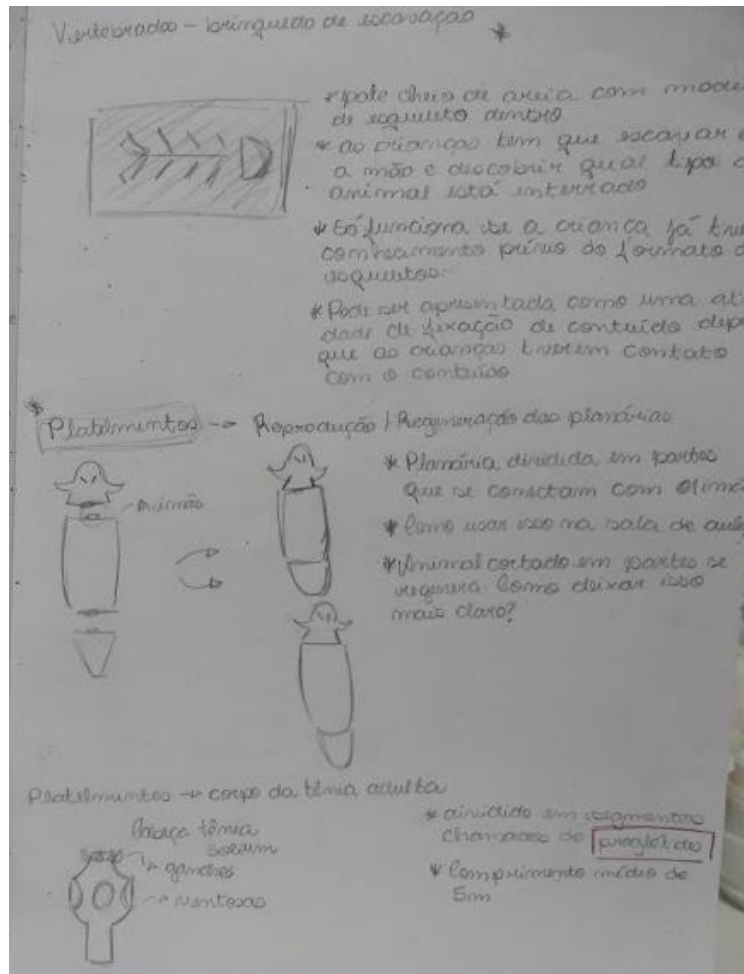
3.3 DEFINIÇÃO E CONCEITUAÇÃO DOS OBJETOS

A partir do livro de Ciências da Natureza utilizado em sala de aula pelos professores do Instituto Benjamin Constant e com a orientação da professora Patrícia Ignácio da Rosa, foram escolhidos assuntos que apresentam nível de complexidade elevado na hora da explicação e que se beneficiariam de algum tipo de material de complementação tridimensional.

Os assuntos escolhidos foram: Fossilização e sedimentação e filtragem e alimentação de um porífero.

A partir dessa escolha, foram feitos esboços iniciais utilizando referências de outros livros, ilustrações, fotografias e imagens de obtidas através de microscópios. Ao fim da etapa de conceituação, foram escolhidos os seguintes objetos: Esqueleto de sapo e porífero aquático

Imagem 8 - Esboços iniciais dos modelos



Fonte: da autora

A escolha do modelo de Esqueleto de Sapo se deu por conta do relato da professora Patrícia Ignácio da Rosa sobre como esse assunto é trabalhado com as crianças sem o uso de material didático específico, através de uma dinâmica em que uma das crianças coloca a sua mão em uma bandeja representando um animal morto no fundo de uma lagoa, que possivelmente possa vir a se tornar um fóssil, dependendo das condições ambientais em que ele se encontre. Em seguida as outras crianças são convidadas a participar colocando as mãos umas sobre as outras representando as camadas de sedimento que poderiam vir a cair sobre o animal, por alguma intempérie, por tremor de terra ou alguma alteração no terreno. Apesar dessa dinâmica funcionar, ela deixa a desejar quanto às sensações táteis. As mãos das crianças representam corretamente as camadas de sedimentos, mas não oferecem a mesma textura que um material sedimentar real. Também falta nessa dinâmica a presença de um objeto que represente o fóssil de maneira mais lúdica e próxima da realidade. Outro ponto a ser considerado é que essa dinâmica não abrange a questão da escavação do fóssil e do trabalho de um paleontólogo.

O Esqueleto de sapo é um objeto composto de 3 peças: Um modelo de esqueleto de um sapo, uma base destacável e uma caixa com tamanho suficiente para contê-lo. O uso recomendado desse objeto em sala de aula é o descrito a seguir:

- Instruir as crianças a colocarem a mão dentro da caixa que já contém o modelo do fóssil, explicar que essa caixa representa um lago e que o modelo é um animal que ali habitava e acabou morrendo por alguma razão.
- Pedir que as crianças mantenham as mãos dentro da caixa e enchê-la progressivamente a caixa de areia o outro material sedimentar. Nesse momento, explicar que ocorrem trepidações ou outras alterações no terreno ambiente que acabam depositando camadas de sedimentos sobre o corpo do animal morto e que quando esse processo é rápido o suficiente para impedir a ação dos decompositores esse animal mantém algumas de suas características sobre as camadas de sedimentos. Ao longo do tempo as diversas camadas sobrepostas exercem peso e pressão sobre o animal. Explicar os diferentes processos de fossilização.
- Tirar a mão das crianças de dentro da caixa e fazer a ponte para os dias atuais explicando que se passaram milhares de anos e que agora um grupo de pesquisadores encontrou nesse terreno alguns vestígios de fósseis e que é hora de escavar o terreno para descobrir o que existiu por ali.

- Dar pincéis e outros materiais para as crianças e pedir que elas escavem os fósseis da mesma forma que os paleontólogos fazem.
- Quando as crianças tiverem terminado de escavar todo o modelo, pedir que elas tentem identificar o animal que descobriram .

O segundo objeto é uma representação tridimensional de um porífero. Os poríferos são animais que existem em diversas espécies e com diversas formas diferentes. Sua principal característica é ter o corpo coberto por poros e realizar todas as suas funções fisiológicas através da filtração de água, que entra no corpo do animal pelos poros e sai pelo ósculo, um orifício que fica localizado na parte superior do animal.

Para facilitar a impressão do objeto e simplificar sua estrutura, foram feitas algumas alterações como aumentar o tamanho dos poros, criar uma base fixa, etc.

A função desse material é ilustrar de maneira mais clara o fluxo de água que ocorre durante o processo de filtração de água e alimentação dos poríferos e, para isso, o objeto tem uma entrada para uma mangueira de plástico, que é conectada a uma bomba de aquário. Ao ser ligada na tomada, a bomba de aquário começa a bombear a água de dentro do aquário e faz com que a mesma saia pelos ósculos, criando uma corrente de água parecida com a do animal real.

O uso recomendado desse objeto em sala de aula é:

- Explicar o conteúdo relacionado aos poríferos para as crianças e perguntar a elas qual o seu entendimento sobre aquele animal.
- Dar o modelo do porífero para elas manusearem, destacar as características importantes: poros, ósculo, base, parte interna e externa, etc. Perguntar como elas acham que funciona o fluxo de água.
- Colocar o porífero no aquário, perguntar a elas se dessa forma dá pra entender o fluxo d'água.
- Ligar a bomba.

3.4 – FABRICAÇÃO DO OBJETO “ESQUELETO DE SAPO”

Por questões de planejamento, o primeiro objeto a passar para as próximas fases do processo de produção foi o Esqueleto do sapo. Para a criação desse objeto, foi utilizada uma base de um modelo tridimensional disponibilizado na internet, através do site Thingiverse, sob licença Creative Commons.

Imagem 9 - Modelo do sapo original, disponibilizado no site Thingiverse³.



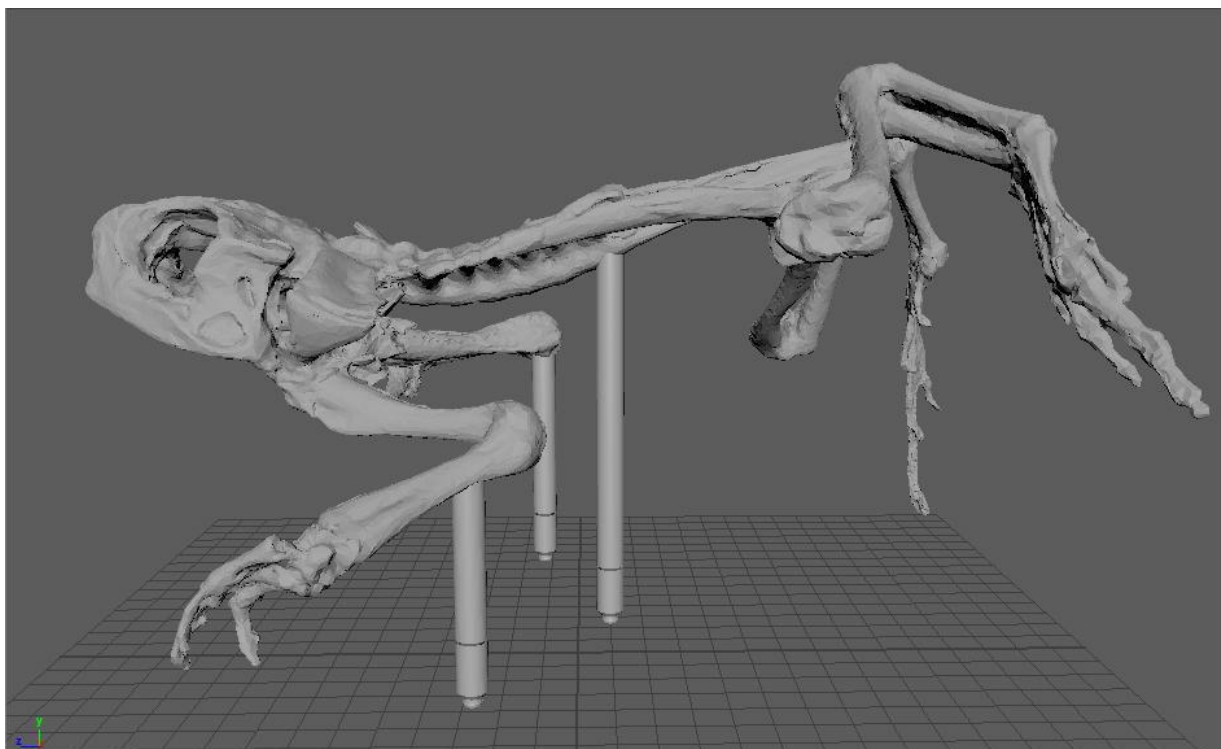
Fonte: lordlilapause (<https://www.thingiverse.com/thing:1907384>)

Esse modelo consiste de um esqueleto escaneado de um sapo e precisou passar por diversas alterações para que se encaixasse na proposta do projeto. As alterações foram feitas nos softwares Autodesk Maya 2017, zBrush e Simplify 3D.

A principal dessas alterações foi a inclusão de suportes de apoio que teriam a função de manter o sapo elevado em relação ao piso da caixa e permitiriam que as crianças conseguissem tocar na parte inferior do esqueleto. Os suportes contariam com encaixes mecânicos na parte superior para que fosse possível desencaixar o sapo da caixa e apresentá-lo às crianças em outro ambiente.

³ www.thingiverse.com

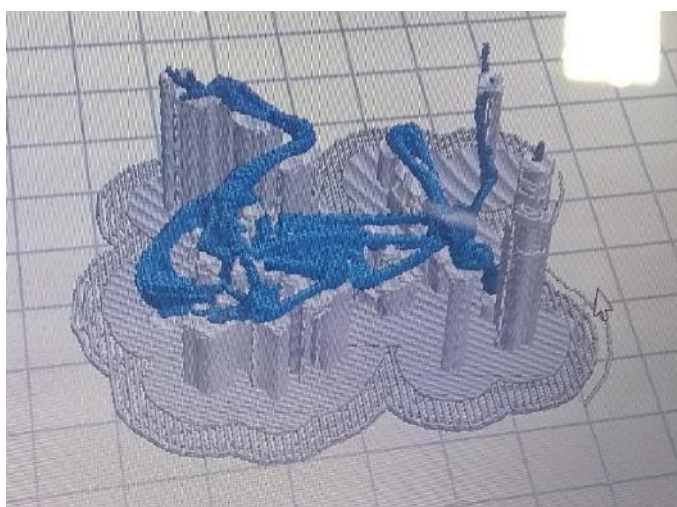
Imagem 10 - Modelo do sapo com os suportes iniciais



Fonte: da autora

O primeiro teste de impressão do modelo foi feito em uma impressora Zortrax M-2000 e não apresentou sucesso. O software de impressão da máquina gerou automaticamente suportes para realizar a impressão, mas os mesmos grudaram ao modelo do sapo, o que causou a quebra do modelo na hora de descolar os suportes.

Imagem 11 - Imagem dos suportes de impressão criados pelo Software da impressora Zortrax



Fonte: da autora

Imagem 12 - Modelo 3D impresso com erro e em escala errada



Fonte: da autora

O segundo teste foi feito na impressora Sethi3D aip. Para diminuir custos e tempo de produção, o teste foi feito apenas com metade do modelo. Os principais aspectos a serem testados nesse momento eram o tamanho, a textura e a resistência do modelo. A impressão levou cerca de 6 horas e apresentou resultado positivo.

Imagem 13 - Imagens do segundo teste de impressão



Fonte: da autora

O modelo impresso mede cerca de 10,5cm de largura por 10cm de comprimento e 3,5cm de largura. O tamanho não foi satisfatório para a proposta do projeto já que alguns detalhes ficaram muito pequenos e incapazes de discernir ao toque. Outro problema causado pelo tamanho do modelo foi a fragilidade de algumas partes, principalmente naquelas em que a superfície de contato era pequena. Um pedaço da pata do sapo ficou muito fino e se quebrou no mesmo dia da impressão.

Imagem 14 - Imagens do segundo teste de impressão com a pata quebrada



Fonte: da autora

A textura do modelo também deixou a desejar, principalmente nas áreas em que havia contato com o suporte. Ficou clara a necessidade de trabalhar um acabamento a fim de tornar a textura mais agradável. Foram considerados alguns tipos de acabamento, como a lixagem e o banho de acetona, mas o primeiro foi escolhido por oferecer menos riscos de danos ao modelo. O banho de acetona foi descartado pois, apesar de oferecer um acabamento mais agradável ao toque, impregna o objeto com o cheiro característico da acetona que pode causar incômodo e até náuseas e dores de cabeça, caso a exposição ao cheiro seja prolongada.

Imagem 15 - Detalhe da textura áspera na pata do sapo

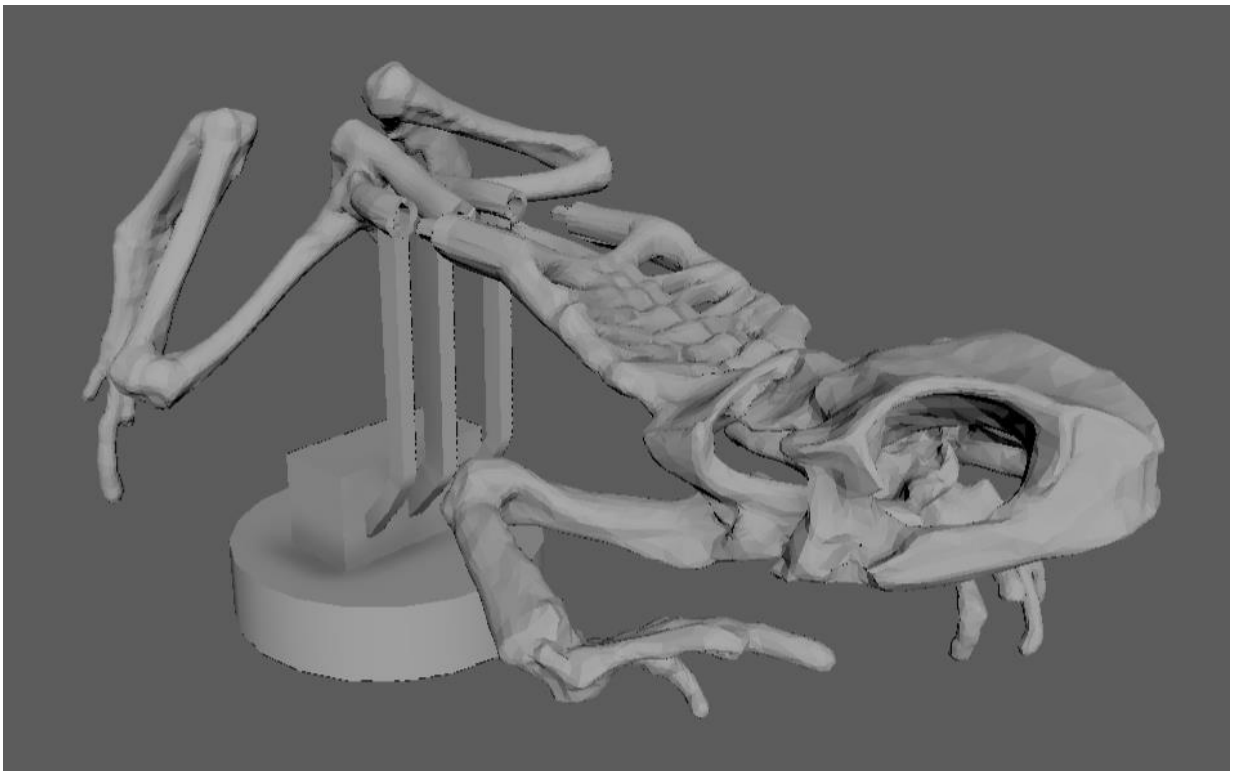


Fonte: da autora

O segundo teste de impressão também serviu para estudar o posicionamento dos suportes que prendem o esqueleto do sapo à base da caixa que será preenchida com areia ou outro material. No primeiro modelo, os suportes estavam presos ao sapo nas articulações das patas e na espinha, onde o ponto de contato seria maior. Ficou claro que esse posicionamento não é o ideal e que os riscos de ruptura das patas e do suporte são altos.

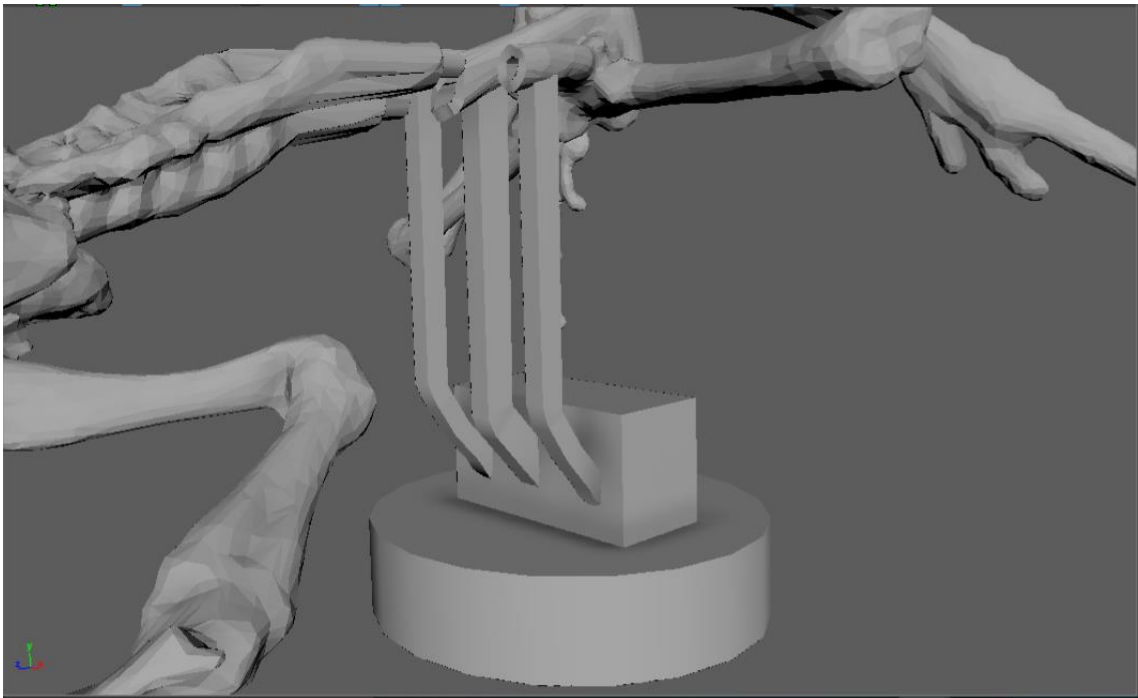
Partindo dessas observações, o modelo precisou ser redesenhado no software 3D, e as principais alterações feitas no neste momento foram: retopologia completa do esqueleto, que apresentava malha muito densa e com muitos polígonos desnecessários que pesavam o arquivo e atrapalhavam a edição do mesmo; Divisão do modelo em 2 partes menores, que quando montadas se tornam um modelo com o dobro do tamanho; Criação de novos suportes, que agora saem da espinha vertebral em direção à parte traseira e deixam mais espaço livre para o percepção tátil da parte inferior do esqueleto.

Imagem 16 - Modelo do esqueleto do sapo com o novo suporte.



Fonte: da autora

Imagem 17 - Detalhe do novo suporte

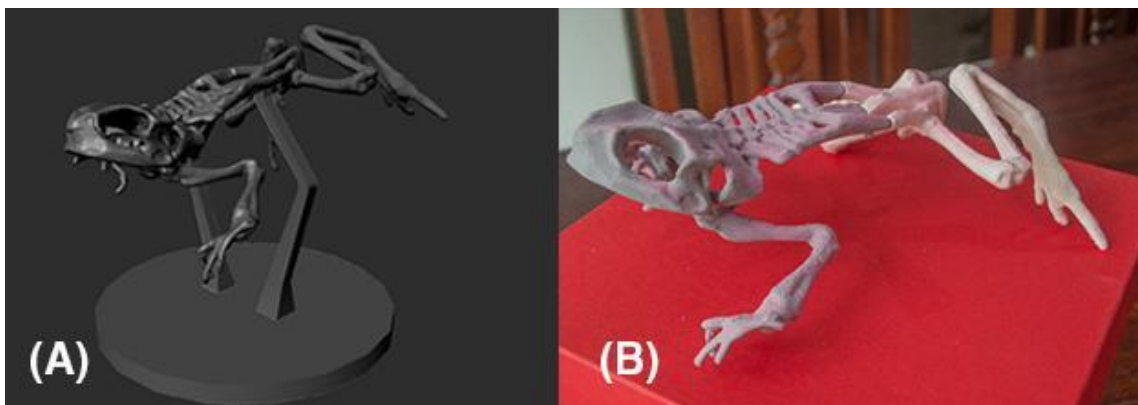


Fonte: da autora

O modelo foi impresso novamente depois das alterações e o resultado foi mais positivo: o esqueleto novo mede cerca de 21 por 15 cm e esse tamanho é muito mais agradável e satisfatório ao toque pois permite que os detalhes sejam sentidos com mais facilidade.

Um problema que permaneceu foi a textura: como a impressão foi feita de cabeça para baixo e o suporte foi criado colado na parte superior do esqueleto, essa parte acabou apresentando uma textura desagradável ao toque e precisou ser lixada várias vezes. No entanto, mesmo após a lixagem, algumas áreas ainda não ofereciam uma sensação boa ao toque.

Imagem 18 - Comparação entre o modelo 3D (A) e o sapo impresso (B)



Fonte: da autora

Outro problema que se repetiu foi a fragilidade do modelo em partes mais finas, como por exemplo a pata do sapo. Novamente, houve uma quebra em duas das patas do sapo, que foi corrigida com um adesivo de PVC da marca Tigre. O adesivo colou com rapidez e segurança essa parte, mas acabou deixando manchas rosadas no modelo e um leve cheiro de acetona.

Imagem 19 - Detalhe do modelo colado com o adesivo



Fonte: da autora

Vale observar que essa segunda impressão do modelo foi feita em branco e cinza por conta da disponibilidade de material no laboratório de impressão. Essas cores não são ideais para a proposta, já que oferecem um nível de contraste muito baixo em relação ao ambiente.

O suporte não chegou a ser impresso nesse momento, já que foi observado que o suporte desenhado não seria capaz de manter a peça suspensa, tombando para a frente ou para trás, dependendo do peso do modelo. Este precisou ser redesenhado no software Maya.

Um teste inicial do protótipo devidamente montado dentro da caixa cheia de areia foi feito e o resultado foi satisfatório. A areia utilizada para encher a caixa é a mesma areia utilizada em decoração de vasos de plantas artificiais e apresenta uma textura bem agradável e suave ao toque. A cor escolhida foi a cor rosa que garantiu um contraste intenso com a peça branca do modelo.

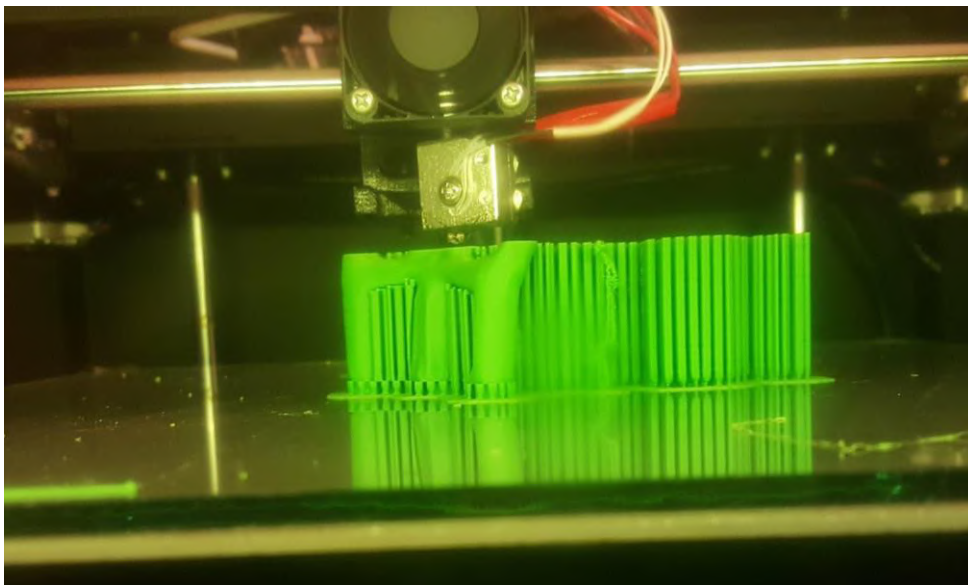
Imagem 20 - Modelo do esqueleto de sapo dentro da caixa parcialmente preenchida com areia



Fonte: da autora

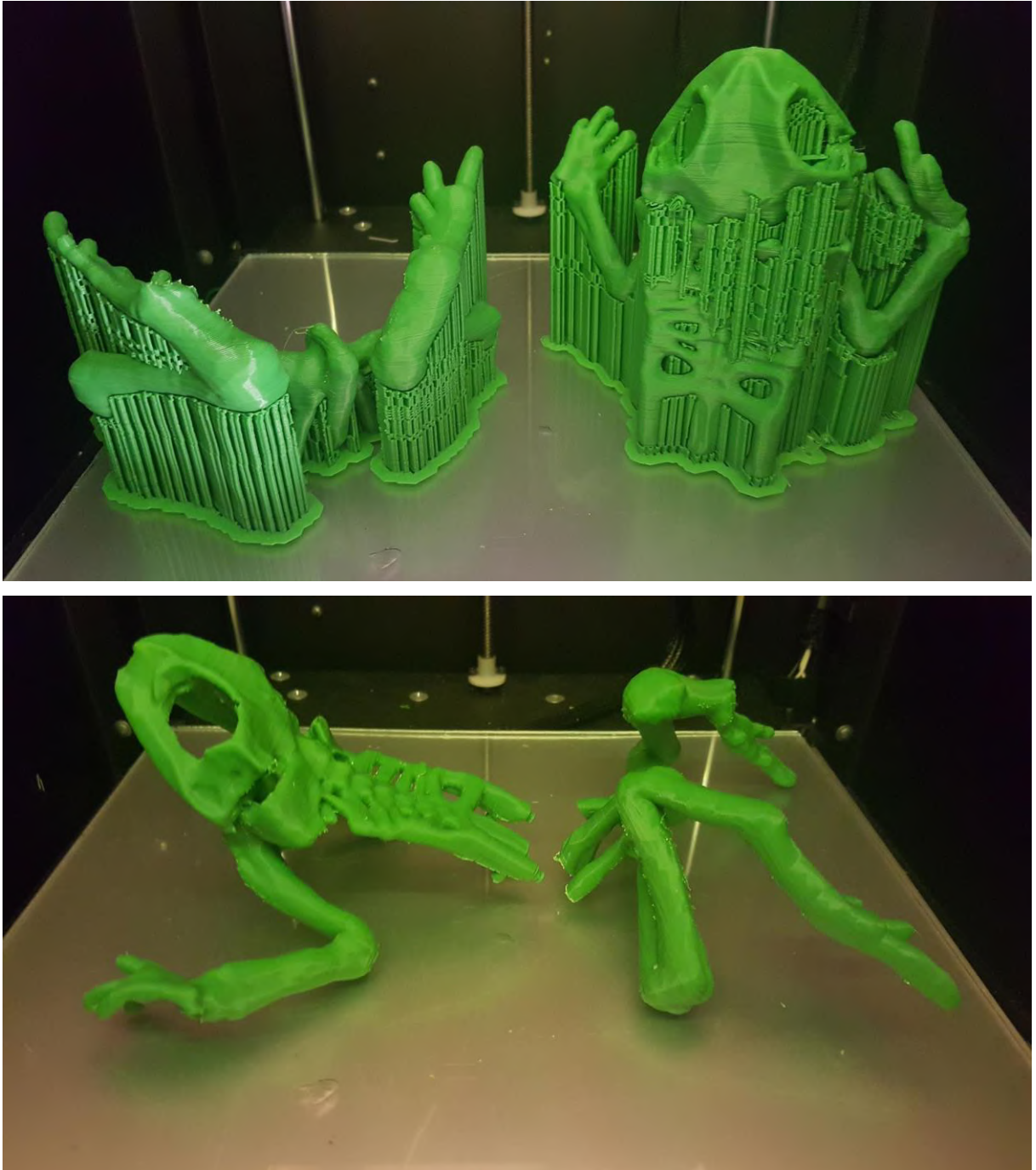
Para resolver os problemas de fragilidade da peça, o esqueleto em 3D foi alterado no software zbrush para que as patas e outros ossos muito finos ficassem mais firmes e fossem impressos com mais segurança. Como a textura também não estava ideal, a reimpressão foi feita em uma impressora 3D de modelo Core A3, da marca GTMAX 3D, que apresenta maior resolução que a impressora Sethi3D aip e com uma temperatura mais alta de derretimento de filamento. Outro ponto corrigido nessa reimpressão foi a cor do modelo, que dessa vez foi impresso em verde fluorescente.

Imagem 21 - Processo de impressão do esqueleto de sapo



Fonte: Thiago Palhares (2018)

Imagem 22 e 23 - Modelo de esqueleto de sapo na mesa da impressão



Fonte: Thiago Palhares (2018)

No entanto, devido a erros de configuração da impressora, os pinos de encaixe do modelo foram impressos no tamanho errado e acabaram ficando muito frágeis, o que impossibilitou o encaixe das duas partes do esqueleto. Outro problema de configuração da impressora resultou na quebra de um dos ossos do esqueleto que também servia como superfície de encaixe.

Para resolver o problema da pata quebrada, foi feita uma emenda com massa adesiva epóxi subaquática.

Imagem 24 - Detalhe da pata do esqueleto emendada



Fonte: da autora

Para o encaixe foram utilizados ímãs magnéticos. A superfície da área de encaixe foi lixada com lixa de parede a fim de eliminar desníveis. Em seguida, foram criados buracos de aproximadamente 0,5mm de diâmetro em cada lado com um estilete, onde foram encaixados os ímãs. Como o interior do modelo possui uma camada muito fina de filamento, foi necessário preencher cada um dos buracos com um pedaço de plastilina para melhorar o encaixe do ímã. Para finalizar, foi adicionada uma camada de super bonder entre o modelo e o ímã, a fim de assegurar que o mesmo não sairia do lugar.

Imagem 25 - Detalhe do processo de encaixe dos ímãs no sapo



Fonte: da autora

Para finalizar o acabamento, foi feita outra lixagem geral no modelo, principalmente em partes que permaneceram ásperas mesmo depois da reimpressão.

O processo de lixagem, colagem e emenda acabou prejudicando a cor do sapo, que começou a apresentar manchas em sua superfície. Com a finalidade de uniformizar a cor, foram passadas duas demãos de tinta acrílica verde musgo.

O suporte que havia sido impresso em branco por conta de limitações de material do fornecedor também foi pintado de verde.

Imagem 26 – Modelo do esqueleto de sapo completo. O modelo está sujo de rosa por conta da exposição à areia colorida.



Fonte: da autora

3.5 - FABRICAÇÃO DO OBJETO “PORÍFERO”

O desenvolvimento do porífero seguiu os mesmos passos do desenvolvimento do sapo: desenhos iniciais, modelo 3D, impressão, ajustes e montagem. Porém, o processo acabou sendo mais rápido por dois motivos: o conhecimento adquirido nas etapas de modelagem e impressão do sapo ajudou a prevenir possíveis erros nas etapas iniciais do

desenvolvimento e a impressora utilizada para a primeira impressão do porífero apresentava mais qualidade e resolução que a impressora utilizada para imprimir o sapo.

Para os desenhos iniciais, foram coletadas várias referências de livros, sites e vídeos com a finalidade de entender a estrutura do porífero e o seu processo de troca de água utilizando os poros e o ósculo

Imagens 26 e 27 - Referências de poríferos



Fonte: A - Sven Zea ⁴ B - Joseph Pawlik ⁵

Depois da observação e análise, foi decidido que o modelo seguiria a forma das espécies cilíndricas, mas com algumas alterações para facilitar tanto a modelagem e o processo de impressão e simplificar as sensações táteis. As diferenças principais da estrutura do porífero para o modelo são: a base plana presente no modelo, que não existe no animal real e o tamanho dos poros que foi aumentado várias vezes.

A modelagem da peça foi feita no software zbrush. Para a estrutura base, foram criados 3 cilindros ocos com alturas diferentes, unidos por uma base. Nessa base, foi colocada uma entrada para a mangueira da bomba de aquário. A criação dos poros foi feita através de máscaras desenhadas a mão com mesa digitalizadora. As máscaras foram extraídas da malha, criando os buracos dos poros. Foi necessário um acabamento suave para suavizar a malha e remover arestas ásperas do modelo.

Esses poros foram desenhados em tamanho proporcionalmente maior do que o natural para facilitar o processo de impressão.

⁴ disponibilizado em: <http://www.spongeguide.org/imageinfo.php?img=381>

⁵ disponibilizado em: <http://www.spongeguide.org/imageinfo.php?img=2126>

Imagem 28 - Screenshot do modelo 3D no software zbrush



Fonte: da autora

A impressão dessa peça foi feita na impressora GTMAX 3D e levou cerca de 15 horas. As medidas do porífero são: 18cm de altura, por 15cm de comprimento e 7cm de largura

O filamento rosa fluorescente foi escolhido para esse modelo por questões de contraste e o resultado geral foi bem satisfatório: a textura da peça é muito agradável ao toque, o acabamento é de boa qualidade, sem partes soltando ou descolando e a cor é muito saturada e forte, o que é um ponto muito importante para os alunos que possuem baixa visão.

Imagem 29 - Imagem do modelo de porífero impresso



Fonte: da autora

O próximo passo depois da impressão foi a montagem do modelo. As peças utilizadas para a montagem deste protótipo foram: um aquário de 35cm de comprimento por 22cm de largura por 17cm de altura e uma motobomba submersa da marca *sarlobetter*, de modelo SB1000A e vazão de 400 a 1000 L/h com uma mangueira de espessura de 0,5cm.

Imagem 30 - Imagem do porífero dentro do aquário com a mangueira e a bomba



Fonte: da autora

A montagem do modelo foi simples: a bomba foi encaixada na parede do aquário, ligada à mangueira, que por sua vez, entrava no porífero através da abertura na base e cumpria a sua função de bombear a água para cima. No entanto, uma única saída de água não foi suficiente para que a água fosse bombeada pelas 3 saídas do porífero. Para resolver esse problema, foram feitos 2 furos na mangueira, onde foram soldadas duas outras mangueiras, resultando em 3 saídas de água que conduzem o fluxo para cada uma das saídas de água porífero.

Imagem 31 - Diagrama do encaixe de mangueiras

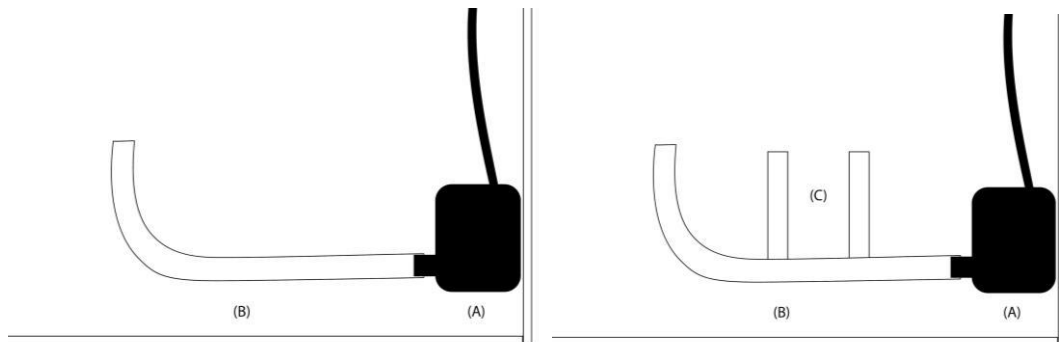


Figura 1

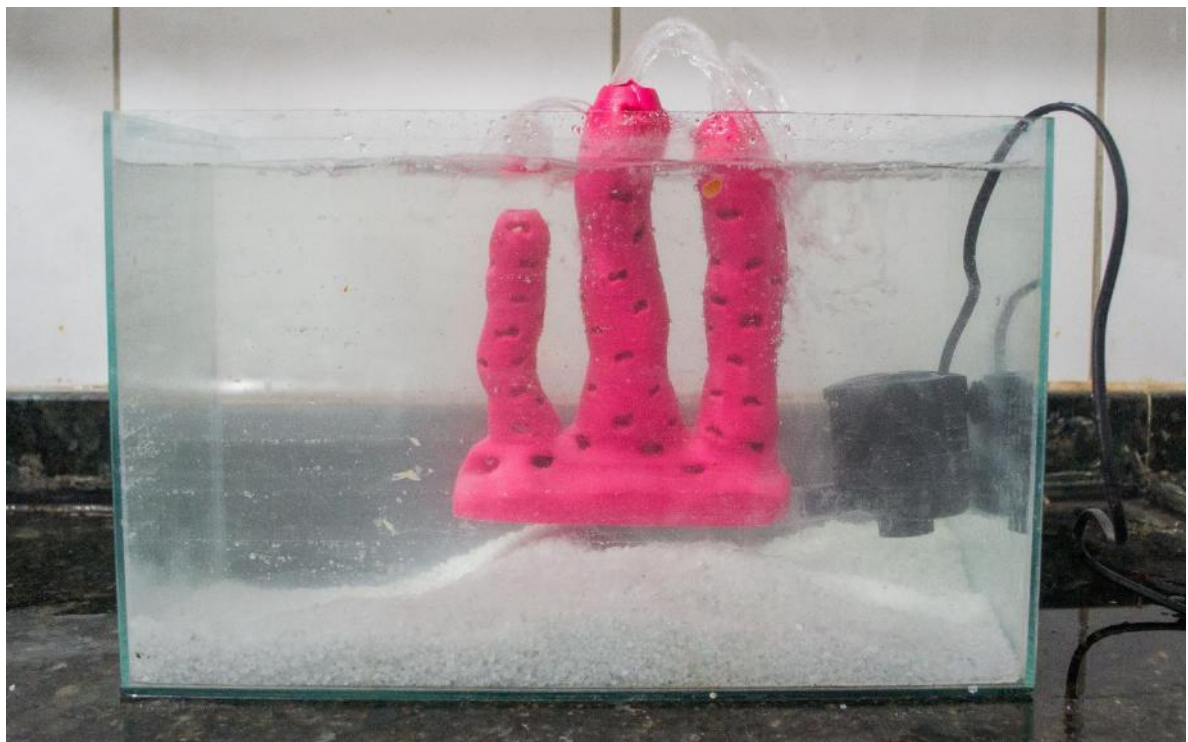
Figura 2

Figura 1: Mangueira com uma saída (B) ligada diretamente à bomba de aquário (A). Figura 2: Mangueiras auxiliares (C) conectadas diretamente à mangueira principal (B) ligada à bomba de aquário (A)

Fonte: da autora

O protótipo passou por um teste inicial com a professora Patrícia Ignácio da Rosa e o mesmo foi aprovado. Porém, por indicação dela, foi adicionado ao protótipo uma camada de areia da cor rosa para promover outro estímulo tátil que remete ao oceano quando a criança tocasse no fundo do aquário.

Imagem 32 - Imagem do protótipo dentro do aquário em funcionamento



Fonte: da autora

Imagem 33 - Detalhe do protótipo dentro do aquário em funcionamento



Fonte: da autora

3.6 APLICAÇÃO E TESTAGEM DO MATERIAL PRODUZIDO

Para avaliar a eficácia dos protótipos produzidos, foi dada uma aula teste para as crianças, sendo uma delas para o esqueleto de sapo e outra para o porífero, explicando os conceitos de cada conteúdo e depois permitindo a manipulação intermediada dos protótipos. Ao final de cada aula, foram feitas uma série de perguntas para avaliar a opinião das crianças sobre os protótipos e se elas conseguiram absorver o conteúdo das aulas.

Por se tratarem de menores de idade, foi necessário entregar um termo de autorização aos pais, disponível no ANEXO A desse documento.

Para garantir que todas as perguntas fossem feitas e que todo o conteúdo fosse passado da forma mais estruturada possível, foi elaborado um plano para cada uma das aulas, que podem ser encontrados nos ANEXOS B e C desse trabalho.

Os protótipos foram aplicados em duas aulas diferentes: o porífero foi aplicado em uma aula de duração de 50 minutos para uma única aluna cega de 16 anos. O esqueleto de sapo foi aplicado em uma sala com 5 alunos de idades mistas. Ambas as aulas foram ministradas pela professora Patrícia Ignácio da Rosa.

3.6.1 Aplicação e testagem do modelo de esqueleto de sapo

O começo da aula sobre a fossilização e sedimentação se deu com a professora Patrícia relacionando os conceitos do trimestre, lembrando a conversa que já havia tido sobre a Terra, o espaço e o fóssil do meteorito que se encontra no museu nacional. Essa conversa os ajudou a relacionarem o conteúdo. Ela também perguntou aos alunos quem já havia feito a pesquisa pedida em sala de aula sobre fósseis e o que eles lembravam sobre o assunto. Alguns alunos responderam com informações que viram na internet e em livros e outros relembrou conteúdo que havia sido passado pela professora anteriormente.

Uma das dúvidas levantadas pelos alunos foi se um “pedaço de árvore” em uma pedra seria um fóssil. Essa dúvida serviu para direcionar o assunto para a raridade dos fósseis e como é necessário que muito tempo e situações bem específicas ocorram para a formação dos mesmos, como por exemplo a morte de um animal em um ambiente sedimentar que rapidamente é soterrado por sedimentos derivados de uma intempérie, trepidação ou outra variação no terreno. Com o soterramento rápido do animal há a desaceleração da ação dos organismos decompositores e isso permite a conservação dos restos orgânicos desse corpo que com o tempo receberá várias camadas de sedimentos.

Para ilustrar esse processo de sobreposição da sedimentação, a professora realizou uma dinâmica com as crianças, onde uma delas colocou a mão representando um peixe que morreria em uma bandeja que representava um lago, em seguida mexeu as mesas para simular uma movimentação qualquer no terreno e colocou a mão de cada uma das crianças em cima da mão que representava o peixe morto, enquanto explicava que cada mão representava uma camada de sedimento sendo depositada sobre o animal. A professora usou esse recurso também para ilustrar a pressão que esses sedimentos exercem sobre o animal com o passar do tempo, o que transforma as partes orgânicas em inorgânicas. Além disso ainda explicou a diferenciação entre os níveis de sedimentos que são pistas importantes para os cientistas compreenderem o tempo em que aquele animal foi soterrado e quais foram as mudanças que aconteceram naquele terreno.

Imagem 33 - Primeira dinâmica da sedimentação



Fonte: da autora

Outro material que a professora Patrícia utilizou nessa aula foi um vídeo do Fantástico sobre fósseis raros encontrados no Rio Grande do Sul¹. Ela mostrou esse vídeos para os alunos com baixa visão e narrou o mesmo para os alunos cegos. A reportagem falava sobre a descoberta do fóssil do tecedonte e abordou novamente os conceitos de fossilização e sedimentação que já haviam sido falados pela professora em sala de aula, que fez uma relação entre os os comentários sobre a profissão do paleontólogo feitos na reportagem para destacar para as crianças que nessa oficina seria necessário ter muito cuidado com o material, já que fósseis são objetos frágeis e raros.

Antes de introduzir o material para as crianças, a professora foi enfática quando destacou a diferença entre um modelo e o objeto na realidade.

A primeira dinâmica feita com o modelo do esqueleto de sapo foi a da sedimentação, onde o modelo foi colocado dentro da caixa e manuseado pelas crianças. A caixa então foi sendo lentamente preenchida com a areia que representava os sedimentos caindo sobre aquele animal morto. Essa dinâmica tem a mesma função da dinâmica anterior feita pela professora Patrícia: esclarecer o processo de sedimentação e fossilização. O objetivo de repetir o

conteúdo com dinâmicas diferentes é testar a eficácia do material em ilustrar de forma mais clara como ocorre o processo de sedimentação.

Imagem 34 - Segunda dinâmica sobre sedimentação



Fonte: da autora

Em geral, as crianças pareceram gostar da nova dinâmica. Todas elas mantiveram as mãos dentro da caixa enquanto a mesma era preenchida com areia e se mostraram interessadas no material a ponto de começarem a fazer suas próprias perguntas sobre o conteúdo.

Aproveitando o engajamento dos alunos no material, a segunda dinâmica foi aplicada. Essa dinâmica consistia em deixar cada uma das crianças individualmente escavarem a caixa cheia de areia utilizando um pincel ou as mãos para encontrar o modelo do esqueleto do sapo.

Imagem 35 - Dinâmica de escavação do modelo de esqueleto de sapo



Fonte: da autora

Essa dinâmica também apresentou bons resultados, apesar de um pequeno empecilho: devido ao tamanho insuficiente da caixa, as crianças acabavam escavando uma parte do sapo e logo em seguida cobriam o mesmo com areia novamente. Esse problema foi resolvido retirando um pouco da areia que os alunos escavavam para os lados durante o processo.

No entanto, apesar disso, a expressão das crianças ao manusear o material era sempre de surpresa e animação e, quando questionadas, elas responderam que gostaram de ter esse contato com a areia e o sapo e que era possível diferenciar pela textura e pela cor (aqueles com baixa visão) o que era o modelo do esqueleto de sapo e o que era o sedimento.

O engajamento nesse momento foi tanto que as outras crianças levantaram dos seus lugares para ficarem mais perto do colega que manuseava a caixa. Outro pequeno problema que ocorreu durante essa dinâmica foi o desencaixe dos pedaços do sapo, mas isso não foi um obstáculo para a aula, que ocorreu normalmente quando o modelo foi re encaixado.

Para finalizar a aula, foi feita uma série de perguntas para as crianças, a fim de entender melhor suas percepções sobre a aula, o conteúdo e o material apresentado.

Todas as crianças responderam que a aula foi boa e que gostaram muito. Quando questionados se preferiam aulas como essa ou aulas sem o auxílio de materiais, todas responderam que “as aulas deveriam ser a mesma coisa de hoje”. Também responderam que o

material está agradável ao toque e que não precisa melhorar e que, a melhor parte da aula havia sido a de escavar o sapo.

3.6.2 Aplicação e testagem do modelo de porífero

A primeira aula a ser aplicada foi a aula do porífero, com a aluna de aproximadamente 16 anos. O começo da aula foi dedicado a explicar para ela qual era o objetivo do projeto e da aula. A professora Patrícia leu para ela o termo de autorização e em seguida começou a explicação sobre os poríferos.

Para começar, a professora perguntou o que a aluna achava que a palavra “porífero” lembrava. Ela fez imediatamente a associação com a palavra “polvo” e a palavra “mamífero”. Com um pouco de assistência da professora, ela conseguiu relacionar o porífero com a palavra “poros” e lembrar de uma aula que havia tido antes sobre a pele do ser humano e que a mesma é composta de pequenos orifícios chamados poros. A professora prosseguiu a aula, ressaltando que os poríferos são animais que possuem o corpo coberto de minúsculos poros em grande quantidade e que são tantos poros que eles são feitos praticamente de “buraquinhos”.

Foi importante ajudar a aluna a relembrar também da diferença entre um modelo e a realidade, que o modelo é apenas uma representação com características parecidas com o real, mas não necessariamente idêntico.

A professora Patrícia continuou com a aula perguntando à aluna o que ela achava que deveria conter em um modelo de porífero. A aluna imediatamente respondeu que precisava de água e, então, com mais um pouco de assistência, falou sobre a necessidade dos poros. Em seguida, foi dada continuidade a matéria, onde a professora explicou os conceitos básicos do funcionamento do organismo do porífero: alimentação através do fluxo de água que carrega os alimentos para dentro do animal com a ajuda dos coanócitos, células flageladas que além de impulsionarem a água, também capturam o alimento e realizam o processo de fagocitose. O processo de reprodução assexuada também foi brevemente mencionado.

Para explicar o processo de fagocitose a professora utilizou um pequeno pedaço de massinha e as mãos da aluna. O mesmo foi feito para ilustrar o coanócito: um pedaço de massinha formava o corpo da célula e um fino barbante fazia o papel do flagelo

Imagem 36 - Imagem da aluna tateando o modelo de coanócito feito com massinha e barbante pela professora Patrícia



Fonte: da autora

Depois de um rápido resumo sobre o que tinha sido dito até agora, a aluna foi questionada sobre como imaginava esse animal. A mesma respondeu que imaginava o porífero como uma bola cheia de furinhos fixa no mar. A professora Patrícia explicou que o porífero poderia sim ter essa forma, mas que o modelo específico que seria utilizado no trabalho teria uma forma diferente.

O modelo foi apresentado a aluna, ainda em ambiente seco. A professora segurou o modelo, fixando-o na base da mesa, como se a mesma fosse uma pedra ou o fundo do mar. A aluna começou a tatear o modelo do porífero e destacou que o toque era agradável e que não “dava nervoso”. Ela também conseguiu sentir os poros e entender que eles existiam em grande quantidade e que alguns eram maiores que os outros. Nesse momento, a professora Patrícia fez uma breve pausa para explicá-la que no animal de verdade esses poros são muito menores e em maior quantidade, mas que no modelo eles haviam sido ampliados. A aluna também conseguiu entender através do tato a diferença entre a parte externa e a interna do modelo e que os coanócitos ficam na parte interna. Ela também conseguiu entender que a água entra pelos poros, mas ao ser perguntada sobre a saída d’água, teve dificuldade para responder e voltou a tatear o modelo do porífero procurando por alguma saída na parte

inferior e respondeu sem muita certeza que a saída de água deveria ser pelos poros, sinalizando que não poderia ser por cima, já que a água não teria como subir depois de entrar pela lateral.

Imagem 37 - Imagem da aluna tateando o modelo de porífero.



Fonte: da autora

Ao perceber a dificuldade da aluna, a professora voltou a falar sobre como o coanócito move seus flagelos para impulsionar a água a sair pelo ósculo.

Ao ser perguntada se esse fluxo de água seria difícil de imaginar, a aluna responde que não e que o que falta nesse caso é apenas lembrar que a água sai por cima. A professora Patrícia pergunta se ela conseguiria ter a percepção desse fluxo d'água caso não houvesse tido uma explicação sobre o funcionamento do organismo do animal e ela responde que não, pois não teria como imaginar que a água entra pelo lado e sai pela parte superior e que para entender melhor isso, está faltando a água.

Nesse momento, o modelo do porífero foi colocado dentro do aquário e a aluna pôde ter contato com o mesmo. Ela começou tateando o lado de fora do aquário e disse estar tateando um “retângulo de vidro cheio d'água” e em seguida colocou as mãos na água para tatear o modelo do porífero.

A professora novamente pergunta se dessa forma é possível entender o fluxo d'água e a aluna responde que não, já que a água está parada lá dentro do aquário e que não é possível entender por onde ela entra e sai. A próxima pergunta da professora é em relação ao que a aluna acha que poderia ajudar nessa percepção e ela responde que é preciso de algo que faça barulho e puxe a água para cima.

O próximo passo foi ligar a bomba. Houve alguns problemas técnicos nesse momento: o encaixe da mangueira na bomba se soltou e o encaixe do porífero em geral não ficou firme como deveria, sendo necessário que a professora segurasse o mesmo embaixo d'água. No entanto, esses problemas não atrapalharam o fluxo da aula. Quando a bomba foi ligada, a expressão de surpresa ficou clara no rosto da aluna. Ao ser questionada sobre a percepção tátil, ela respondeu que era possível entender bem por onde a água entrava e saía e como o animal se alimentava dessa forma.

Imagem 38 - Imagem da aluna manuseando o protótipo funcionando



Fonte: da autora

Para finalizar, a professora pediu para a aluna explicar de forma sucinta o que estava acontecendo no modelo. Ela apresentou um pouco de dificuldade para lembrar de todo o conteúdo da aula, mas conseguiu explicar os conceitos básicos com sucesso.

No geral, a percepção da aluna foi bem positiva. Ela respondeu que gostou da dinâmica da aula e de tatear o modelo. Também mencionou que foi uma aula bem diferente e que não dá pra imaginar que a água pode sair pela parte superior do porífero. Segundo ela, a aula fica mais legal e memorável dessa forma.

4 CONCLUSÃO

De acordo com todos os estudos, desenhos e testes de impressão, pode-se concluir que a impressão 3D realmente é uma ferramenta de prototipação e até produção de modelos finais muito útil para o desenvolvimento de materiais didáticos e outros objetos tridimensionais. No entanto, é necessário estar atento aos diversos requisitos das impressoras, softwares tridimensionais e material utilizado para que a impressão seja bem sucedida. Em um trabalho com o público-alvo composto de pessoas com deficiências visuais, que dependem tanto do tato para explorar e ter contato com o mundo, também é necessário levar em consideração as diretrizes recomendadas para objetos pensados para pessoas com deficiências visuais como tamanho, cor, textura, cheiro, peso, etc.

No caso do objeto “Esqueleto de Sapo”, pôde-se observar que para a impressão 3D, estruturas muito finas e superfícies suspensas não são ideais já que dependem de muitos suportes durante o processo de impressão, o que resulta em diversos problemas: aumento considerável do tempo de impressão, aumento de uso do material, superfície áspera nos pontos de contato do modelo com o suporte e risco de quebra na hora do desencaixe do suporte.

Também é importante levar em consideração a espessura das partes mais finas. Os objetos impressos em 3D têm, por padrão, seu interior oco ou preenchido por pequenas áreas de filamento para economizar material e tempo de impressão. Isso resulta em partes frágeis que podem se quebrar a qualquer momento, o que não é ideal para um objeto que será utilizado por crianças. Esse problema se agrava quando a espessura da parte impressa é muito fina. Nesses casos, o ideal é configurar a impressora 3D para preencher essa parte com uma quantidade maior de filamento. Essa configuração aumentará a resistência dessa parte.

Esses pontos foram levados em consideração na hora de desenhar o porífero. O modelo foi desenhado como uma peça única e sem partes suspensas, o que facilitou muito durante a impressão. Como não foram necessários suportes, a peça já saiu da impressora com a superfície lisa e não foi necessário trabalhar com lixagem ou outro tipo de acabamento.

O ponto de maior dificuldade no objeto do porífero foi trabalhar com a bomba d’água e as mangueiras para conseguir que o fluxo de água passasse pelas 3 partes do modelo. Apesar de ter sido complicado descobrir como resolver o problema, a execução não se mostrou complicada, sendo necessário apenas pedaços de mangueira e um isqueiro.

Como a execução foi relativamente simples, essa e mais outras soluções serão descritas no manual de montagem e sugestões de aplicação em sala de aula disponibilizadas

para os professores, para que os mesmos consigam montar os seus objetos de complementação pedagógica para uso em sala de aula e resolver ocasionais problemas que possam ocorrer.

Dos dois objetos desenvolvidos, o esqueleto de sapo é o que apresenta maior dificuldade na hora da impressão e montagem. Isso pode ser resolvido de algumas formas simples com o redesenho do modelo no software através de algumas alterações como: aumentar os pinos de encaixe, ajustar a espessura das áreas finas, criar uma base entre os ossos para evitar que as superfícies fiquem suspensas, ou até mesmo trocar o esqueleto de um sapo para o esqueleto de outro animal menos complexo. No entanto, mesmo com as dificuldades que o modelo apresenta hoje em dia, já é possível realizar a impressão e fazer o uso em sala de aula com sucesso com um pouco de trabalho extra no acabamento.

Em questão de uso em sala de aula, todos os objetos se mostraram bem sucedidos e foram aprovados tanto pela professora Patrícia Ignácio da Rosa quanto pelas crianças.

Ao fim de cada aula teste, foram feitas perguntas com a intenção de entender a percepção de cada criança sobre os objetos e todas as percepções foram positivas, tanto no aspecto físico - textura, cor, cheiro -, quanto no aspecto didático. No caso do modelo do porífero, a aluna que utilizou o objeto demonstrou que absorveu bem os conceitos apresentados em sala de aula e ao final dela, conseguiu replicar o conteúdo com sucesso. Essa mesma aluna também comentou que com o modelo ficou muito mais fácil de entender como funciona o fluxo de água que passa por dentro do porífero, já que é algo que não dá para imaginar normalmente. Outro comentário dela é que a aula ficou muito mais legal com essa dinâmica e que se lembrará dela no futuro. É visível a chateação na expressão da menina no momento em que a aula se encerra e a bomba é desligada.

O outro modelo também foi aprovado pelas crianças que disseram ter se divertido com a aula e que a mesma foi muito boa.

Após a conclusão dos testes, foi feita uma pequena entrevista com a professora Patrícia sobre sua opinião em relação aos modelos e o seu uso em sala de aula.

Segundo ela, hoje em dia, dentro das salas de aula para pessoas com deficiências, muitos professores continuam com aulas que se restringem apenas à oralidade do conteúdo, sem nenhum material de apoio e isso é danoso para os alunos pois limita a sua absorção daquele conteúdo. Com os materiais didáticos adaptados, a aula ganha uma nova dinâmica que gera interesse pelo conteúdo e expande a sua visão de mundo. O engajamento deles na aula é tanto que eles passam a desenvolver suas próprias perguntas sobre a matéria. No

entanto, como o dia-a-dia de um professor é muito corrido, não há tempo suficiente para desenvolver um material específico para cada conteúdo e os materiais que estão disponíveis hoje em dia são muito limitados. Existem modelos de poríferos e até fósseis que são utilizados em sala de aula, mas eles não apresentam as mesmas possibilidades que os materiais desenvolvidos neste trabalho.

Os benefícios dos materiais desenvolvidos ficaram claros em vários momentos das aulas, mas principalmente na expressão das crianças ao manusear o material. Em especial, no caso do porífero que gerou grande espanto e interesse na aluna no momento em que se ligou a bomba. Também foi possível perceber que enquanto a explicação acontecia e ela tinha a possibilidade de tatear o modelo, ela foi fazendo relações entre o que estava sendo dito e o que conseguia sentir. No futuro, é possível que a aluna não se lembre das especificidades do conteúdo, mas lembrará da experiência em geral da aula e dos conceitos básicos de um porífero. Isso a ajudará a fazer relações com outros conteúdos que ela verá no futuro.

Na aula de sedimentação e fossilização também houve momentos de destaque para a professora Patrícia, como por exemplo, o fato desse modelo expandir a visão de mundo dessas crianças - que em muitos casos é limitada não pela sua deficiência, mas pelo seu acesso à informação de forma geral - que já haviam ouvido falar da profissão de paleontólogo, mas não a conheciam de verdade pois nunca haviam tido uma experiência parecida, mas agora sabem como é, o que faz um paleontólogo e entendem um pouco mais dessa profissão.

Outro ponto importante é que o interesse gerado pelo material levou os alunos a terem suas próprias perguntas sobre o conteúdo e a desenvolver um pensamento lógico sobre esses processos. Isso dá a abertura para que eles parem de internalizar apenas o que ouvem, sem fazer um processamento desse conteúdo e passem a realmente entender o conteúdo dado em sala de aula, para que no futuro consigam relacioná-lo a outros assuntos e respondam perguntas fora do contexto.

A professora também foi questionada sobre o uso desses modelos em sala de aula na perspectiva do professor. Ela acredita que o corpo docente teria interesse em adquiri-los se eles estivessem disponíveis para serem baixados ou comprados, já que um grande problema para professores de pessoas com deficiência visual é justamente não ter o tempo ou o conhecimento técnico necessário para desenvolver um material adaptado.

O material didático é uma ponte de compreensão entre as crianças e o mundo, por isso é tão importante que ele seja rico em estímulos sensoriais e ofereça novas experiências que não são facilmente acessíveis.

Pode-se afirmar que o trabalho foi bem sucedido e cumpriu com os seus objetivos. Pequenos ajustes podem ser feitos para melhorar a experiência tanto do professor que montará esse material quanto do aluno que o manuseará em sala de aula, mas ainda assim, é um material rico em estímulos sensoriais e que permite que crianças com deficiências visuais consigam ter uma aula mais agradável e dinâmica, com uma absorção muito mais rica do conteúdo apresentado.

Outro ponto importante é que o interesse gerado pelo material levou os alunos a terem suas próprias perguntas sobre o conteúdo e a desenvolver um pensamento lógico sobre esses processos. Isso dá a abertura para que eles parem de internalizar apenas o que ouvem, sem fazer um processamento desse conteúdo e passem a realmente entender o conteúdo dado em sala de aula, para que no futuro consigam relacioná-lo a outros assuntos e respondam perguntas fora do contexto.

A professora também foi questionada sobre o uso desses modelos em sala de aula na perspectiva do professor. Ela acredita que o corpo docente teria interesse em adquiri-los se eles estivessem disponíveis para serem baixados ou comprados, já que um grande problema para professores de pessoas com deficiência visual é justamente não ter o tempo ou o conhecimento técnico necessário para desenvolver um material adaptado.

O material didático é uma ponte de compreensão entre as crianças e o mundo, por isso é tão importante que ele seja rico em estímulos sensoriais e ofereça novas experiências que não são facilmente acessíveis.

Pode-se afirmar que o trabalho foi bem sucedido e cumpriu com os seus objetivos. Pequenos ajustes podem ser feitos para melhorar a experiência tanto do professor que montará esse material quanto do aluno que o manuseará em sala de aula, mas ainda assim, é um material rico em estímulos sensoriais e que permite que crianças com deficiências visuais consigam ter uma aula mais agradável e dinâmica, com uma absorção muito mais rica do conteúdo apresentado.

5. BIBLIOGRAFIA

DA ROSA, P.I. A PRÁTICA DOCENTE E OS MATERIAIS GRAFO-TÁTEIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E DA TERRA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA REFLEXÃO SOBRE O USO EM SALA DE AULA 243 págs. Tese - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE Rio de Janeiro, 2015.

MARTIN, M. B SALVADOR, T. Deficiência Visual: Aspectos psicoevolutivos e educativos [1. ed., 2impr.] São Paulo: Santos, 2010. 336 p.

Estatísticas da deficiência visual, 2017. Disponível em: <<https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/estatisticas-da-deficiencia-visual/>> Acesso em 07 de ago.2017

VILLELA, Flavia. IBGE: 6,2% da população têm algum tipo de deficiência. 2015. Disponível em: <<http://www.ebc.com.br/noticias/2015/08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>> Acesso em 07 de ago.2017.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. Materiais reproduzidos em Thermoform. 2013. Disponível

em:

<http://200.156.28.7/Nucleus/media/common/Nossos_Meios_Thermoform.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2013.

VYGOTSKY, L. S. Obras escogidas V - Fundamentos de Defectología. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madri: Visor, 1997.

CERQUEIRA, J.B.; FERREIRA, E.M.B. Recursos didáticos na educação especial. Rev. Benjamin Constant, Rio de Janeiro, n. 5, p. 1-6, 1996.

PIAGET. J. A. A Formação do símbolo na criança: imitação, jogo, imagem e representação. (A. Cabral, Trad.). Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

CERQUEIRA, J.B. FERREIRA, M.A. Os recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*; Rio de Janeiro, Abril de 2000.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. Educar, Curitiba, n. 24, 2004, p. 213-225. Disponível em: <http://www.fernandozaidan.com.br/pitagoras/occ_eti_t1/Material%20apoio/Entrevistas%20qualitativas.pdf> Acesso em: 07 ago. 2017

Torres, Josiane Pereira. “Desevolvimento de kit didático para reprodução tátil de imagens visuais de livros de física no ensino médio”. São Carlos : UFSCAR, 2013.

Ferreira, Carine Ramos. “Aura e as relíquias mágicas: Uma coleção de livros infantis táteis impresso em braille e tinta”. Rio de Janeiro: UFRJ, 2016

XAVIER, Camille Valuzuela. "LIVRO-OBJETO COM DESIGN SENSORIAL IMPRESSO NOS SISTEMAS: BRAILLE E TINTA". Rio de Janeiro: UFRJ, 2015

SOBRAL, João Eduardo Chagas, CAVALCANTI, Anna Luiza Moraes de Sá, EVERLING, Marli Teresinha. "Ver com as mãos': a tecnologia 3d como recurso educativo para pessoas cegas."

ANEXO A

Termo de autorização enviado para os pais

Termo de autorização

Autorizo o aluno (a)

_____, estudante do Instituto Benjamin Constant, a participar, como voluntário do estudo que tem como pesquisador responsável **Iana Oliveira Moreira Alves**, aluna da graduação em Comunicação Visual Design da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A mesma poderá ser contatada pelo e-mail iana.alvess@gmail.com e pelo telefone (21) 97633-3465. Tenho ciência de que o estudo tem o objetivo de coletar dados para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso de Comunicação Visual Design, e o único interesse é o acadêmico. Portanto, cedo material de entrevista, imagem e/ou áudio que serão coletados e transcritos. Entendo que esse estudo possui finalidade acadêmica, e que o aluno e/ou responsável não receberão nenhum pagamento por esta participação, e que os dados obtidos serão divulgados ao final da pesquisa (como parte da monografia), e que nesse caso será preservado o anonimato dos participantes, assegurando assim a sua privacidade

Assinatura do responsável

ANEXO B

Modelo de Plano de Aula para a aula com o esqueleto de sapo

PLANO DE AULA
TEMA: Sedimentação e fossilização

OBJETIVOS
GERAL: Apresentar conceitos básicos de sedimentação e fossilização através do uso dos protótipos.
ESPECÍFICOS: Testar os protótipos. Entender se eles apresentam resultado satisfatório em sala de aula e realmente ajudam na absorção do conteúdo por parte das crianças.

CONTEÚDO
<p>Conteúdo do livro: Ciências da Natureza 7 – Série universos</p> <ul style="list-style-type: none">● A transformação da sociedade é um processo muito lento, que pode levar milhares de anos. Já que não existiam fotografias, vídeos ou áudios naquela época, como vocês acham que podemos saber como eram os objetos de antigamente?● Parte do nosso conhecimento sobre as formas de vida do passado vem de restos e vestígios de organismos que foram preservados pelo processo de fossilização. Esse fenômeno é raro e pode ocorrer de diversas formas. Uma delas é quando um organismo é soterrado por sedimentos logo após a sua morte e permanece em um ambiente com pouco gás oxigênio, o que inibe a ação de micro-organismos decompositores.● Sais minerais infiltram-se no organismo morto ou substituem estruturas como ossos e dentes, preservando o formato da estrutura. Ao longo de milhares de anos, os sedimentos ao redor do cadáver transformam-se em rocha, compondo assim o fóssil.● Hoje em dia, os arqueólogos são pessoas que buscam entender o passado. Eles procuram fósseis, objetos antigos e outros rastros de vida para estudar como era a vida na terra antigamente.● O processo de encontrar um fóssil é o seguinte: o arqueólogo investiga o terreno procurando por vestígios e quando encontra algum, cava com muito cuidado para desenterrar aquele vestígio sem causar nenhum dano e depois estuda aquele vestígio para saber a idade dele e o que era.

METODOLOGIA

Falar sobre a transformação da sociedade e como conseguimos saber mais sobre o passado através de objetos e vestígios.

Depois, apresentar a caixa com os objetos.

Dinâmica de interação com a caixa: colocar as caixas cheias de areia na mesa e pedir para as crianças colocarem a mão cuidadosamente e tentarem descobrir o que são aqueles objetos.

Explicar que alguns objetos acabam sendo soterrados e descobertos milhares de anos depois e é assim que conseguimos conhecer mais dos povos antigos.

Apresentar o conteúdo sobre o sapo, logo depois apresentar o sapo.

Colocar o sapo dentro da caixa e ir adicionando as camadas de areia pouco a pouco, explicando que são os sedimentos soterrando a carcaça do animal que acabou de morrer e que conforme esse animal for sendo coberto por sedimentos, as trocas químicas ocorrerão entre sua carcaça e o ambiente, promovendo o objeto de fossilização.

Apresentar o sapo dentro da caixa já cheia de areia.

Deixar as crianças manusearem o sapo. Podem ser oferecidos pincéis ou outras ferramentas, mas o ideal é deixar que eles coloquem as mãos dentro da caixa e tentem escavar o sapo sem desmontar ou quebrar.

AVALIAÇÃO

Perguntas:

- Por que o arqueólogo faz esse trabalho? Por que ele quer encontrar esses objetos?
- Como o esqueleto do sapo acabou soterrado? Qual o nome desse processo?
- Por que o esqueleto do sapo durou tanto tempo dentro da terra? Qual o nome desse processo?
- Vocês gostaram de ser arqueólogos? acharam divertido?

REFERÊNCIAS

- **Básica**
Livro: Ciências da Natureza 7 – Série universos

ANEXO C

Modelo de Plano de Aula para a aula com o porífero

PLANO DE AULA
TEMA: Poríferos

OBJETIVOS
GERAL: Apresentar os poríferos para as crianças e explicar como se dão suas funções básicas.
ESPECÍFICOS: Testar os protótipos. Entender se eles apresentam resultado satisfatório em sala de aula e realmente ajudam na absorção do conteúdo por parte das crianças.

CONTEÚDO
<p>Conteúdo do livro: Ciências da Natureza 7 – Série universos</p> <ul style="list-style-type: none">• O filo dos poríferos é formado por animais conhecidos como esponjas. São conhecidas até o momento cerca de 15 mil espécies de poríferos, todas aquáticas. A maioria dessas espécies vive em ambientes marinhos.• As esponjas não se movem e vivem presas a superfícies sólidas. Elas não possuem tecidos, órgãos ou sistemas organizados e geralmente têm forma irregular. As paredes do seu corpo apresentam vários furos pequeninos, chamados de poros. É por isso que são conhecidos como poríferos.• Mas, se as esponjas não se movem e vivem presas a essas superfícies, como será que elas se alimentam?• Os poríferos se alimentam através do processo de filtração da água: eles sugam a água do mar por meio desses pequenos furinhos em seu corpo e absorvem diversos nutrientes através de células conhecidas como coanócitos, que “agarram” os seres microscópicos e partes de matérias orgânicas trazidos pela água.• Em seguida, o resto da água é expelida pela esponja através do ósculo - aberturas presentes geralmente na parte superior da esponja.

- O porífero também usa esse processo para respirar: A água que entra pelos poros também traz gás oxigênio que é absorvido pelo animal. A água expelida leva embora o gás carbônico e os resíduos da digestão.
- A reprodução sexuada também ocorre através do ósculo: os espermatozoides saem por ele e são carregados pela água. Ao encontrar os ósculos de outra esponja da mesma espécie, ocorre a fecundação e formam-se os ovos.
- Dos ovos, nascem larvas capazes de nadar, que procuram um lugar adequado para se fixar e se desenvolver para o resto da vida.
- A reprodução assexuada pode ocorrer quando fragmentos destacados do corpo de esponja se desenvolvem e originam novos indivíduos.

METODOLOGIA

Explicar o que são poríferos e como é a estrutura desses animais.

Apresentar o porífero fora da água nesse momento. Deixar as crianças manusearem o objeto. Destacar os furos e a base sólida presa no chão. Explicar que os furos geralmente são bem menores do que esses.

- Mas, se as esponjas não se movem e vivem presas a essas superfícies, como será que elas se alimentam?

Dar um tempo para as crianças tentarem responder a pergunta.

Responder e apresentar o resto do conteúdo

Colocar o porífero dentro da água e ligar a bomba. Colocar as crianças para sentir a corrente uma a uma. Explicar por onde entra a água e por onde ela sai.

Depois da experiência com o porífero, é hora de fazer as perguntas.

AVALIAÇÃO

- Perguntas:
- Como funciona a alimentação do porífero? por onde entram os alimentos? como o
- porífero captura esses alimentos?
- Por onde a água é expelida?
- Em quais outros processos essa passagem de água atua?
- Quais são os elementos presentes na água que é expelida do porífero?
- Como funciona a reprodução desses seres vivos?
- Você conseguiu sentir a corrente de água saindo do porífero?

REFERÊNCIAS

- **Básica**
Livro: Ciências da Natureza 7 – Série universos