

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL

CAMPUS PORTO ALEGRE

MESTRADO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

**MOVIMENTO *MAKER* NA EDUCAÇÃO: *CREATIVE LEARNING*, FAB LABS E A
CONSTRUÇÃO DE OBJETOS PARA APOIO A ATIVIDADES EDUCACIONAIS DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS, NO ENSINO FUNDAMENTAL 2 (SÉRIES FINAIS)**

Dissertação de Mestrado

JULIANA MEDEIROS

Porto Alegre, Agosto de 2018.

JULIANA MEDEIROS

**MOVIMENTO *MAKER* NA EDUCAÇÃO: *CREATIVE LEARNING*, FAB LABS E A
CONSTRUÇÃO DE OBJETOS PARA APOIO A ATIVIDADES EDUCACIONAIS DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS, NO ENSINO FUNDAMENTAL 2 (SÉRIES FINAIS).**

Proposta de dissertação apresentada junto ao
Mestrado Profissional em Informática na
Educação do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul –
câmpus Porto Alegre.

Orientador: André Peres

Coorientadora: Carine Bueira Loureiro

Porto Alegre, Agosto de 2018.

CIP - Catalogação na Publicação

Medeiros, Juliana

MOVIMENTO MAKER NA EDUCAÇÃO: CREATIVE LEARNING, FAB LABS E A CONSTRUÇÃO DE OBJETOS PARA APOIO A ATIVIDADES EDUCACIONAIS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS, NO ENSINO FUNDAMENTAL 2 (SÉRIES FINAIS) / Juliana Medeiros. -- 2018.

78 f.

Orientador: André Peres

Coorientadora: Carine Bueira Loureiro

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. aprendizagem criativa. 2. ensino de ciências. 3. movimento maker. 4. fab lab. I. Peres, André, orient. II. Bueira Loureiro, Carine, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do Campus Porto Alegre / IFRS com dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico este trabalho a todos os professores da rede pública, que mesmo diante de todas as dificuldades, não desistem de inovar e acreditam em uma educação pública de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ter sido realizado sem a contribuição de diversas pessoas. Gostaria de agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - campus Porto Alegre - por proporcionar e acreditar em uma educação pública de qualidade. Ao meu orientador, Professor Dr André Peres por toda colaboração, paciência e competência com que conduziu esse trabalho, muito obrigada por ter me corrigido quando necessário, sem me desmotivar, e por ter acreditado tanto neste trabalho e na ideologia que defende dentro do PoaLab.

Desejo igualmente agradecer a todos os meus colegas e demais professores do Mestrado Profissional em Informática na Educação, por ainda acreditarem na força da educação, pelas conversas, reflexões e discussões que tanto contribuíram para este trabalho e para minha formação pessoal.

Por último, gostaria de agradecer a minha família e amigos, em especial ao meu marido Julio Cesar por todo apoio incondicional, suporte e atenção que me ofereceu para que eu pudesse realizar este trabalho e por sempre acreditar que eu era capaz de realizá-lo, mesmo quando eu já havia desistido. E a minha filha, Ana Clara, por ter me acompanhado com paciência (as vezes nem tanto) ao longo desses anos de mestrado, e por me fazer acreditar no futuro, e ver que meus dias são muito melhores ao seu lado.

RESUMO

A criatividade é uma das habilidades fundamentais na sociedade atual, e é papel da escola auxiliar os alunos a desenvolver sua capacidade de pensar de forma criativa na resolução de problemas reais, uma vez que não sabemos quais serão os novos problemas que teremos no futuro. A experiência direta na solução de problemas, aliada à intuição e prática de tentativa e erro, na construção de objetos, deu origem ao movimento *maker*. Esse movimento visa estimular a inteligência colaborativa, a criatividade e o caráter prático do uso das tecnologias. É um movimento informal, que preza pela geração de conhecimento por pares, e por compartilhamento, sendo motivado pela diversão e autorrealização. É uma proposta de prática diferenciada, capaz de instigar a criatividade e a pesquisa, gerando um conhecimento mais crítico e contextualizado. Este trabalho tem como objetivo verificar como o movimento *maker* pode contribuir na realização de atividades baseadas em *creative learning* no ensino de ciências e tecnologias no ensino fundamental – séries finais. Define um processo, um roteiro de práticas pedagógicas e comportamentos que possam auxiliar na organização de atividades que envolvam o uso de espaços makers como ambientes pedagógicos, auxiliando no desenvolvimento de atividades baseadas em *creative learning*. Para se chegar a esse objetivo foram realizados dois estudos de caso envolvendo conteúdos como a produção de energia e a anatomia comparada, onde alunos das séries finais do ensino fundamental visitaram o PoaLab, e nesse laboratório de fabricação digital tiveram acesso a vários equipamentos, onde puderam manipular e construir objetos que facilitassem o ensino de ciências. Os espaços *maker* oferecem uma oportunidade para que os alunos desenvolvam suas habilidades em diversas áreas da ciência como: física, matemática, robótica e engenharia. Pesquisas vêm desenvolvendo novas tecnologias, atividades e estratégias para envolver os jovens em experiências criativas de aprendizado, e assim formar pensadores criativos. A abordagem é baseada em quatro elementos principais, que são chamados de quatro P's da Aprendizagem Criativa - *Projects, Passion, Peers and Play* (projetos, paixão, pares e explorar). O movimento *maker* combina tecnologia, conhecimento e computação na realização de projetos específicos e leva a um aprendizado prático, onde o estudante é atuante no processo de construção do seu conhecimento, aprendendo conteúdos de maneira lúdica e pautada no uso de tecnologia. Quando as tecnologias digitais são adequadamente projetadas e suportadas, como a atividade proposta neste trabalho, é possível que os alunos, de todas as idades, possam continuar a aprender no estilo de jardim de infância, levando em conta aspectos como a curiosidade, a solução de problemas, a experimentação e a colaboração, promovendo assim uma aprendizagem baseada na criatividade. Lembrando que as tecnologias digitais, com os computadores, apenas ampliam as possibilidades de atuação de alunos e professores, mas são incapazes de substituí-los em suas tarefas básicas e essenciais, sendo apenas uma ferramenta a disposição da escola.

Palavras – chaves: aprendizagem criativa; movimento *maker*; ensino de ciências.

ABSTRACT

Creativity is one of the fundamental skills in today's society, and it is the role of the school to help students develop their ability to think creatively in solving real problems, as we do not know what new problems we will have in the future. Direct experience in solving problems, combined with intuition and practice of trial and error, in the construction of objects gave rise to the movement maker. This movement aims to stimulate the collaborative intelligence, the creativity and the practical nature of the use of the technologies. It is an informal movement, which prizes for the generation of knowledge by peers, and for sharing, being motivated by fun and self-actualization. It is a proposal of differentiated practice, able to instigate creativity and research, generating a more critical and contextualized knowledge. This work aims to verify how the movement maker can contribute in the accomplishment of activities based on creative learning in the teaching of sciences and technologies in elementary education. Defines a process, a script of pedagogical practices and behaviors that can help in the organization of activities that involve the use of makers space as pedagogic environments, helping in the development of activities based on creative learning. In order to reach this goal, two case studies were carried out involving contents such as energy production and comparative anatomy, where final grade students visited PoaLab, and in this digital manufacturing laboratory they had access to several equipments where they could manipulate and construct objects that facilitate the teaching of sciences. Maker spaces offer an opportunity for students to develop their skills in various areas of science such as physics, math, robotics, engineering. Research has been developing new technologies, activities and strategies to engage young people in creative learning experiences, and thus to form creative thinkers. The approach is based on four main elements, which are called the four P's of Creative Learning - Projects, Passion, Peers and Play. The maker movement combines technology, knowledge and computation in the execution of specific projects and leads to a practical learning, where the student is active in the process of building his knowledge, learning content in a playful way and based on the use of technology. When digital technologies are properly designed and supported, such as the activity proposed in this paper, it is possible for students of all ages to continue to learn in the kindergarten style, taking into account aspects such as curiosity, problems, experimentation and collaboration, thus promoting based creativity learning. Recalling that digital technologies, with computers, only expand the possibilities of action of students and teachers, but are unable to replace them in their basic and essential tasks, being only a tool available to the school.

Key Words: Creative learning, maker movement, science teaching

LISTA DE QUADROS E ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Princípios norteadores da rede Fab Lab..... | 16 |
| Quadro 2: Objetivos gerais para o Ensino Fundamental segundo os PCN's..... | 25 |
| Quadro 3 - Comportamentos e metodologias para o desenvolvimento da criatividade..... | 31 |
| Quadro 4: Resumo da organização das atividades desenvolvidas..... | 49 |
| | |
| Figura 1. Espiral da aprendizagem criativa | 29 |
| Figura 2. Ambiente do PoaLab, localizado no IFRS - campus Porto Alegre..... | 34 |
| Figura 3 – Protótipos do Gerador de Energia Hidrelétrica e Eólica..... | 43 |
| Figura 4 - Atividade desenvolvida com os alunos do 9º ano no PoaLab..... | 44 |
| Figura 5 -Maquetes construídas pelos alunos do 9º ano..... | 45 |
| Figura 6 - Atividade desenvolvida com os alunos do 7º ano no PoaLab..... | 46 |
| Figura 7 - Atividade desenvolvida com os alunos do 8º ano no PoaLab..... | 47 |
| Figura 8 - Feira de animais, atividade desenvolvida com os alunos do 7ºano..... | 48 |
| Figura 9 - Ciclo de invenção..... | 59 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA | 19 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 19 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 2.3 JUSTIFICATIVA | 20 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 23 |
| 3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA | 23 |
| 3.2 APRENDIZAGEM CRIATIVA | 27 |
| 3.3 MOVIMENTO MAKER NA EDUCAÇÃO | 32 |
| 3.4 FAB LABS E O ENSINO DE CIÊNCIAS | 35 |
| 4 METODOLOGIA | 40 |
| 5 EXECUÇÃO DA PESQUISA | 42 |
| 5.1 CASO 1: PRODUÇÃO DE ENERGIA | 42 |
| 5.2 CASO 2: ANATOMIA COMPARADA | 45 |
| 6 RESULTADOS OBTIDOS | 50 |
| 7 PRODUTO: 5 PASSOS PARA APRENDIZAGEM CRIATIVA | 53 |
| 7.1 PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS VISITAS | 54 |
| 7.2 CONHECENDO O AMBIENTE MAKER: POSSIBILIDADES DE USO | 55 |
| 7.3 CONSTRUINDO OBJETOS EM ESPAÇOS MAKER | 57 |
| 7.4 DISCUTINDO E RECRIANDO NA ESCOLA | 60 |
| 7.5 APRESENTANDO E AVALIANDO OS RESULTADOS | 61 |
| 8 CONCLUSÕES FINAIS | 63 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 66 |
| APÊNDICE 1 | 71 |
| APÊNDICE 2 | 73 |
| APÊNDICE 3 | 76 |
| APÊNDICE 4 | 77 |
| APÊNDICE 5 | 78 |

1 INTRODUÇÃO

A criatividade é uma das habilidades fundamentais na sociedade, e seu exercício desempenha um papel essencial na capacidade de se desenvolver uma aprendizagem significativa. A criatividade é uma habilidade que pode ser desenvolvida em qualquer pessoa, porém da mesma forma como pode ser promovida também pode ser inibida. Dessa forma, objetivando a aprendizagem significativa, considera-se que a educação escolar tem a capacidade e o dever de desenvolver a criatividade das crianças e jovens (FERRARI; CACHIA e PUNIE; 2009).

Considerando a forma que as informações se encontram disponíveis atualmente, pode-se concluir que não se faz mais necessário alunos que decorem dados sobre as diferentes áreas do conhecimento, mas sim alunos que saibam aplicar esses diversos conhecimentos para criar novos conhecimentos, e dessa forma chegar às respostas dos mais diversos problemas que possam vir a existir. Não se trata de uma educação voltada para a manutenção do mundo que vivemos hoje, mas é sobre estar preparado para o mundo que teremos no futuro. Criar e explorar (aqui se usa o termo *explorar* no sentido de consertar/ajustar/modificar objetos, ou no termo equivalente em inglês: *tinkering*) são habilidades humanas e para desenvolver essas habilidades devemos brincar, imaginar, questionar, interagir com outras pessoas e assim aprender. Porém as escolas tendem a valorizar o produto ao invés do processo. Conversar, manusear objetos e pensar sobre as coisas do cotidiano são ações pouco valorizadas pelo modelo de escola tradicional, onde os alunos devem permanecer sérios e organizados. Os livros escolares didáticos definem o ritmo da aprendizagem e os professores tendem a seguir o padrão de atribuições com testes e provas sobre conteúdos específicos, e assim a criatividade e a colaboração são deixadas em segundo plano (MARTINEZ e STAGER, 2013).

É necessário que os alunos tenham a capacidade de desenvolver sua criatividade. Talvez essa seja a principal habilidade que deva ser desenvolvida nas escolas. Uma vez que não sabemos quais serão os novos problemas que teremos no futuro, as escolas devem hoje desenvolver nos alunos a capacidade de serem criativos - “pensadores criativos”, para assim poderem pensar em soluções diversas para as diferentes situações problemas que vamos enfrentar. Se for possível desenvolvermos nos alunos a habilidade de aprender a aprender durante os nove anos do ensino fundamental e aprimorar essa capacidade nos três anos do ensino médio, teremos jovens com habilidades e competências de aprender qualquer coisa, que se faça necessária, ao longo de suas vidas.

As instituições educacionais devem desenvolver nos jovens a capacidade de pensar de forma criativa na resolução de problemas reais. Fazendo com que os alunos entendam que é possível resolver um mesmo problema de várias formas diferentes. O pesquisador Mitchel Resnick, sugere em seu livro *Lifelong Kindergarten* (RESNICK; 2017), que uma forma de se desenvolver essa criatividade nos jovens, é manter durante toda a vida escolar desse aluno atividades como as desenvolvidas no jardim de infância, essas devem envolver descobertas, o acesso livre a diferentes materiais, brinquedos e espaços escolares. No jardim de infância as crianças passam uma boa parte do tempo brincando de forma criativa e colaborativa, dessa forma as brincadeiras vão sendo organizadas com a participação de todos. O mais importante é que as crianças vão desenvolvendo sua criatividade e aprendendo umas com as outras. Elas iniciam com uma proposta de atividade inicial e a partir dessa ideia exploram diferentes possibilidades. Durante a educação infantil esse processo é comum, as crianças são expostas a diferentes práticas e a grande maioria delas são desenvolvidas de forma colaborativa, sem a presença de apenas um resultado final, muitas vezes seguem por caminhos que o professor não havia planejado inicialmente e dessa forma apontam para novas possibilidades. Porém quando os alunos ingressam para o ensino fundamental, essas atividades vão se tornando cada vez menos livres e mais sistematizadas e individuais, características essas que dificultam o desenvolvimento da criatividade. Em seu livro, o autor apresenta a ideia de que a aprendizagem criativa funciona como um espiral, que parte de habilidades como imaginar, brincar, criar, compartilhar e refletir, e a partir dessas habilidades é possível chegar a novos pensamentos. Através da experimentação os jovens vão desenvolvendo a capacidade de pensar em novas formas de resolver seus problemas. E os erros que os alunos cometem ao longo do processo apenas fortalecem o aprendizado que está sendo desenvolvido.

Já considerando o uso de tecnologias, normalmente se descreve a nova geração de alunos como "nativos digitais" (estudantes que atualmente estão no ensino fundamental pertencem a uma geração chamada de *nativos digitais*: os primeiros a crescerem completamente inseridos com o uso da tecnologia). É importante fazer uma ressalva na forma como o termo é utilizado. Temos uma geração de consumidores de tecnologias. Eles possuem o domínio no consumo, mas não o uso criativo destas tecnologias.

Estão à nossa disposição diversos dispositivos eletrônicos, mesmo nas escolas mais carentes e em ambientes mais vulneráveis. Os alunos possuem smartphones, tablets, computadores e acesso à internet, porém é comum que façamos sempre as mesmas coisas com esses dispositivos: mandamos mensagens, acompanhamos redes sociais, assistimos vídeos. Na maioria das vezes não estimulamos nossos alunos a utilizarem essas ferramentas para produzir

conhecimento, para auxiliar nas tarefas escolares ou até mesmo para ajudar na resolução de problemas do cotidiano. Os professores também têm dificuldade em utilizar essas ferramentas para a organização de seus planejamentos, e esse é apenas um exemplo simples de como pensamos e experimentamos pouco os objetos que temos à nossa volta.

O domínio do uso da tecnologia é uma habilidade de fundamental importância para o futuro do trabalho e o crescimento/evolução da sociedade. Considera-se que o uso da tecnologia foi uma das habilidades mais necessárias de se aprender, sendo uma das que mais evoluíram também. (BLIKSTEIN, 2013). Apesar do uso das tecnologias ser uma habilidade desenvolvida nos nativos digitais (PRENSKY, 2001), o pensamento crítico sobre o uso dessas ferramentas digitais para a solução de problemas reais é o principal desafio da educação na atualidade. Mesmo em face dessas mudanças, tanto de gerações quanto de habilidades, a escola tem permanecido inalterada ao longo dos anos, tendo sua estrutura e currículo sofrido poucas alterações que possam atender a essa nova demanda.

“Há no Brasil um enorme descompasso entre o esforço de renovação curricular realizada pelas secretarias de educação e as mensagens curriculares vinculadas através dos livros didáticos. Entre os textos adotados nas escolas, não poucos foram produzidos originalmente há várias décadas, alguns inclusive nos anos 40, tendo passado apenas por maquiagens modernizadoras sem alterar substancialmente o conteúdo e a metodologia no decorrer de centenas de edições sucessivas” (DE SÁ BARRETO, 2000).

Esse modelo tradicional de escola já não motiva nem interessa aos alunos. É preciso, dentro dessa realidade, criar um cenário educacional cada vez mais voltado à pesquisa e à utilização de ferramentas inovadoras e motivadoras que proporcionem maiores e melhores subsídios para o processo de ensino e aprendizagem (FIALHO; MATOS, 2010). Para se adaptar a essa nova demanda, as políticas públicas têm incentivado que as escolas adotem laboratórios de informática e acesso a internet, através dos programas federais como ProInfo (Programa Nacional de Tecnologia Educacional) e Banda Larga na escola – ambos oferecidos pelo MEC (Ministério da educação) às escolas públicas. Porém nenhuma dessas ações será eficaz se não houver o envolvimento direto do professor - como profissional capacitado para organizar um processo capaz de atender as demandas de ensinar e aprender.

O ensino de ciências faz parte do currículo das escolas brasileiras desde 1961, quando foi instituído como “Introdução à Ciência”, no que hoje se refere ao ensino fundamental. Nesses últimos, aproximadamente 60 anos, muitas coisas mudaram com relação ao conhecimento científico, muitas descobertas científicas foram comprovadas e aceitas.

No campo da tecnologia houve grandes avanços, tais como o surgimento de dispositivos cada vez menores, com as mais diversas funções, e com acesso à internet, modificando a forma com a qual pessoas se comunicam e interagem com a informação. Desde sua concepção, a principal função do ensino de ciências é compreender os avanços e conquistas obtidas através do conhecimento científico, e sua importância na formação dos alunos, para que eles possam ampliar a sua capacidade de interação com o mundo em que vivemos (BIZZO, 2009).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o ensino fundamental mencionam o currículo CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade), para o ensino de ciências e suas tendências, identificando a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos com um caráter interdisciplinar. Esta interdisciplinaridade proporciona uma compreensão dinâmica da nossa vivência material, do convívio harmônico com o mundo da informação, entre outras competências que visam um aprendizado com caráter prático e crítico; buscando sempre a contextualização dos conteúdos abordados (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000).

Considera-se, no entanto, que a realidade escolar, principalmente da rede pública, parece ainda não ter se enquadrado dentro dessa perspectiva, trabalhando conteúdos de forma não relacionada, e pouco contextualizada com a realidade dos alunos (DE SÁ BARRETO, 2000).

“Não se admite mais que o ensino de ciências deva limitar-se a transmitir aos alunos notícias sobre os **produtos** da Ciência. A ciência é muito mais uma **postura**, uma **forma de planejar e coordenar pensamento** e **ação** diante do desconhecido” (BIZZO, 2009).

A criação de ferramentas e os mais diversos artefatos fazem parte da história da humanidade. Nas mais diversas áreas do conhecimento, desde a agricultura até a engenharia, o pensamento científico foi primordial para o desenvolvimento intelectual e criação/descoberta de soluções. Ainda, a maioria das descobertas se realizou de maneira intuitiva, resultando da experiência direta na resolução de problemas reais (MARTINEZ e STAGER, 2013). Durante o processo de desenvolvimento da roda e das alavancas, por exemplo, não existia um conhecimento científico formal prévio. O que levou à criação delas foi a necessidade de resolver um problema e o processo de tentativa e erro na construção desses artefatos. Apenas com o passar dos anos é que a física criou um conhecimento formal acerca dessas ferramentas, explicando de que forma atuam e por que funcionam tão bem. Por isso percebe-se como é importante que o ensino de ciências no ensino fundamental se torne

mais amplo, ao invés de apenas transmitir o conhecimento já produzido. Deve ser um espaço para a discussão, intuição e a ação direta de alunos e professores na resolução de problemas, estimulando uma postura científica, capaz de planejar passos e processos, investigar e analisar, e assim chegar às conclusões prático/teóricas.

Em busca de alinhar a prática do ensino de ciências com a postura/ação científica, percebe-se o surgimento de diferentes iniciativas apoiadas em experimentos práticos realizados pelos alunos (CALIL, 2009). Estes experimentos levam os alunos à fabricação de objetos e ferramentas que servem como base para a obtenção de conceitos e teorias científicas em atividades baseadas em problemas e/ou projetos.

Fora da escola, a experiência direta na solução de problemas aliada à intuição e prática de tentativa e erro na construção de objetos deu origem ao movimento *maker*. Sempre houve pessoas que construíram suas próprias soluções, mas apenas em 2005, Dale Dougherty cria uma revista com foco neste público de "fazedores" chamada *Make*, e o termo passou a ser mais conhecido. A popularização do conceito de *maker* aliada à diminuição do preço de componentes eletrônicos e equipamentos de fabricação digital como impressoras 3D fizeram com que a cultura *maker* passasse a ser mais divulgada e abrangente. A ideologia desse movimento visa estimular a inteligência colaborativa, a criatividade e o caráter prático do uso das tecnologias. À medida que os computadores se tornam menores, mais poderosos, e mais baratos puderam ser mais acessados e utilizados como ferramentas inteligentes para desenhar e produzir os mais diversos objetos, mudando a maneira que as pessoas interagem com os objetos que consomem (MARTINEZ e STAGER, 2013). Novas ferramentas, materiais e habilidades podem auxiliar no surgimento de uma geração de "fazedores", basta que exista espaço e tempo disponíveis para que se dediquem à essa prática. Esse movimento consiste de uma crescente cultura do "hands-on", onde é possível criar, projetar, fazer e inovar. Uma característica importante desse movimento é o "faça você mesmo" ("junto com os outros") que reúne pessoas em torno de uma série de atividades, incluindo fabricação têxtil, robótica, culinária, artesanato em madeira, eletrônica, fabricação digital, reparação mecânica, ou seja, consiste em fabricar todo o tipo de coisas, utilizando ferramentas de fabricação digital (DOUGHERTY, 2012; ANTHONY *et al.*, 2010).

Existem diversos ambientes onde se utiliza as ferramentas de fabricação digital, tais como: *hackerspaces*, *makerspaces*, *TechShops* e *FabLabs*. Cada um desses espaços possui suas próprias características, mas possuem como cerne de suas atividades a fabricação digital e a colaboração e compartilhamento de informações. O conceito de *hackerspace* se originou

na Europa com um grupo de programadores (por isso o termo "*hacker*"), compartilhando um espaço. Seu foco é a produção de circuitos eletrônicos e a prototipagem física. Para a expansão de suas atividades passaram a ofertar acesso às ferramentas, para membros que pagavam mensalidades, e assim manter financeiramente o espaço.

O termo '*Makerspace*' é mais recente, começou a se tornar popular quando foi utilizado para se referir a locais publicamente acessíveis para projetar e criar, muitas vezes utilizados por jovens e crianças e não apenas por interessados da área de informática como nos *hackerspaces*. Esses ambientes são os mais informais, onde o mais importante é fazer, criar e partilhar. Os *Makerspaces* representam uma visão muito mais ampla de um espaço criativo publicamente acessível, para o desenvolvimento e a fabricação de uma infinidade de produtos.

TechShop e *FabLabs* definem de maneira mais específica os espaços, e para se enquadrar nessas categorias é necessário seguir algumas regras estipuladas pelos seus criadores - por isso são mais fáceis de definir. *TechShop* é o nome de uma cadeia de espaços em formato de franquia, com fins lucrativos, tendo seu foco no fornecimento de acesso a uma variedade de áreas de manufatura com apoio de infraestrutura de equipamentos. Todas as suas instalações incluem madeira, usinagem, soldagem, costura e capacidade de fabricação CNC (*Computer Numeric Control* ou Comando Numérico Computadorizado), além de outras dependendo da sua área de atuação. A rede *TechShop* não encontrou uma maneira eficiente de se sustentar e entrou em falência em 2017.

Quanto aos *Fab Labs*, o primeiro surgiu no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), mais especificamente no laboratório interdisciplinar chamado *Center for Bits and Atoms* (CBA) fundado em 2001 pela *National Science Foundation* (NSF). Os *Fab Labs*, são laboratórios de fabricação (do inglês *fabrication laboratory*), que se apoiam em princípios comuns que estão descritos na *Fab Charter* (carta de princípios), que tem por objetivo manter a ideologia dos primeiros *Fab Labs*. O CBA redigiu a *Fab Charter* em agosto de 2007 e sua reestruturação foi feita em outubro de 2012. Cumprindo os requisitos impostos por essa carta qualquer laboratório tem o direito de se inscrever na rede e intitular-se um *Fab Lab*. A *Fab Charter* deve estar afixada no laboratório para que qualquer usuário tenha acesso e respeito aos seus princípios. O quadro 1 apresenta o conteúdo da *Fab Charter*.

Quadro 1: Princípios norteadores da rede *Fab Lab*.

| <i>Fab Charter</i> |
|--|
| <p>O que é um Fab Lab? Fab Labs são uma rede global de laboratórios que permitem a invenção e fornecem acesso a ferramentas de fabricação digital.</p> |
| <p>O que contém um Fab Lab? Fab Labs possuem um inventário de máquinas e componentes em evolução que auxiliam na capacidade básica de fazer (quase) qualquer coisa, permitindo acesso e também o compartilhamento de projetos desenvolvidos ali pelas pessoas.</p> |
| <p>O que fornece a rede Fab Lab? Assistência operacional, educacional, técnica, financeira e logística, além dos equipamentos que estão disponíveis dentro dos laboratórios.</p> |
| <p>Quem pode usar um Fab Lab? São de uso público, pertencendo a comunidade em que está inserido. Oferece acesso livre para os indivíduos, bem como o acesso programado para atividades específicas.</p> |
| <p>Quais são as suas responsabilidades?</p> <p>Segurança: não ferir as pessoas ou danar as máquinas.</p> <p>Operações: ajudar com a limpeza, manutenção e melhoria do laboratório.</p> <p>Conhecimento: contribuir para a documentação e instrução.</p> <p>(adaptado de: EYCHENNE, Fabien e NEVES, Heloisa. <i>Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial</i>. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013).</p> |

Além dos princípios descritos na *Fab Charter* (Quadro 1) um *Fab Lab* deve conter os seguintes equipamentos: uma máquina de corte à laser capaz de produzir estruturas 2D e 3D, uma máquina de corte de vinil que fabrica antenas e circuitos flexíveis, uma fresadora de alta resolução para fabricar circuitos impressos e moldes, uma outra maior para criar peças grandes, componentes eletrônicos múltiplos, impressoras 3D, e outros de acordo com o que se deseja construir no laboratório (EYCHENNE e NEVES, 2013).

Apesar da diversidade de ambientes com a proposta *maker*, o movimento é unificado por um compromisso compartilhado para abrir a exploração, o interesse intrínseco, e ideias criativas. É um movimento informal, que preza pela geração de conhecimento por pares, e por compartilhamento, sendo motivado pela diversão e autorrealização. (NEVES e RAGUSA,

2014; BLIKSTEIN e KRANNICH, 2013; MARTINEZ e STAGER, 2014).

Nota-se que o fortalecimento do movimento *maker* ocorreu apenas nos últimos anos, porém, a ideia por trás desse movimento já é discutida há bastante tempo na educação. A fabricação digital e a cultura do "faça você mesmo" está em sintonia com práticas educativas que defendem a ideia de que a educação deve ser mais experimental e ligada a objetos do mundo real. Esta visão é originalmente atribuída a John Dewey, mas possui defesa no trabalho de outros autores, os quais compartilham essa mesma perspectiva, tais como Freudenthal, Frobel & Hailmann, Montessori e von Glasersfeld (BLIKSTEIN, 2013).

Os espaços *maker* podem ser vistos como ambientes pedagógicos que permitem às pessoas comuns resolverem os seus próprios problemas, produzindo as ferramentas de que necessitam. Nesses espaços, os participantes trabalham com a relação entre o digital e o físico, usando ferramentas digitais para desenvolver projetos que podem ser construídos com ferramentas de fabricação digital, como impressoras 3D (HALVERSON e SHERIDAN, 2014). Desta forma, colocam o enfoque da aprendizagem em áreas como engenharia, robótica e design, áreas do conhecimento intimamente ligadas ao ensino de ciências.

Esses ambientes de criação e experimentação podem ser espaços muito benéficos para o ensino de ciências, pois é possível relacionar os conhecimentos formais de ciências com a experimentação científica, aplicando os conhecimentos descritos na grade curricular do ensino de ciências para a resolução de problemas reais. Os alunos envolvidos com experimentação direta, utilizando diferentes materiais, e superando obstáculos e imprevistos, chegam a descobertas casuais podendo resultar em uma compreensão que não foi prevista pelo professor, mas que é válida para o processo de ensino e aprendizagem (MARTINEZ e STAGER, 2013). Esse planejamento das atividades curriculares é muito importante para que todo o processo de ensino e aprendizagem seja significativo, e é papel do professor organizar esse planejamento, criando junto com os alunos os "problemas" que os alunos devem resolver. Esse processo assume um valor educativo máximo quando cada aluno, pelo seu próprio caminho, chega a uma resposta para a situação problema que está sendo investigada.

Essa perspectiva vai ao encontro do que se espera do ensino de ciências para os anos finais do ensino fundamental, segundo os PCN's propostos pelo Ministério da Educação (MEC). Surge como uma prática motivadora e contextualizada, proporcionando aos alunos uma ferramenta inovadora, e que se enquadra ao perfil dos nativos digitais, tornando as aulas de ciências mais interessantes e estimulando a construção do conhecimento, aplicando os conhecimentos formais na resolução de problemas reais.

Nessa perspectiva o movimento *maker* pode surgir como uma proposta de prática diferenciada, capaz instigar a criatividade e a pesquisa, gerando um conhecimento mais crítico e contextualizado. Utilizando o acesso a tecnologia como ferramenta, criando oportunidades para que alunos e professores possam fazer relações entre os conhecimentos aprendidos e a resolução de problemas reais, criando situações inovadoras para produção e principalmente a aplicação do conhecimento formal já estabelecido na escola.

Este trabalho tem como objetivo verificar como o movimento *maker* pode contribuir na realização de atividades baseadas em *creative learning* nos processos de ensino e de aprendizagem de ciências e tecnologias no ensino fundamental – séries finais. Mais especificamente, define um **processo** para a construção de objetos em espaços *makers*, que contribuam com o ensino e aprendizagem de Ciências e suas relações com “aplicações da vida diária”. Um **processo**, neste caso, refere-se a um conjunto de passos, ordenado temporalmente, para se chegar a um objetivo. O processo ocorre com a colaboração entre professor e alunos, trabalhando na construção de objetos para apoio a atividades educacionais em um laboratório de construção digital – o PoaLab, localizado no IFRS – campus Porto Alegre, cadastrado a rede *Fab Lab*.

Com este trabalho é possível verificar de que forma essa prática pode contribuir para um aprendizado de ciências e tecnologias mais crítico e significativo, promovendo uma postura científica nos alunos e uma aprendizagem mais criativa e moderna. Considera-se como hipótese inicial que as atividades desenvolvidas no PoaLab contribuem para o processo de ensino e de aprendizagem, estimulando a colaboração e a criatividade para resolução de problemas, estimulando o interesse dos alunos pelas aulas de ciências.

Estas atividades devem auxiliar na contextualização dos conteúdos trabalhados em sala de aula, com a construção de objetos, utilizando a fabricação digital. Para verificar essa hipótese será apresentado um levantamento bibliográfico sobre o movimento *maker* na educação, seu suporte teórico e como vem sendo trabalhada a fabricação digital na educação. Em um segundo momento foi realizada uma pesquisa exploratória, com estudos de caso envolvendo alunos do ensino fundamental – séries finais, onde os alunos construíram alguns objetos para apoio a atividades educacionais utilizando o laboratório de fabricação PoaLab. A análise dos dados obtidos no processo verificou como essa prática influenciou na construção de conhecimento sobre ciências e tecnologia

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Os espaços *maker* oferecem uma oportunidade para que os alunos desenvolvam suas habilidades em diversas áreas da ciência – como física, matemática, robótica, engenharia, etc. Considerando que os alunos já desenvolveram habilidades quanto ao uso da tecnologia, cabe à escola ampliar as oportunidades de aprendizagem, oferecendo espaço e tempo para que os alunos pensem sobre o que estão aprendendo, e sobre as relações que se pode fazer dos conhecimentos formais oferecidos pela escola na resolução de problemas reais do cotidiano. A construção de um objeto real utilizando técnicas de fabricação digital pode servir, então, como forma de estimular o pensamento científico na resolução de problemas, pois ao criar situações que façam os alunos estabelecerem relações entre os conhecimentos aprendidos e a sua fluência tecnológica, é possível ampliar o potencial dos alunos para aprender, e dos professores para criar situações de aprendizagem (MARTINEZ e STAGER, 2013).

A cultura *maker* não privilegia a construção de um tipo de objeto em relação a outro. No entanto, alguns projetos são intelectualmente mais ricos do que outros. Identificar a melhor estratégia, ferramentas e meios para resolver um problema são os objetivos principais desse processo, independentemente da tarefa escolhida pelos alunos e professores. Essa capacidade de pensar em estratégias, criar hipóteses e testá-las é o ponto central do desenvolvimento de um pensamento científico, tão importante para uma formação significativa na área de ciências.

Nessa perspectiva o movimento *maker* pode surgir como uma proposta de prática diferenciada, capaz de instigar a criatividade e a pesquisa, gerando um conhecimento mais crítico e contextualizado. Utilizando o acesso a tecnologia como ferramenta, as práticas da cultura *maker* criam oportunidades para que alunos e professores possam fazer relações entre os conhecimentos aprendidos e a resolução de problemas reais, criando situações inovadoras para produção e principalmente a aplicação do conhecimento formal já estabelecido na escola.

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é estabelecer relações entre o movimento *maker* e a educação, bem como verificar se esse movimento pode contribuir na realização de atividades baseadas em *creative learning*, discutindo e propondo possibilidades de uso da fabricação de objetos no ensino de ciências e tecnologias dentro do ensino fundamental – séries finais. Para atingir este objetivo é sugerido um processo para desenvolver objetos relacionados ao ensino

de Ciências em espaços *makers*; instigando alunos e professores a trabalhar de forma colaborativa, visando relacionar os conteúdos formais do currículo de ciências, para um aprendizado com caráter prático e crítico, desenvolvendo em alunos e professores uma aprendizagem criativa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos deste trabalho, pretende-se:

- investigar, por meio de estudos de caso com estudantes das séries finais do ensino fundamental, como o uso de Fab Labs na educação pode contribuir para uma aprendizagem colaborativa e criativa;
- construir objetos de aprendizagem físicos dentro do PoaLab;
- conhecer como a construção desses objetos de aprendizagem, desenvolvidos no PoaLab, podem contribuir para um ensino de ciências mais crítico e contextualizado.

2.3 JUSTIFICATIVA

A qualidade da aprendizagem é um dos desafios da educação brasileira que, atualmente, vive descompassos evidentes entre a formação escolar e as demandas da sociedade. O Brasil tem participado desde 2000 no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes- PISA, que é uma iniciativa de avaliação comparada aplicada a estudantes matriculados a partir do 7º ano do ensino fundamental na faixa etária dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. Essas avaliações do ocorrem a cada três anos e abrangem três áreas do conhecimento: Leitura, Matemática e Ciências. Cada edição do programa possui ênfase em uma dessas áreas do conhecimento. Em 2000, o foco foi em Leitura; em 2003, Matemática; e em 2006, Ciências. Já em 2009 iniciou um novo ciclo do programa, com o foco novamente recaindo sobre o domínio de Leitura; em 2012, novamente Matemática; e em 2015, Ciências. Em 2015 também foram incluídas as áreas de Competência Financeira e Resolução Colaborativa de Problemas.

Os resultados do PISA em 2000, que contou com a participação de 32 países, posicionou o Brasil em último lugar na avaliação, considerando que 56% dos estudantes de 15 anos avaliados em Matemática, Leitura e Ciências tiveram um desempenho de “quase analfabetos funcionais”. Isso significa que sabem ler e escrever, mas possuem dificuldade ao interpretar o que está escrito. Em 2012, com 65 países avaliados, o Brasil ficou em 57º lugar em

Matemática; 54° em Ciências; e 58° em Leitura. Em 2015 esses índices mudaram pouco e o Brasil se mantém nas mesmas posições, segundo informações disponíveis no site do INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (<http://portal.inep.gov.br>).

Relacionando esses dados para o contexto do mundo do trabalho, fica evidente que a baixa escolaridade e a ausência de multiletramentos (científico, tecnológico, etc.) da população são fatores que afetam sua capacidade de interação com novas tecnologias e métodos de produção, acarretando em mão de obra pouco especializada, dificultando o ingresso no mercado de trabalho (CORDOVA e VARGAS, 2016).

Além dessa questão, a evasão escolar ainda é significativa, sendo que, segundo dados do questionário sobre evasão escolar do PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) /IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) é possível observar como a frequência escolar varia ao longo dos anos. Em 2006, 2,7% dos jovens entre 10 e 14 anos estavam fora da escola, subindo para 17,8% na faixa etária entre 15 e 17 anos (NERI, 2009). Destaca-se que um dos maiores motivos dessa evasão escolar é o desinteresse, sendo que a mesma pesquisa aponta que entre os motivos para a evasão estão: 1. Dificuldade de acesso à escola (10,9%). 2. Necessidade de trabalho e geração de renda (27,1%). 3. Falta intrínseca de interesse (40,3%) e outros motivos diversos (21,7%). Estes índices podem estar relacionados ao fato de a escola ainda não reconhecer que os alunos mudaram seus interesses e sua forma de interpretar o mundo. É papel da escola ensinar saberes e habilidades que possam proporcionar às pessoas melhores condições de vida, e o uso da tecnologia para a resolução de problemas é uma habilidade muito importante para a atualidade.

O aumento na gama de experiências disponíveis para os alunos apresenta-se como uma possibilidade de conter a dificuldade de aprendizagem e o abandono escolar. Um ambiente de aprendizagem com os mais diversos recursos tecnológicos pode oferecer aos estudantes oportunidades para demonstrarem a sua competência intelectual e criatividade. Dessa forma, pode-se aumentar a motivação para aprender e tornar os alunos membros mais produtivos dentro da escola. Alunos e professores podem aprender juntos quanto ao uso dessas novas ferramentas, promovendo um espaço interativo para a resolução de problemas.

Computadores e outras tecnologias são parte integrante do mundo dos alunos, e é competência da escola instruir e construir habilidades, atitudes e interesses quanto ao uso pedagógico desses dispositivos tecnológicos. Com a crescente disponibilidade de equipamentos de fabricação e computação é possível expandir a gama de projetos disponíveis para os alunos. O uso do computador deve ser adequado, planejado, transparente e presente

em todos os níveis da educação – básico, médio e superior (MARTINEZ e STAGER, 2013).

No Brasil ainda são poucas as ações com o objetivo de promover a difusão do movimento *maker* na educação. Em setembro de 2016 se realizou a primeira conferência FabLearn no Brasil, onde educadores, estudantes, designers, pesquisadores e membros do movimento *maker*, puderam apresentar seus trabalhos sobre fabricação digital e cultura *maker* em educação e aprendizagem “mão-na-massa”. Esses esforços ainda são incipientes e se deparam com diversos desafios, como a dificuldade de acesso a ambientes *makers*, falta de recursos para investir em infraestrutura, e professores que possam trabalhar com essa prática, relacionando os conteúdos formais com o ambiente informal de educação que é um *FabLab*. Mas talvez, o maior desafio para inserir o movimento *maker* nas escolas de educação básica, é organizar e definir “o que funciona” para aprender através de práticas em ambientes de fabricação digital. As questões mais comuns são: Qual a função do professor nesses espaços? O que os estudantes devem fazer lá? Deve-se manter o currículo atual ou substituí-lo? O que é aprendido?” e por fim “Como esse aprendizado se traduz nas disciplinas e domínios que são fonte de preocupação na educação? Educadores e pesquisadores se perguntam sobre se aprender através “do fazer” é uma moda passageira, ou apenas outra maneira de reconstruir os mesmos desafios que enfrentamos na educação, principalmente na rede pública de ensino (HALVERSON e SHERIDAN, 2014). Para que essas incertezas sejam respondidas é preciso que pesquisadores, professores e alunos criem situações de aprendizagem, como o processo apresentado neste trabalho, para que se entenda melhor como ocorre a aprendizagem dentro desses ambientes, e qual a melhor maneira de conduzir esses processos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo deste trabalho será apresentada a organização do ensino de ciências na educação básica, com enfoque nas séries finais do ensino fundamental. Tomam-se como base os documentos oficiais organizados pelo Ministério da Educação (MEC), ou seja: as Diretrizes Nacionais Curriculares (DNC), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Ciências (PCN) e o mais recente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Após apresentar o que se espera para o ensino de ciências, este trabalho se propõe a discutir sobre a aprendizagem criativa e a presença do movimento *maker* na educação, a origem do movimento, sua ideologia e qual sua relação com a educação. Por fim, se discorre sobre o uso de Fab Labs para o ensino de ciências, como pode ser feita essa relação, boas práticas já publicadas nessa área e de que forma esses ambientes podem auxiliar no desenvolvimento da criatividade.

Este trabalho aborda questões sobre qual o papel da escola na sociedade – se resume em apenas um lugar para exercer o livre pensar; ou está relacionada na produção de novos sujeitos com habilidades específicas da modernidade? Também se refere ao papel do professor, figura importante capaz de planejar e articular seu saber pedagógico especializado com o uso das tecnologias em sala de aula. O uso de espaços *makers* para a educação, como os FabLabs, oferecem ambientes favoráveis para o desenvolvimento de conhecimentos na área de informática, além de contemplar uma vasta gama de conteúdos especializados previstos nas grades curriculares, principalmente nas áreas de ciências - biologia, química e física, promovendo um espaço de encontro entre as ferramentas tecnológicas e o saber pedagógico, gerando um ambiente estimulante para o desenvolvimento da criatividade.

3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O estudo de Ciências e Tecnologia foi ao longo dos anos reconhecido por diferentes ramos da economia, sociedade, educação e cultura. Desta forma, se tornou necessário incluir o ensino de ciências ao longo da formação escolar, que se inicia na educação básica e se estende até o ensino médio. Esta necessidade levou a inúmeros movimentos de pesquisas e modelos pedagógicos inovadores para o ensino de ciências, que contribuíram para as mais recentes reformas educacionais (DELORD, 2012).

Os conhecimentos escolares são compreendidos como aqueles que a escola seleciona e

transforma, no sentido de torná-los acessíveis aos alunos e que, ao mesmo tempo, sirvam de elementos para a formação ética, estética e política do aluno. É preciso que a escola expresse com clareza o que espera dos alunos, buscando coerência entre teoria e prática, levando em conta conhecimentos que busca transmitir ao aluno. O acesso ao conhecimento escolar tem dupla função: desenvolver habilidades intelectuais, e oportunizar atitudes e comportamentos necessários para a vida em sociedade (BRASIL, 2000). Conteúdos formais não se tornaram obsoletos, e ainda são parte importante do desenvolvimento humano. Entender o conhecimento que já foi produzido, é entender a história da humanidade. O saber e o poder estão ligados de forma produtiva, pois ambos são importantes para a forma como se questiona mundo e para o trabalho (GORE, 1994).

Os componentes curriculares e as áreas do conhecimento devem articular seus conteúdos com temas abrangentes e contemporâneos, que de alguma forma afetam a vida em escala global, regional ou local. Devem ser discutidos temas como saúde e sexualidade, direitos da criança e do adolescente, preservação ambiental e diversidade cultural. Dentro deste contexto, espaços como os laboratórios de fabricação digital (Fab Labs) tornam-se aliados para a discussão de temas como a educação para o consumo, trabalho, ciência e tecnologia (BRASIL, 2013) - temas esses que estão descritos nas diretrizes curriculares nacionais, como conteúdos importantes para uma educação básica de qualidade - bem como estimulando a pesquisa e o aprendizado para a solução de problemas.

É previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o ensino fundamental, um currículo que atenda a uma demanda interdisciplinar, envolvendo ciência, tecnologia e sociedade, conhecido como currículo CTS (ciência, tecnologia e sociedade) - para o ensino de ciências e suas tendências. Dentro dessa realidade, se faz a necessidade de um ensino que integre os diferentes conteúdos abordados na disciplina de ciências com as tendências da modernidade e os avanços tecnológicos que estamos vivenciando. Esta interdisciplinaridade proporciona uma compreensão dinâmica da nossa vivência material, do convívio harmônico com o mundo da informação, entre outras competências que visam um aprendizado com caráter prático e crítico, buscando sempre a contextualização dos conteúdos abordados (BRASIL, 1998 e 2000). No quadro 2 estão listados os objetivos gerais previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais, estes objetivos devem ser contemplados ao longo do ensino fundamental, atualmente do 1º ao 9º ano.

Quadro 2: Objetivos gerais para o Ensino Fundamental segundo os PCN's.

Objetivos gerais para o Ensino Fundamental, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais:

- Compreender a cidadania como participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais, adotando, no dia-a-dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito;
- Posicionar-se de maneira crítica, responsável e construtiva nas diferentes situações sociais, utilizando o diálogo como forma de mediar conflitos e de tomar decisões coletivas;
- Conhecer características fundamentais do Brasil nas dimensões sociais, materiais e culturais como meio para construir progressivamente a noção de identidade nacional e pessoal e o sentimento de pertinência ao País;
- Conhecer e valorizar a pluralidade do patrimônio sociocultural brasileiro, bem como aspectos socioculturais de outros povos e nações, posicionando-se contra qualquer discriminação baseada em diferenças culturais, de classe social, de crenças, de sexo, de etnia ou outras características individuais e sociais;
- Perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente, identificando seus elementos e as interações entre eles, contribuindo ativamente para a melhoria do meio ambiente;
- Desenvolver o conhecimento ajustado de si mesmo e o sentimento de confiança em suas capacidades afetiva, física, cognitiva, ética, estética, de inter-relação pessoal e de inserção social, para agir com perseverança na busca de conhecimento e no exercício da cidadania;
- Conhecer e cuidar do próprio corpo, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva;
- Utilizar as diferentes linguagens — verbal, matemática, gráfica, plástica e corporal — como meio para produzir, expressar e comunicar suas ideias, interpretar e usufruir das produções culturais, em contextos públicos e privados, atendendo a diferentes intenções e situações de comunicação;
- Saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos;
- Questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação.

(adaptado de: BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998)

Mais atualmente as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) reafirmam os objetivos gerais listados no quadro 2, e acrescentam algumas questões como: a necessidade de um currículo e novos projetos político-pedagógicos que sejam capazes de suprir as necessidades da modernidade; a organização do Ensino Fundamental em 9 (nove) anos (a partir dos 6 (seis) anos de idade); educação em tempo integral, prevendo uma jornada de no mínimo 7 (sete) horas diárias; regulamentações gerais sobre a educação do campo, indígena e quilombola; amplia o acesso para a educação especial e, por fim, garante a educação ao longo da vida para

jovens e adultos, através de cursos de EJA (Educação de Jovens e Adultos).

Há alguns anos o Ministério da Educação (MEC) realizou uma série de estudos para a construção de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que teve por finalidade apresentar os direitos e objetivos de Aprendizagem e Desenvolvimento que devem orientar a elaboração de currículos para as diferentes etapas de escolarização. Uma vez que tanto os PCN's quanto as DCN traçam objetivos mais gerais, e não específicos para a parte diversificada do currículo. Em dezembro de 2017 foi aprovada a BNCC, que deverá ser implementada em todo o país nos próximos anos.

“A Base Nacional Comum Curricular é uma exigência colocada para o sistema educacional brasileiro pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996; 2013), pelas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (Brasil, 2009) e pelo Plano Nacional de Educação (Brasil, 2014), e deve se constituir como um avanço na construção da qualidade da educação” (BRASIL, 2016).

Com relação ao ensino de ciências da natureza, a BNCC argumenta que o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que promove progressos na produção e nos serviços também ocasiona impactos e desequilíbrios na natureza e na sociedade. Assim, debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, saneamento e manutenção da vida na Terra demandam tanto conhecimentos éticos e políticos quanto científicos, deixando clara a necessidade de uma formação mais completa do aluno.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais, a área de conhecimento Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, é representada por um único componente de mesmo nome. No Ensino Médio, a área é constituída pelos componentes curriculares Biologia, Física e Química, sendo assim possível aprofundar os conteúdos durante o ensino médio. A BNCC sugere que a elaboração dos currículos em Ciências da Natureza se organize em quatro eixos formativos: (1) Conhecimento conceitual; (2) Contextualização social, cultural e histórica dos conhecimentos das Ciências da Natureza; (3) Processos e práticas de investigação em Ciências da Natureza e (4) Linguagens usadas nas Ciências da Natureza; possibilitando a integração entre os componentes da área e desta com os demais componentes e áreas da Educação Básica.

Em relação ao conhecimento científico, no ano de 2006, o resultado obtido pelo Brasil na avaliação do PISA revela que os alunos evidenciam um padrão tão limitado que só conseguem aplicá-lo a poucas situações familiares ou apresentar explicações óbvias que se

seguem quase imediatamente a uma evidência apresentada. Entre os exames do PISA de 2000 e 2009 a educação brasileira evoluiu 33 pontos, mas apesar da melhora na participação, o Brasil ainda ocupa o 53º lugar no ranking geral, num total de 65 países que fizeram o exame (DELD, 2012). Este resultado revela uma deficiência enorme na qualidade do ensino de ciências na escola, apesar de todas as recomendações apresentadas em diversos documentos legais, como as DCN e os PCN para o ensino de ciências e das diversas pesquisas realizadas com o intuito de promover práticas inovadoras para o ensino de ciências e tecnologia.

O baixo desempenho se deve ao fato de ainda manter-se uma formação escolar na área de ciências pautada em um modo sequencial de ensino, que se baseia fundamentalmente em separar os seres em diferentes grupos e descrever suas estruturas biológicas. Dessa forma processos ecológicos significativos perdem espaço e tempo para práticas que nomeiam, classificam e agrupam ou desagrupam seres (KINDEL, 2012). Por isso é necessário pensar em processos pedagógicos que vão além de nomear e classificar, que sejam capazes de estimular o pensamento crítico e a resolução de problemas, através da pesquisa, observação e experimentação – características muito importantes para um aprendizado significativo em ciências.

3.2 APRENDIZAGEM CRIATIVA

A grande maioria das escolas utiliza uma metodologia cognitivista, onde se ensina a interpretar, codificar, armazenar, recuperar e resolver problemas. Escolas mais modernas tendem a incorporar uma postura alternativa, baseada na metodologia construtivista de aprendizagem, desenvolvendo habilidades como ressignificar, atualizar e socializar conteúdos e processos educacionais (FIALHO, 2015). Evoluindo da aplicação da metodologia construtivista, a educação baseada em metodologias ativas e mais especificamente em aprendizagem criativa (*creative learning*), pressupõe que o que importa não são os conteúdos ensinados, mas sim a forma como esses alunos vão aprender a aprender, para que no futuro possam realizar atividades que ainda não somos capazes de prever.

Dentro da teoria cognitivista, a maturação biológica, o conhecimento prévio, o desenvolvimento da linguagem, a interação social e a afetividade são os principais fatores que atuam no processo de desenvolvimento da inteligência, e assim da aprendizagem. Já a concepção construtivista não é apenas uma teoria psicológica, mas uma corrente pedagógica

que interpreta o processo de ensino e aprendizagem como um processo social de caráter ativo, onde o aluno produz seu conhecimento através de uma construção pessoal (LAKOMY, 2008).

Diversas são as teorias que norteiam o processo de ensino e aprendizagem, porém devemos manter a ideia de que a escola é uma comunidade de aprendizagem, onde o professor pode adotar diversas teorias da aprendizagem, desde que essas possuam a mesma base epistemológica. Ao abordar estratégias distintas é possível estimular a curiosidade e a aprendizagem dos alunos, para que cada aluno com suas habilidades e preferências pessoais possam ser beneficiados.

“Devemos dar a mesma importância a alfabetização e a criatividade. Sabemos ensinar a ler e escrever, mas como ensinar nossos alunos a serem criativos? Temos de aumentar o tempo que dedicamos à preparação de uma aula, mesmo ao custo de diminuir nossa produtividade, para beneficiar a criatividade dos nossos alunos. Quanto mais pensamos, mais somos criativos” (FIALHO, 2015).

Na citação anterior o autor explica que inserir a criatividade na escola não é uma tarefa fácil, pois exige do professor uma organização diferente do que se costuma fazer atualmente. É necessário dispor de um tempo muito maior nas aulas para a reflexão, a interação e a discussão de novas formas de interpretar e resolver situações e conteúdos referentes a cada etapa da educação. É a colaboração, a troca de ideias e a interação que faz com que as pessoas desenvolvam sua criatividade, e esse nem sempre será um caminho fácil de seguir.

Segundo Delors (2005) as instituições e profissionais da educação deverão seguir seus processos de ensino e aprendizagem baseados no desenvolvimento de quatro conjuntos de competências, são elas: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver junto e aprender a ser. Dessa forma é possível desenvolver um sistema educacional onde os alunos possam desenvolver a capacidade de “aprender a aprender” e assim buscarem respostas mais criativas diante das situações problemas enfrentadas.

Já o pesquisador Mitchel Resnick, possui um grupo de pesquisa chamado *Lifelong Kindergarten* (Jardim de infância ao longo da vida) no MIT Media Lab (<http://ilk.media.mit.edu>). Essas pesquisas vêm desenvolvendo novas tecnologias, atividades e estratégias para envolver os jovens em experiências criativas de aprendizado, e assim formar pensadores criativos. Para o autor a aprendizagem criativa funciona como um espiral, onde

habilidades como imaginar, brincar, criar, compartilhar e refletir devem ser trabalhadas em conjunto, pois é apenas nesse processo de ir e vir, que os alunos podem desenvolver suas habilidades, e assim chegar a novos pensamentos, através da sua criatividade, a figura 1, exemplifica como pode ser construída essa espiral da aprendizagem criativa. Nesse contexto, através da experimentação os jovens vão desenvolvendo a capacidade de pensar em novas formas de resolver seus problemas. E os erros que os alunos cometem ao longo do processo apenas fortalecem o aprendizado que está sendo desenvolvido.

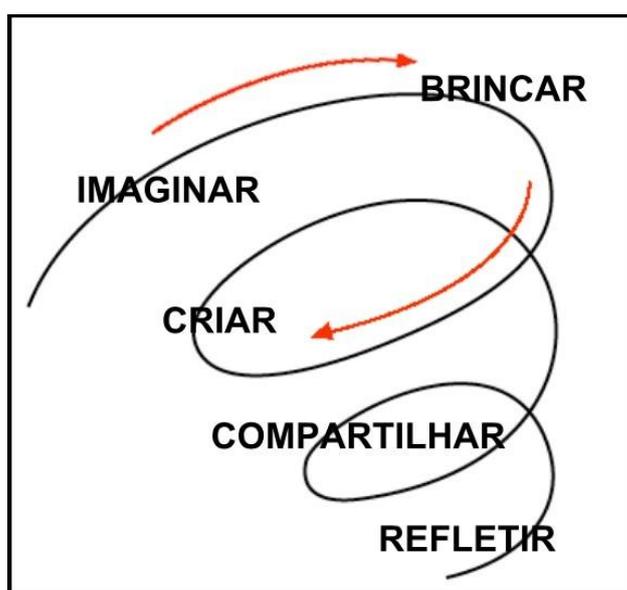


Figura 1 - Espiral da aprendizagem criativa.

A abordagem sugerida pelo autor Mitchel Resnick, e adotada para elaboração deste trabalho, é baseada em quatro elementos principais, que são chamados de quatro P's da Aprendizagem Criativa - *Projects, Passion, Peers and Play* (projetos, paixão, pares e explorar).

Com relação aos projetos (*Projects*), RESNICK (2014) explica que as pessoas aprendem melhor quando estão trabalhando ativamente em projetos significativos, e a partir destes projetos é possível gerar novas idéias, projetar protótipo e trabalhar em conjunto, exercendo a interação entre as pessoas. Sobre trabalhar em pares (*Peers*), a pesquisa aponta que aprender é uma atividade social, com pessoas compartilhando idéias, e colaborando umas com as outras. Já a paixão (*Passion*) se faz importante, pois quando as pessoas trabalham em projetos com os quais se importam, elas trabalham mais, persistem e enfrentam os desafios, bem como

aprendem mais durante o processo. E por fim a exploração (*Play*), pois a aprendizagem envolve experimentação lúdica, os alunos devem tentar coisas novas, mexer com materiais, testar limites, assumir riscos e repetir as experiências, para poder chegar a novos resultados.

Nos últimos anos o movimento *maker* e os jogos que envolvem programação, tem despertado o interesse dos educadores. Espaços *maker* e jogos de codificação estão surgindo em diversos lugares. O entusiasmo em torno do Movimento *Maker* e do *Coder Movement* oferece uma oportunidade para revigorar e revalidar o construtivismo já comum na educação. Porém fazer e codificar não são suficientes. Para ajudar os jovens a se prepararem para um mundo que está mudando rapidamente, devemos incorporar fazer e codificar em um processo de aprendizagem criativo que envolva os quatro P's (*Projects, Passion, Peers and Play*) propostos por Mitchel Resnick em seu livro *Lifelong Kindergarten*, publicado em 2017.

A proliferação de tecnologias digitais acentuou a necessidade do pensamento criativo em todos os aspectos de nossas vidas, e também fornece ferramentas que podem nos ajudar a melhorar e reinventar a nós mesmos. Em todo o mundo, computação e tecnologias da computação estão gerando um espírito empreendedor, estimulando a criação de produtos e serviços inovadores, o que tem favorecido o aumento da produtividade. E hoje, a importância de formar jovens criativos e educados é maior do que nunca (RESNICK, 2002). Em seu artigo sobre aplicabilidade da criatividade na educação, DE SOUZA FLEITH (2001) elenca uma série de sugestões que podem ajudar a desenvolver a criatividade dentro do espaço escolar. As sugestões foram organizadas no quadro abaixo (quadro 3), e podem contribuir de forma prática na inclusão de comportamentos e metodologias que estimulem a criatividade dentro da escola.

Quadro 3 - Comportamentos e metodologias que podem estimular o desenvolvimento da criatividade na escola, adaptado de DE SOUZA FLEITH, Denise. Criatividade: novos conceitos e idéias, aplicabilidade à educação. Revista Educação Especial, p. 55-61, 2001.

COMPORTAMENTO DO PROFESSOR EM SALA DE AULA:

- Dar tempo ao aluno para pensar e desenvolver suas ideias.
- Valorizar produtos e ideias criativas.
- Considerar o erro como uma etapa do processo de aprendizagem.
- Estimular o aluno a imaginar outros pontos de vista.
- Dar ao aluno oportunidade de escolha, levando em consideração seus interesses e habilidades.
- Prover oportunidades para que os alunos se conscientizem de seu potencial criativo, desenvolvendo sua autoestima.
- Cultivar o senso de humor em sala de aula.
- Ter expectativas positivas com relação ao desempenho da criança.
- Demonstrar entusiasmo pela atividade docente e pelo conteúdo que ensina.
- Criar um clima em sala de aula em que a aprendizagem seja prazerosa.
- Não se deixar vencer pelas limitações do contexto em que se encontra.

ESTRATÉGIAS DE ENSINO:

- Dar ao aluno um retorno dos seus trabalhos e avaliações.
- Relacionar os objetivos do conteúdo às experiências dos alunos.
- Variar as tarefas propostas aos alunos, a metodologia e as formas de avaliação.
- Criar um espaço para divulgação dos trabalhos dos alunos.
- Oferecer aos alunos informações que sejam importantes, interessantes, significativas e conectadas entre si.
- Compartilhar, com os alunos, experiências pessoais relacionadas ao tópico estudado.
- Orientar o aluno a buscar informações adicionais sobre tópicos de seu interesse.
- Dispor os móveis em sala de aula de acordo com as atividades desenvolvidas.

SUGESTÕES DE ATIVIDADES:

- Atividades que levem o aluno a produzir muitas ideias.
- Atividades que façam o aluno analisar criticamente um acontecimento.
- Atividades que estimulem o aluno a levantar questões.
- Atividades que levem o aluno a gerar múltiplas hipóteses.
- Atividades que desenvolvam no aluno a habilidade de explorar consequências para acontecimentos que poderão ocorrer no futuro.

Davies *et al* (2013) sugere em seu artigo que ambientes de aprendizagem criativos geram um impacto no desempenho acadêmico dos estudantes, trazendo maior confiança e

resiliência; maior motivação e engajamento; desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e de pensamento. As evidências do artigo também sugerem que as habilidades e atitudes do professor; vontade de agir como modelo; consciência das necessidades dos alunos; abordagens flexíveis ao currículo e estrutura das atividades propostas; juntamente com o uso de TIC's, são componentes importantes para desenvolver a criatividade. As evidências também apontam a importância da cultura escolar no apoio ou impedimento da prática criativa; a necessidade de suscitar concepções prévias dos professores sobre a criatividade na educação. Os professores precisam assumir o papel de aprendizes para desenvolver sua própria criatividade e trabalhar de forma colaborativa com profissionais de outras áreas, bem como ressalta a necessidade dos professores realizarem pesquisa-ação e reflexão sobre a sua própria prática em sala de aula.

3.3 MOVIMENTO MAKER NA EDUCAÇÃO

Diversos usos da tecnologia já influenciaram a educação nos últimos anos, com a promessa de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, tendo entre eles: o ensino de Logo (programação da tartaruga, de Papert), a construção de laboratórios de informática, o comércio de softwares, a internet, os sistemas de gestão para organização das escolas, a distribuição de tablets. Todas essas ações foram importantes para a educação, e se mostraram ferramentas úteis, com seus pontos positivos e negativos. Mais atualmente a robótica tem se mostrado um instrumento eficiente no empoderamento digital, pois é capaz de levantar questionamentos sobre como as coisas funcionam, demonstrando de forma clara que o computador depende de pessoas para desenvolver algo inteligente e útil (ZYLBERSZTAJN, 2015). A partir daí surgiram outras máquinas interessantes como as cortadoras a laser e impressoras 3D, mas qual a necessidade de aprendermos a manusear tais equipamentos? Este capítulo aborda quais as origens do movimento *maker*, e de que forma podemos relacionar a fabricação digital com a educação.

Os norte-americanos têm se mostrado os mais interessados em fomentar a inovação do ensino, especialmente as faculdades de educação como Columbia e Stanford. Ambas adotaram a filosofia *maker* como forma de estimular a inovação na educação, alegando que a fabricação digital poderia ser um lugar disruptivo nas escolas, um espaço onde os alunos pudessem criar coisas, produzir e compartilhar seus projetos.

Todo este movimento teve início no Massachusetts Institute of Technology (MIT), que começou seu projeto de pesquisa no laboratório interdisciplinar chamado Center for Bits and Atoms (CBA) fundado em 2001 pela National Science Foundation (NSF), que tem como foco central o interesse pela revolução digital e, em particular, pela fabricação digital. Assim surgiu o primeiro Fab Lab, cuja função para o CBA é ser um componente educacional de sensibilização à fabricação digital e pessoal, democratizando a concepção das tecnologias e das técnicas e não somente o consumo. O primeiro Fab Lab foi implantado no CBA sob a liderança de Neil Gershenfeld, professor e diretor do CBA, o qual possui campos de pesquisa interdisciplinares, e que abrangem da física à computação quântica, da nanotecnologia à fabricação pessoal.

A partir de um financiamento recebido pela NSA, foi possível comprar máquinas capazes de fabricar qualquer coisa em qualquer escala. O professor Neil Gershenfeld decidiu criar então um curso intitulado “*How to Make (Almost) Anything*” (como fazer (quase) qualquer coisa) que tinha por objetivo ensinar os alunos a operar os equipamentos adquiridos pelo laboratório. Este curso permitiu aos estudantes dominar a utilização de diferentes máquinas de comando numérico disponíveis no CBA. E assim se desenvolveu o primeiro Fab Lab, cujo principal objetivo era facilitar o acesso às máquinas digitais. No seu início, o curso era reservado aos estudantes do campus, e atualmente o módulo do curso está disponível online. Ele é a base da formação distribuída pelo Fab Academy à rede Fab Lab, cujas aulas são ministradas pelo próprio professor Neil Gershenfeld e coordenado por diferentes laboratórios vinculados a rede mundial de Fab Labs (EYCHENNE, e NEVES, 2013). Assim os Fab Labs são espaços que vão além da universidade e foram criados seguindo um modelo que provém da internet, a web colaborativa 2.0, que auxiliou na democratização das ferramentas de compartilhamento, de edição, criação e deu a permissão ao usuário de se transformar em sujeito ativo do processo.

Os Fab Labs acompanham o movimento DIY (“*do it yourself*” / “faça você mesmo”), muito popular nos Estados Unidos. O “faça você mesmo” faz parte do modelo de inovação típico dos inventores de garagem como Steve Jobs e Steve Wozniak, quando desenvolveram o primeiro computador em sua garagem. A filosofia deste movimento consiste em juntar grupos de sujeitos, amadores ou profissionais, que se organizam com o objetivo de suportar mutuamente o desenvolvimento dos projetos dos seus membros. Para isso utilizam preferencialmente a experiência, os conhecimentos, os planos de construção dos próprios membros do grupo ou aqueles tornados públicos via Internet. Todo o processo de construção

de um artefato deve ser testado e melhorado, concebido na forma de recursos abertos, com uma base de trabalho compartilhada, de usufruto gratuito e coletivo e facilmente acessível (SAMANGAIA e NETO, 2015).

Os “*Makers*” identificam-se ainda como um movimento organizado, estruturado a partir da noção de mínimos recursos e máxima partilha de ideias, de projetos e de concepções. Com relação à educação, espaços *makers*, como os Fab Labs, oferecem um ambiente capaz de relacionar computação, matemática, problemas reais e ferramentas de uso geral, com máquinas capazes de produzir projetos e objetos reais. Um local mais livre dentro do espaço escolar, onde alunos, professores e até a comunidade possam trabalhar em projetos interdisciplinares (ZYLBERSZTAJN, 2015). A popularização de recursos tecnológicos como a impressora 3D, a máquina de corte a laser, aliado ao uso de sucatas e kits de robótica de baixo custo como o Arduino, tem possibilitado a difusão deste movimento na educação. A figura 2 apresenta o Poa Lab, um Fab Lab do IFRS Campus Porto Alegre.



Figura 2. Ambiente do PoaLab, localizado no IFRS - campus Porto Alegre.

O movimento *maker* combina tecnologia, conhecimento e computação na realização de projetos específicos e leva a um aprendizado prático, onde o estudante é atuante no processo de construção do seu conhecimento, aprendendo conteúdos de maneira lúdica e pautada no

uso de tecnologia. Na aprendizagem prática ocorre a valorização da experiência do educando, permitindo que ele aprenda com seus erros e acertos, além de proporcionar a satisfação em compreender assuntos que estão relacionados com problemas reais do cotidiano. As ações dentro do laboratório levam o aluno a relacionar os conteúdos formais aprendidos na escola com a resolução de problemas reais (BLIKSTEIN, 2013).

Muitos conceitos escolares podem ser trabalhados nesta perspectiva *maker*, fazendo com que os estudantes percebam a importância dos conceitos, uma vez que os utilizam como base teórica para construir algo concreto. Desta forma, esse movimento vem ao encontro do que se espera do ensino de ciências para o ensino fundamental, segundo os PCN's propostos pelo Ministério da Educação, que reforça a necessidade de aplicar os conceitos trazidos pelos conteúdos curriculares a situações do cotidiano. Assim, espaços *maker*, como os Fab Labs surgem como uma alternativa de prática motivadora e contextualizada, proporcionando aos alunos um ambiente inovador, e que se enquadra ao perfil dos nativos digitais. Este tipo de ambiente tem a possibilidade de tornar as aulas de ciências mais interessantes e estimular a construção do conhecimento crítico e da postura científica.

3.4 FAB LABS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A experimentação foi uma prática importante para a aceitação das teorias propostas pelas ciências naturais a partir do século XVII. Essas teorias passaram pelo crivo do empirismo, onde se testavam hipóteses e verificavam sua consistência. A experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se baseava na racionalização de procedimentos, como a indução e a dedução. Todo o conhecimento científico deveria seguir essa metodologia, sendo que ao cientista cabe efetuar experimentos que o levem a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los (GIORDAN, 1999). Nesse contexto a experimentação e a prática sempre foram fundamentais para um ensino de ciências completo e significativo.

Em um Fab Lab é possível construir muitas coisas, até mesmo uma impressora 3D, e com ela é possível produzir partes de outras ferramentas importantes num laboratório de fabricação digital. Constata-se que os Fab Labs podem ir mais longe do que apenas tornar um consumidor em um produtor, ou seja, os consumidores podem construir as máquinas que precisam para poder produzir outros objetos. Isto traz para os envolvidos, alunos e

professores, uma visão bem mais ampla do processo de produção (SANTOS, 2014).

Através de experimentos, baseados em acertos e erros (indução e dedução) é possível produzir diferentes objetos, que podem auxiliar na discussão de diversos assuntos relacionados ao ensino de ciências. Por exemplo, pode-se utilizar uma impressora 3D para produzir uma réplica de diferentes ossos do corpo humano, assim cada aluno pode confeccionar o seu próprio esqueleto. Ou então usar uma cortadora a laser, para recortar esses mesmo ossos em madeira. Além da biologia, é possível relacionar diversos conteúdos como a proporção matemática, o custo econômico do material, e o tempo gasto para produzir um objeto. Temas que são muito importantes na formação científica e social do aluno.

Do ponto de vista pedagógico, a experimentação, quando aberta às possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem, além de estimular sua criatividade. Ela auxilia o aluno na busca de diferentes estratégias para resolução de um problema, do qual o aluno toma parte diretamente, inclusive do processo de produção (GIORDAN, 1999). O ambiente criado em um Fab Lab proporciona aos alunos e professores as condições ideais para a experimentação, disponibilizando ferramentas, manuais e acesso a informação, de forma mais colaborativa e menos formal do que se encontra em experimentos científicos tradicionais.

Uma vez que os conteúdos formais são a base fundamental para a criação de um objeto dentro de um Fab Lab, ao relacionar os conhecimentos formais das áreas de matemática, física, biologia, robótica e outros, com a experimentação dentro do laboratório há uma comprovação das teorias estudadas, facilitando sua compreensão. Além disso, quanto maior a gama de conhecimentos que os alunos têm, mais facilidade terão de chegar aos resultados esperados dentro do Fab Lab, pois perderão menos tempo em experimentações que levam ao erro.

Assim, os Fab Labs, com toda a sua ideologia, podem se tornar espaços onde se é capaz de desenvolver um modelo de educação que quebra os paradigmas da escola tradicional, e desenvolve habilidades importantes para o modo de vida atual. Dessa forma as aulas de ciências se tornam mais interessantes e são capazes de estimular a curiosidade pelo conhecimento.

Considera-se, no entanto, que estes espaços não devem ser descritos como uma solução para os diversos problemas enfrentados pela educação nesse país, mas como sendo um espaço

moderno e contextualizado, que poderá auxiliar professores e alunos nos processos de ensino e aprendizagem.

Alguns estudos já foram realizados com o objetivo de verificar como ambientes de fabricação digital podem ser utilizados para promover o ensino de ciências em suas diversas áreas - biologia, química e física. WANG e GOGINO (2013) realizaram um experimento que tinha por objetivo entender como engenheiros e estudantes comuns enxergam as práticas de engenharia. Organizaram duas equipes, uma composta por engenheiros e estudantes de engenharia; e outra por visitantes diversos, com idade entre 3 e 13 anos. Para analisar a forma como esses grupos trabalhavam foi realizada uma análise dos vídeos gravados durante as atividades, além de entrevistas pré e pós atividades e apresentações dos projetos, apenas no grupo composto por estudantes de engenharia e engenheiros formados. O grupo composto pelos visitantes teve apenas analisado seus vídeos durante as atividades. Com base nessas análises e em testes estatísticos foi possível observar que os engenheiros concentram mais tempo no problema global, enquanto a equipe dos visitantes se mostra mais envolvida em problemas específicos – gastam mais tempo em planejamento e avaliação, em oposição ao grupo formado por engenheiros e estudantes que focam mais na construção e testes. Os visitantes também discutiram a relevância do objeto construído para mundo real. Não fica claro no artigo o objeto que foi produzido, mas apresenta pontos muito importantes como a aprendizagem mútua, importância da equipe e da comunicação na resolução de um problema. Aspectos muito importantes para serem trabalhados na disciplina de ciências durante a vida escolar dos indivíduos.

Outro estudo interessante foi proposto por BUEHLER, GRIMES e GRIMES (2015) que tinha por objetivo analisar a relação entre impressoras 3D e educação; quais currículos são usados e quais são os desafios encontrados ao adotar esta tecnologia. Para isso foram realizadas diversas entrevistas, utilizando a análise temática para identificar as semelhanças entre as entrevistas – temas ou conceitos repetidos em várias entrevistas, (nove) 9 horas de áudio foram coletados além de artefatos sob a forma de fotografias. Em um grupo foram 13 (treze) entrevistados, com idade entre 26 e 55, profissionais que já trabalhavam com ambientes *maker*. E em outro grupo foram entrevistados 15 (quinze) estudantes com idade entre 11 e 18 anos. Os profissionais da área fizeram um relato de experiências, apontando boas práticas com crianças e adolescentes, maioria dos estudos se refere a Lego e Scratch (www.scratch.mit.edu) que é uma ferramenta do MIT, derivada do Logo e utilizada pela comunidade educacional em todo o mundo. Esses são artefatos bem conhecidos para o ensino

de robótica e programação, um quesito importante, para a pesquisa em educação, foi o fato de diversos profissionais apontarem que para a adaptação das crianças é importante a mediação de uma pessoa especializada. A maioria dos estudantes e professores utiliza os materiais fornecidos pelos laboratórios e seguem tutoriais, principalmente do Youtube, ou tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>). Consideram que para um resultado satisfatório com crianças e adolescentes é importante diminuir a complexidade dos projetos. Este artigo traz aspectos importantes para a educação – a necessidade de um mediador, trazendo para a escola – a importância do professor participar e quando este não contempla todas as habilidades necessárias pode ter o auxílio de um profissional especializado. O trabalho propõe iniciar as atividades de fabricação digital com projetos simples, que possam ser concluídos em curto espaço de tempo, motivando os alunos a seguir para projetos mais complexos gradualmente.

Já no estudo proposto por BORGES, DE MENEZES e FAGUNDES (2016) o principal objetivo foi verificar como os alunos aplicavam o pensamento computacional no desenvolvimento de um produto voltado para a área da saúde e como as atividades desenvolvidas poderiam promover o uso pensamento formal. Na metodologia utilizaram a técnica de observação do participante. As informações obtidas foram registradas na forma de anotações sistematizadas, acrescidas de imagens adquiridas a partir de vídeos e fotografias. A pesquisa contou com a participação de 12 alunos do curso superior de Tecnologias em Sistemas Para Internet, e era esperado que já tivessem o pensamento computacional desenvolvido. Formaram-se três grupos, com quatro componentes cada. Os grupos tiveram seis encontros de quatro horas cada para desenvolver uma primeira versão dos produtos. Como produto foram obtidos um projeto na área de saúde bucal, o qual denominaram de *Flossmate Handle*, e que consiste em um suporte para facilitar o uso do fio dental. E outro projeto voltado para a saúde do idoso, Caixa Automática para Administração de Medicamentos. O estudo mostrou existir uma relação entre as atividades de desenvolvimento de projeto realizadas em um *makerspace* e o uso do pensamento computacional. E uma relação entre o pensamento computacional e o pensamento formal, principalmente no que diz respeito ao uso do raciocínio lógico, à abstração e à generalização – mostrando que atividades de fabricação digital podem desenvolver habilidades importantes para uma educação completa e significativa.

Estes três estudos levam a conclusão de que é possível utilizar o movimento *maker* – em espaços como o Fab Lab – para desenvolver habilidades importantes na sociedade atual. Aprendizagem mútua, trabalho em equipe, comunicação, resolução de problemas, raciocínio

lógico e abstração são aspectos importantes para o ensino de ciências e, apesar de os artigos não trabalharem especificamente com esse perfil, eles se enquadram perfeitamente nos temas transversais que permeiam o currículo de ciências. Daí a importância do professor organizar e sistematizar a melhor forma de relacionar conteúdos formais com a utilização desses ambientes e assim conseguir abranger de forma completa as habilidades e competências esperadas no ensino de ciências para o ensino fundamental – séries finais.

A seguir se apresenta a organização da metodologia deste trabalho, se tratando de uma pesquisa qualitativa, baseada em análise de imagens e entrevistas, como as demais pesquisas citadas neste capítulo. O trabalho possui o enfoque para o ensino de ciências na educação básica, tendo como conteúdo formal trabalhado a geração de energia através das usinas hidrelétricas e eólicas. A partir desse conteúdo, o objetivo deste trabalho é o de definir um processo, ou seja, um procedimento – um conjunto de passos que auxiliem os professores a utilizarem ambientes com a proposta *maker* no ensino de ciências para a educação básica.

4 METODOLOGIA

Para a realização dessa pesquisa, em um primeiro momento foi realizado um levantamento bibliográfico, onde foram consultadas literaturas relativas ao tema abordado, artigos publicados na internet e em revistas de divulgação científica, livros e materiais disponíveis pelo Ministério da Educação (MEC), bem como diretrizes e bases do ensino fundamental, na disciplina de Ciências. Para a pesquisa de artigos na internet se utilizou o programa de busca Google acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>), que permite pesquisar publicações científicas de todo o mundo; o Scielo (<http://www.scielo.org/>) uma biblioteca eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos brasileiros.

A pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Com o objetivo de fazer com que o pesquisador entre em contato com o material escrito sobre um determinado assunto, auxiliando o cientista na análise de suas pesquisas ou na manipulação de suas informações. Ela pode ser considerada como o primeiro passo de toda a pesquisa científica (MARCONI E LAKATOS,1992). E servirá como base, para que se possa partir para a pesquisa exploratória e os estudos de caso que serão realizados posteriormente.

Em um segundo momento se realizou a pesquisa exploratória, que tem como público alvo alunos da rede pública, que estejam cursando as séries finais do ensino fundamental ou ensino médio, com idade entre 13 e 18 anos, dentro da disciplina de ciências ou áreas afins, como Física e Química e professores destas mesmas áreas. Como a utilização de laboratórios de fabricação digital com alunos do ensino fundamental não é muito conhecida no Brasil, essa pesquisa visa aprimorar ideias, descobrir comportamentos e construir hipóteses.

Foram analisadas duas propostas de atividades diferentes, a primeira descrita neste trabalho tem como tema a produção de energia, e foi realizada com os alunos do 9ºano. A segunda atividade proposta teve como assunto estudado a anatomia comparada de diferentes mamíferos, e foi realizada com os alunos do 8º e 7º ano. Os casos analisados têm por objetivo verificar como esses alunos se comportam ao trabalhar dentro de um Fab Lab, observando também que contribuições essa prática pode trazer para o ensino de ciências. E se de fato, o uso desses laboratórios aumenta a motivação dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem. Para essas análises serão realizadas observação de imagens dos alunos durante a atividade, discussões em sala de aulas sobre a prática e questionários, como o apresentado na proposta de atividade descrita no apêndice 1, com perguntas sobre como os alunos se

sentiram com relação às aulas no Fab Lab e se houve um aprendizado significativo em relação a outras metodologias.

Este trabalho foi submetido ao comitê de Ética, através da plataforma Brasil (<http://plataformabrasil.saude.gov.br>), uma vez que os alunos envolvidos são menores de idade, tendo sido aprovado antes do início das visitas ao laboratório. Todos os alunos que participaram deste trabalho preencheram um termo de consentimento, disponível nos apêndices 3, 4 e 5, todos os termos foram devidamente assinados pelos responsáveis dos estudantes participantes do trabalho.

As atividades foram realizadas no PoaLab, que é um laboratório de fabricação digital localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Porto Alegre, e nessas aulas foi pedido que os alunos construíssem objetos previamente pesquisados e relacionados com os conteúdos abordados na disciplina de ciências. Foram realizadas três visitas com alunos dos 9º, 8º e 7º anos do ensino fundamental, totalizando 60 alunos, em média 20 alunos de cada série. Todos os alunos estudam na EMEF Ivete Serafini, escola pública da rede municipal de Gravataí / RS.

5 EXECUÇÃO DA PESQUISA

A execução da pesquisa foi organizada na forma de três visitas com grupos distintos de alunos ao Poa Lab, essas três visitas foram planejadas na forma de dois casos com abordagens distintas, de acordo com os conteúdos estudados em cada ano, dentro do currículo de ciências. O primeiro caso se referia a produção de energia, e estavam presentes os alunos do 9º ano. E no segundo caso analisado foram realizadas duas visitas, a primeira com os alunos do 8º ano, e a segunda visita com os alunos do 7º ano, todos estudantes da educação básica, da EMEF Ivete Serafini, localizada no município de Gravataí, RS.

5.1 CASO 1: PRODUÇÃO DE ENERGIA

A primeira atividade desenvolvida no PoaLab teve como objetivo a experimentação e estudo das diferentes formas de produção de energia. Para a realização da pesquisa exploratória - que neste trabalho se refere a um estudo de caso – 20 (vinte) alunos cursando o 9º ano do ensino fundamental realizaram uma atividade no PoaLab no dia oito de julho de 2016. Os alunos participantes têm idade entre 14 e 15 anos. O objetivo principal desta atividade foi o de utilizar um ambiente de fabricação digital para estudar sobre os diferentes processos de produção de energia.

Durante o período em que estiveram no laboratório, estavam presentes a professora de ciências da escola, responsável pela teoria sobre produção de energia, e o coordenador do PoaLab (o qual é também professor de informática), responsável por ensinar aos alunos o processo de fabricação digital e a estrutura e funcionamento de um Fab lab.

Os alunos em um primeiro momento tiveram acesso ao funcionamento de algumas máquinas do PoaLab, onde puderam observar o funcionamento de equipamentos como a impressora 3D e a cortadora à laser. Após entenderem o funcionamento desses equipamentos e os princípios de trabalho de um Fab Lab, os alunos foram divididos em grupos. Cada grupo estudou o funcionamento de um dos dois protótipos que haviam sido construídos no laboratório: um se referia ao funcionamento de uma hidrelétrica e outro a uma usina eólica (figura 3).



Figura 3 – Protótipos do Gerador de Energia Hidrelétrica e Eólica.

Em um segundo momento os alunos receberam um modelo para montar e verificar como ocorre a produção de energia, registraram seu funcionamento e de que forma ele é capaz de produzir energia. Após a análise inicial os alunos aprimoraram o projeto, sugerindo mudanças para que a produção de energia fosse mais eficaz, aumentando sua eficiência energética. Com base nas sugestões feitas pelos alunos se discutiu sobre a produção de energia em nosso país, com ênfase em questões importantes como a eficiência energética, a disponibilidade de matéria prima e os impactos ambientais causados por cada uma dessas diferentes formas de produzir energia. Dessa forma analisar, de maneira mais concreta, como ocorre a produção de energia. A figura 4 mostra os alunos do 9º ano analisando os objetos produzidos no PoaLab, nesta etapa do trabalho estavam estudando como funcionava o protótipo de uma usina eólica, com o auxílio de um soprador os alunos faziam girar as hélices do protótipo e assim acendia a luz de LED que o protótipo possuía.



Figura 4 - Atividade desenvolvida com os alunos do 9º ano no PoaLab.

Já na escola, a turma foi organizada em grupos, e cada um desses grupos deveria construir sua própria maquete sobre uma das formas que pode ser utilizada para produzir energia: usinas hidrelétricas, eólicas ou nucleares. Suas maquetes deveriam ser inspiradas nos protótipos estudados na visita ao PoaLab. Além da construção das maquetes, cada grupo deveria explicar o seu funcionamento para os demais colegas, promovendo na sala de aula um seminário, dentro da temática de produção de energia, onde os alunos puderam discutir diversas questões ligadas à produção de energia, como: eficiência energética, impacto ambiental, consumo de energia, custos e demais questões. Nesse momento o professor teve um papel importante de mediador, questionando e instigando os alunos a pensarem a questão de produção de energia além do funcionamento físico do equipamento, mas englobando as questões ambientais, econômicas e sociais. A figura 5 apresenta as maquetes construídas pelos alunos.



Figura 5 - Maquetes construídas pelos alunos do 9º ano.

5.2 CASO 2: ANATOMIA COMPARADA

Nesta atividade participaram os alunos dos 8º e 7º anos do ensino fundamental. Foram realizadas duas visitas distintas ao PoaLab. Primeiro ocorreu a visita da turma de 8º ano, em 13 de junho de 2017, e depois, em 11 de julho do mesmo ano, a turma de 7º ano. Cada visita teve uma duração de três horas e meia, no turno da manhã, dentro da carga horária de cada turma. Para essas turmas foi proposta uma atividade relacionada a anatomia de diversos mamíferos, comparando os ossos existentes nas asas de um morcego, nas nadadeiras de baleias e golfinhos e nas mãos humanas, para demonstrar essas semelhanças foram criados quebra-cabeças em madeira, construídos com a cortadora a laser, e impressos ossos em plástico com as impressoras 3D. As figuras 6 e 7 apresentam estes objetos sendo utilizados pelos alunos do 7º e 8º ano no PoaLab.



Figura 6 - Atividade desenvolvida com os alunos do 7º ano no PoaLab.

Os alunos manusearam esse material e observaram como é realizada a construção do quebra-cabeça com a cortadora a laser, como realizamos a escolha das imagens, que programas são utilizados para vetorizar a imagem e exportar um arquivo que seja reconhecido pela cortadora a laser, que é um processo relativamente rápido e simples de realizar.

Complementando o material concreto os alunos também assistiram uma pequena explicação teórica sobre os processos de evolução das espécies, e de que forma o trabalho de anatomia comparada nos auxilia a entender esses fenômenos biológicos.

Após a atividade realizada no PoaLab, cada turma realizou suas devidas atividades complementares em sala de aula, relacionando a atividade proposta no PoaLab com seus conteúdos formais previstos nos currículos de cada turma.



Figura 7 - Atividade desenvolvida com os alunos do 8º ano no PoaLab.

Para os sétimos ano, cujo conteúdo curricular, trabalhado em ciências, engloba os diversos filos de animais existentes em nosso planeta, foi proposto que a turma se organizasse em grupos por afinidade, e cada grupo deveria escolher um animal de sua preferência para apresentar aos demais colegas. Era importante falar sobre sua anatomia, modo de vida, fisiologia e curiosidades. Assim cada grupo apresentou seu trabalho e expôs um cartaz com a anatomia do animal escolhido, e depois de todos os grupos apresentarem foi possível comparar a anatomia dos animais. Mais uma vez o professor realizou um trabalho de mediação, apontando semelhanças e diferenças entre os animais, promovendo

questionamentos importantes nos alunos, e instigando a curiosidade deles em conhecer os diversos seres vivos que habitam nosso planeta. A figura 8 apresenta o resultado do estudo na feira de animais.



Figura 8 - Feira de animais, atividade desenvolvida em sala de aula com os alunos do 7ºano.

Já para a turma de 8º ano, foi sugerida uma atividade complementar que se relacionasse com os conteúdos curriculares previstos nesta série - o corpo humano e seus diversos sistemas de funcionamento, como o sistema digestório, respiratório, circulatório, etc. Os alunos realizaram uma atividade de construção do sistema esquelético, cada aluno teve que montar uma maquete de esqueleto, e identificar os principais ossos de nosso corpo. As discussões em sala de aula tinham o objetivo de demonstrar o funcionamento de nossos ossos, estabelecer relações entre nosso sistema esquelético e o de outros mamíferos, além discutir sobre possíveis doenças e cuidados com os ossos.

A ideia principal desses estudos de caso é que os alunos tenham um primeiro contato com um espaço criativo e possam vivenciar uma pequena experiência do “faça você mesmo”, pesquisando como construir tais matérias, e utilizando os aparelhos disponíveis no laboratório. E a partir da observação das visitas realizadas, e dos dados obtidos pelos relatórios e imagens observadas, seja possível elaborar um protocolo de utilização de espaços maker para o ensino de ciências. Levantando pontos positivos e negativos do uso desses

espaços na educação. O quadro 4 apresenta um resumo de como essas atividades práticas foram organizadas e realizadas no PoaLab.

Quadro 4: Resumo da organização das atividades desenvolvidas.

| Série/ Ano | Quantidade de alunos | Data da visita | Duração da visita | Atividade desenvolvida no PoaLab | Atividade desenvolvida em sala de aula |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|---|--|
| 7º ano | 20 | 11/07/2017 | 3h30min | Anatomia comparada, confecção de quebra cabeças com a anatomia de nadadeiras de golfinho, mãos humanas e asas de morcego. | Feira de animais, onde grupos de alunos deveriam apresentar um animal - sua anatomia e características principais, com a apresentação de cartazes, vídeos ou imagens. Após todos apresentarem pode-se comparar a anatomia de diversos animais. |
| 8º ano | 17 | 13/06/ 2017 | 3h30min | Anatomia comparada, confecção de quebra cabeças com a anatomia de nadadeiras de golfinho, mãos humanas e asas de morcego. | Construção de maquetes do esqueleto humano, identificação de seus principais ossos e comparação com a estrutura óssea de outros animais. |
| 9º ano | 20 | 16/ 07/2016 | 3h30min | Como ocorre a produção de energia, com a utilização de protótipos de usinas eólicas e hidrelétricas | Construção de maquetes de usinas produtoras de energia, baseadas nos protótipos analisados no PoaLab. |

6 RESULTADOS OBTIDOS

A primeira atividade prática foi realizada durante uma manhã, os alunos chegaram ao PoaLab às 9 horas e concluíram as atividades às 11 horas e 30 minutos. Ao final da prática foram respondidos nove questionários, tendo os alunos organizados em duplas ou trios para responder ao questionário. Um total de 20 alunos realizaram a atividade proposta no POALab. De acordo com as respostas obtidas, foi possível verificar que todos os alunos conseguiram explicar, de forma simples, como se dá o funcionamento de uma usina eólica e hidrelétrica, que em ambos os casos existe uma turbina que precisa se movimentar, pela força da água ou pelo vento, e que essa energia cinética é que se converte em energia elétrica. Lembrando que não houve nenhuma aula anterior à prática, assim os alunos não tinham um conhecimento específico sobre o assunto abordado no PoaLab.

Os alunos tiveram dificuldades em apontar mudanças nos protótipos estudados, em geral, acharam que os modelos funcionavam de maneira satisfatória. Em apenas quatro questionários foram apontadas falhas como a pouca eficiência energética, ou peças que tiveram que ser coladas, pois se soltaram; em relação ao tamanho dos protótipos, que deveriam ser maiores.

Foi possível perceber que os alunos tiveram muito interesse em entender o funcionamento do PoaLab, em todos os questionários os alunos responderam que gostaram muito de conhecer um laboratório de fabricação digital, e que gostariam de visitar regularmente ambientes como o PoaLab. Também citaram que adorariam poder construir outros objetos como capas de celulares, robôs, adesivos, e objetos em madeira utilizando a cortadora a laser. A atividade foi muito positiva, pois além de terem compreendido de maneira mais clara como ocorre a produção de energia em usinas eólicas e hidrelétricas, os alunos tiveram acesso a tecnologia, conhecendo máquinas de fabricação digital e entendendo como funciona um laboratório desse tipo, trabalhando de forma colaborativa e criativa, na resolução de problemas. Além disso, foi possível constatar que o papel do professor na construção da proposta pedagógica e como condutor da atividade no laboratório é fundamental para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra.

Nas atividades práticas apresentadas no caso 2, os alunos também passaram uma manhã no laboratório, onde realizaram as atividades propostas, que envolviam construir quebra-cabeças sobre a estrutura óssea de diferentes animais mamíferos, como nadadeiras de baleias e golfinhos e asas de morcego, nesta atividade os alunos não responderam questionários no

laboratório. A análise dos resultados se fez apenas pela observação direta dos alunos no laboratório, e posterior análise nas imagens filmadas, também foram realizadas discussões em sala de aula sobre a prática realizada. A partir dessas análises foi possível perceber que a maioria dos alunos acharam a atividade muito eficaz e satisfatória, pois além de aprender um conteúdo específico, puderam conhecer um laboratório de fabricação digital, e construir os objetos que facilitassem a aprendizagem de um conteúdo específico. O fato de poderem trabalhar em grupo, num ambiente mais colaborativo também foi um fator de destaque entre os comentários dos alunos. Todos puderam interagir entre si e com os equipamentos, discutindo diferentes possibilidades de uso para os maquinários existentes no Poa Lab. Os alunos sugeriram diversos outros objetos que poderiam ter sido criados com o intuito de facilitar o aprendizado, inclusive uma boa parte dos alunos demonstrou ter interesse em construir esqueletos inteiros de diferentes animais para compararmos sua anatomia. Ou até mesmo construir, com impressão digital, uma réplica, em miniatura, de um esqueleto de algum dinossauro que habitava a nossa região.

Nas apresentações de trabalhos realizada na escola, também foi possível perceber que os alunos estavam mais integrados uns com os outros, e tiveram ideias bastante criativas para organizar seus trabalhos. Muitos grupos tentaram construir réplicas de alguns ossos dos animais que escolheram para apresentar, porém tiveram dificuldade de construir tais objetos sem os equipamentos que conheceram no Poa Lab. Sendo uma reclamação comum dos alunos, que fizéssemos mais uma visita para que eles pudessem construir algo para a apresentação do trabalho. Porém os custos de uma outra visita até o Poa Lab dificultaram que fosse possível realizar essa segunda atividade prática.

É preciso pensar o uso das tecnologias para além dos binarismos bom/ruim, positivo/negativo, inovador/tradicional; talvez seja essa uma possibilidade de trazer outros usos e outros olhares para a inserção dos artefatos digitais na educação escolarizada. Ao entender que a escola serve como espaço e tempo livre para o pensamento, (MASSCHELEIN e SIMONS, 2013), e ao fazer a defesa da escola, Masscheleins e Simons problematizam que por se tratar de uma invenção histórica, a escola pode ser reinventada. Os autores argumentam que “reinventar a escola se resume a encontrar formas concretas no mundo de hoje para fornecer ‘tempo livre’ e para reunir os jovens em torno de uma ‘coisa’ comum, isto é, algo que aparece no mundo que seja disponibilizado para uma nova geração” (MASSCHELEIN e SIMONS, 2013).

Por esse viés, inúmeras possibilidades podem ser ofertadas aos alunos pelo professor, por meio do seu saber pedagógico especializado. Com isso, se quer dizer que uma atividade como a proposta neste trabalho, em que os alunos têm a oportunidade de aprender sobre a fabricação de energia em um ambiente *maker*, pode ser uma forma de oportunizar um espaço, moderno e inovador, e um tempo livre para os alunos pensarem sobre um determinado assunto. Todavia, oportunizar tempo livre não implica em não dar direcionamento para a atividade que será desenvolvida. Ao contrário, assim como BIESTA (2013), MASSCHELEIN e SIMONS (2013), também questionam a exacerbação e centralidade atribuída à noção de aprendizagem na atualidade, e demonstram que o “tempo livre” ao qual se referem, implica a presença de alguém, no caso o professor, que tenha conhecimentos para trazer para o aluno, sem ignorar o conhecimento prévio do aluno sobre o assunto, apenas lhe trazendo um pouco daquilo que ainda é desconhecido pelo aluno. Criando espaços alternativos dentro da escola ou utilizando outros espaços como ambientes escolares, é possível inovar e transformar o trabalho pedagógico do dia a dia, sem ter a necessidade de modificar toda a estrutura já estabelecida de escola (GALLO, 2015).

Isto quer dizer que a utilização dos recursos digitais não invalida o conceito estabelecido de escola, nem tampouco excluem as intervenções por parte do professor. Encontrar formas concretas para reunir os jovens em torno da tecnologia e que esteja para além do uso simplificado dessas ferramentas, implica em contar com a presença de um outro que disponha dos saberes necessários para organizar e disponibilizar tais formas. Dessa forma, a atividade desenvolvida no ambiente de fabricação digital, mais do que oportunizar aos jovens o contato com outras formas de aprender, cria a necessidade de reunir professores de diferentes áreas para que assim o tempo e o espaço disponibilizado aos alunos possam se constituir em uma nova experiência, pautada na interdisciplinaridade e na aprendizagem criativa.

Dessa forma, entende-se que o sucesso relacionado ao uso dos ambientes de fabricação digital para o processo de ensino e de aprendizagem, assim como o uso dos recursos digitais na educação escolarizada, está também relacionado aos saberes pedagógicos e capacidades de organização das possibilidades de pensar de outros modos as diferentes áreas do conhecimento.

7 PRODUTO: 5 PASSOS PARA APRENDIZAGEM CRIATIVA EM ESPAÇOS MAKER

Este trabalho tem o objetivo de descrever um **processo** para a construção de objetos em espaços *makers*, que contribuam para o desenvolvimento da criatividade, junto com o ensino e aprendizagem de Ciências e sua importância na resolução de problemas reais. Um **processo**, neste trabalho, refere-se a um conjunto de passos, sistematizados de forma a atingir um objetivo. É necessário criar situações de aprendizagem variadas, em que seja possível retomar e relacionar diferentes conteúdos abordados ao longo das etapas escolares. Para isso o professor precisa organizar um planejamento que contenha diferentes metodologias como experimentação, projetos, aulas expositivas e sequências didáticas.

O autor de (RESNICK, 2017), em uma analogia, descreve que a construção de uma atividade que utilizará *creative learning* deve ser como uma casa que possui: um piso baixo - para que os alunos consigam iniciar a atividade rapidamente e sem a necessidade de muito treinamento; um teto alto - para que eles façam coisas complexas e não previstas pelo professor, exercitando seus interesses e motivações; e paredes distantes (amplitude) - para que eles possam ir do piso ao teto de diversas maneiras diferentes, de forma colaborativa e criativa.

O produto aqui apresentado poderia ser interpretado como uma sequência didática para o uso de ambientes maker no ensino de ciências, tendo como objetivo uma experiência baseada em *creative learning*, porém é preciso analisar a definição feita por Pasquier e Dolz (1996), os quais definem o termo “sequência” como a construção de oficinas de ensino e aprendizagem, sendo uma série de atividades e exercícios que seguem uma ordem determinada para resolver, em etapas, as dificuldades dos alunos. A questão é que ao longo do processo, sugerido neste trabalho, não temos, necessariamente, um resultado final esperado, pois as possibilidades de criação dos alunos são muitas e podem seguir por diversos caminhos.

De acordo com CORDEIRO, DE AZEVEDO e MATTOS (2004) uma sequência didática deve ser realizada em um espaço curto de tempo e ter um ritmo adaptado a realidade da escola e às possibilidades de aprendizagem dos alunos. Por isso, as atividades e os exercícios propostos devem ser variados com o objetivo de atingir os diferentes alunos, fazendo com que possam distinguir o que já sabem fazer do que ainda devem aprender. A

longo prazo, um ensino organizado em sequências didáticas deve permitir aos alunos um aprendizado progressivo e sistemático dos mais variados assuntos.

Conclui-se, então que o objetivo deste processo não é organizar uma sequência didática de um conteúdo ou assunto específico, mas sim um roteiro de práticas pedagógicas e comportamentos que possam auxiliar na organização de atividades que envolvam o uso de espaços *maker* como ambientes pedagógicos, auxiliando no desenvolvimento de atividades baseadas em *creative learning*, essas práticas foram descritas na forma de 5 (cinco) passos, sendo eles: Planejamento e organização das visitas; Conhecendo o ambiente *maker*; Construindo objetos em espaços *maker*; Discutindo e recriando na escola; e por fim - Apresentando e avaliando os resultados.

7.1 PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO DAS VISITAS

Escolher quais conteúdos abordar e de que maneira são questões fundamentais para o sucesso do trabalho que será proposto aos alunos, é necessário que os alunos consigam fazer uma relação entre as atividades desenvolvidas no espaço *maker* e os conteúdos que estão trabalhando na escola. Em geral, crianças e adolescentes são muito receptivos a ideias e experimentações, assim se o professor trabalhar com uma proposta bem definida, é possível conseguir bons resultados (CALLUF, 2007).

De acordo com o observado na realização deste trabalho, o planejamento é o passo mais importante no desenvolvimento desta atividade. É preciso ter uma questão central, que irá nortear os trabalhos desenvolvidos no espaço *maker*. Neste trabalho foram utilizados dois temas centrais - para 7º e 8º anos: a anatomia comparada; e para 9º anos: a produção de energia. Quando não temos um planejamento bem definido os alunos acabam se sentindo um pouco confusos e distraídos em meio a tantos equipamentos tecnológicos. No entanto, é necessário estar atento às necessidades de alterações ao longo do percurso, com o cuidado de não perder de vista os objetivos traçados. Cada atividade deve ser planejada com intencionalidade, de forma que os objetivos e conteúdos estejam claros.

Em educação, planejar significa mais do que sistematizar as ações, deve-se iniciar o planejamento pensando na realidade do seu espaço escolar. Contextualizar a escola, a disciplina e o conteúdo que se pretende abordar, são ações fundamentais no desenvolvimento do trabalho pedagógico (MELO e URBANETZ, 2008). O ensino escolar não deve se limitar

em transmitir ao aluno determinados conhecimentos, gerando aptidões e hábitos, mas sim desenvolver o pensamento do aluno, sua capacidade de analisar e generalizar fenômenos da realidade, raciocinar corretamente e desta forma desenvolver todas as suas estruturas operatórias (CALIL, 2009).

Uma das maiores dificuldades enfrentadas, na realização deste trabalho, foi o transporte dos alunos de Gravataí até Porto Alegre, mesmo sendo uma distância pequena, a viagem leva em torno de meia hora, era necessário organizar uma logística que diminuísse os custos dessa viagem, pois em escolas públicas os recursos financeiros são limitados, e alguns alunos não tinham condições de pagar para realizar mais de uma visita ao Poa Lab. Por isso, neste trabalho cada turma visitou o laboratório apenas uma vez, mas o ideal seria que as turmas realizassem, no mínimo, duas visitas. O mais prático é que as atividades ocorram em um espaço *maker* que seja de fácil acesso, ou conseguir algum tipo de financiamento ou parceria que facilite o transporte dos alunos. Também é possível transformar a escola em um espaço *maker*, sem tantos recursos tecnológicos, mas com material reciclado, boas ideias e uma dose de criatividade é possível construir diversos objetos que estimulem e facilitem o ensino de ciências. Outra alternativa seria a de levar equipamentos de fabricação digital compactos até a escola (existem diversos projetos de Fab Labs móveis que seriam adequados à esta demanda).

É comum que na primeira visita a um laboratório de fabricação digital, como o Poa Lab, com tantos equipamentos que os alunos desconhecem, eles fiquem muito interessados em conhecer todas as possibilidades de uso e se atentem pouco para o objetivo pedagógico desta visita. Assim, o ideal seria uma primeira visita para entender como funciona um espaço *maker*, quais equipamentos existem e como funcionam, e o que as pessoas estão criando nestes espaços. E num segundo momento, onde os alunos seriam mais direcionados a pensar o que poderia ser realizado neste espaço, que equipamentos eles deveriam utilizar para criar o que precisam, sempre relacionado seus projetos ao tema norteador planejado. Estes serão os próximos passos a serem descritos neste processo.

7.2 CONHECENDO O AMBIENTE MAKER: POSSIBILIDADES DE USO

Com o planejamento definido sobre que assuntos irá abordar e quais objetivos quer alcançar dentro de um conteúdo específico ou tema gerador, se deve pensar nas estratégias

que deverá usar para chegar aos resultados, que orientações didáticas serão necessárias para que os alunos aprendam e explorem da melhor maneira possível todos os recursos que estão disponíveis. Para isso é necessário que os alunos conheçam todas as possibilidades e recursos que estão disponíveis dentro de um espaço *maker*, com o PoaLab utilizado neste trabalho.

Espaços como o PoaLab são considerados Fab Labs Acadêmicos, que tem por objetivo desenvolver uma cultura de aprendizagem através da prática, permitindo aos estudantes a realização de projetos “colocando a mão na massa”, dentro de um ambiente transdisciplinar e inovador. Estes Fab Labs são criados geralmente por universidades ou centros de ensino (EYCHENNE e NEVES, 2013). Locais como esse, que trabalham com fabricação digital, exploram a criatividade, onde os alunos podem criar, construir e compartilhar uma infinidade de objetos, educacionais ou não, em um ambiente seguro e inovador. Neste espaço se misturam computação, matemática, problemas reais, ferramentas de uso geral como martelos, serras e soldas, aliados a ferramentas digitais como impressoras e cortadoras a laser (ZYLBERSZTAJN, 2015).

Segundo EYCHENNE e NEVES (2013) uma das características singulares dos FabLabs é a presença de máquinas que trabalham por comando numérico, computadores ligados a essas máquinas são capazes de interpretar os arquivos de CAD (*computer aided design*), traduzindo as coordenadas X, Y e Z do modelo ou desenho digital em uma série de comandos de posição, velocidade, corte ou extrusão, reconhecíveis pela máquina. E dessa forma qualquer coisa que for criada pelo computador utilizando programas em CAD pode ser transformado em um objeto de madeira, plástico, acrílico, metal, ou outro material que seja utilizado pela máquina.

Entre os diversos equipamentos que existem dentro de um espaço *maker*, os mais comuns são: 1. Cortadora de vinil - funciona como uma impressora, mas possui uma fina lâmina de aço que permite cortar materiais como vinil, papéis, filmes do tipo transfers, certos tecidos e adesivos de cobre usados na criação de circuitos impressos. 2. Cortadora a laser - é uma máquina de comando numérico que direciona com muita precisão um feixe de laser de CO₂ sobre o material a ser cortado, normalmente é utilizado em madeira, papel, papelão, acrílico, couro, tecido e feltro; também pode ser usado para fazer gravação em materiais como metal, alumínio, pedra e madeira. 3. Impressora 3D - utiliza um filamento, geralmente um polímero, que é derretido e expelido pelo extrusor, dando formato e volume, construindo através de diversas camadas o objeto modelado. 4. Fresadoras - podem ser de precisão ou de

grande formato, sua função é desbastar o material, retirando parte dele, segundo o modelo projetado. Algumas fresas possuem funções mais básicas como desbastamento do material, enquanto outras são utilizadas ao final do processo para obter o acabamento fino (EYCHENNE e NEVES, 2013).

É fundamental conhecer cada uma das máquinas existentes no ambiente que se vai trabalhar, pois nem sempre o funcionamento desses equipamentos é fácil. Em trabalhos iniciais seria melhor focar na utilização de poucos equipamentos, para que se tenha tempo de entender como operar cada máquina. Apenas com uma cortadora a laser e uma impressora 3D já é possível explorar a construção de diversos objetos, no trabalho desenvolvido nesta pesquisa esses foram os principais equipamentos utilizados, e devido ao reduzido número de visitas, contamos com o auxílio do coordenador do PoaLab para operar e explicar o funcionamento dos equipamentos utilizados. Deve-se considerar iniciar com projetos pequenos e contextualizados, e que ao final destes seja produzido algo novo ou que tenha uma função específica e clara dentro do que foi proposto estudar.

7.3 CONSTRUINDO OBJETOS EM ESPAÇOS MAKER

Mesmo tendo a disposição muitos equipamentos modernos e inovadores, é comum e didático que os projetos se iniciem no papel. O primeiro passo é fazer um desenho, mesmo que seja um rascunho, do que se pretende construir, e ainda nessa etapa discutir com os colegas a viabilidade desse projeto, questões como: “Será que é possível construir isso?”, “Como irá funcionar?”, “Que materiais vou utilizar e quais equipamentos podem me auxiliar?”, “Quanto tempo preciso para construir isso?” esses questionamentos devem ser respondidas nesta etapa de desenvolvimento, nem sempre será possível chegar a todas as respostas, mas pensar a respeito delas facilitará o processo de criação.

MARTINEZ e STAGER, em seu livro *Invent to learn* (2013), relatam que projetos criam memórias nos alunos, e são essas memórias que contêm as habilidades e os conteúdos aprendidos durante o desenvolvimento do projeto. Partindo dessa ideia, bons professores são aqueles que inspiram memórias em seus alunos, assim quando se envolve os alunos em projetos criativos e inovadores é possível criar tais memórias, criando resultados mais significativos nas habilidades e desenvolvidas.

A abordagem utilizada nesses ambientes tem por objetivo desenvolver nos alunos a

vontade de criar, inovar e ultrapassar limites. A metodologia utilizada nesses espaços é fundamentada no “aprender fazendo” e na “resolução de problemas”, com um ambiente colaborativo e flexível, capaz de envolver seus usuários e tornar o aprendizado mais divertido e estimulante (NEVES e RAGUSA, 2014). Outra característica importante durante o processo de construção de objetos em espaços *maker*, é o erro - a possibilidade de erro aparece em todo o processo de criação, fazendo com que alunos e professores retornem a etapas anteriores, verifiquem outras possibilidades e assim aperfeiçoem suas criações constantemente.

O ciclo de invenção se inicia com a imaginação: nesta etapa se deve pensar sobre o que se deseja criar e é neste momento que os alunos precisam estimular sua criatividade, e o professor precisa estimular os alunos a pensarem além do comum, porém dentro do possível. Após isso se inicia o processo de construção, nesta fase os alunos tendem a perceber que nem sempre suas ideias funcionam na prática, aparecem os erros, e esses erros são importantes durante o processo de construção, pois a partir deles o projeto vai sendo testado, repensado e aperfeiçoado, e apenas no final deste ciclo que ele será apresentado como um produto final. Cabe ressaltar que o professor deve conseguir trabalhar o conteúdo proposto (objetivo da ação pedagógica) durante todas as etapas da atividade e não só quando o objeto sendo construído estiver finalizado. Nem sempre os alunos chega a um objeto completo/satisfatório ao final da atividade e esta situação é normal e compreensível. O mais importante no processo de construção em um ambiente *maker* é o próprio processo e não o produto final, e é durante a atividade de construção que se está realizando a aprendizagem. Isto deve estar bem claro quando da definição e elaboração da ação. Todo esse processo é fundamental para o desenvolvimento da criatividade e do aprendizado. Na imagem abaixo (figura 9) é possível verificar como ocorre o ciclo de invenção, e como essas etapas estão interligadas até se chegar ao resultado final.

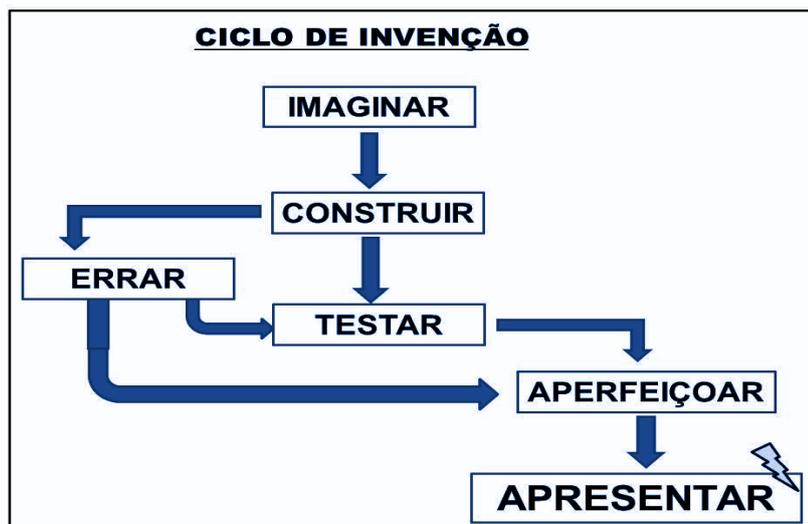


Figura 9 - Ciclo de invenção, adaptado de NEVES, Heloisa; RAGUSA, Juliana. **Fab Educação, We Fab**, 2014.

Ainda de acordo com NEVES e RAGUSA (2014), o desenvolvimento do pensamento criativo está fortemente ligado a habilidade de fabricar coisas, sejam elas físicas ou virtuais. Em Fab Labs estudantes e professores criam e produzem juntos, assim a mediação do conhecimento não possui mais uma direção definida, mas também é realizado de forma conjunta e democrática. A fabricação digital surge como uma corrente inovadora, especialmente em escolas de baixa renda, BLINKSTEIN (2013), relata que os estudantes freqüentemente costumavam "fazer" e construir coisas com seus pais e amigos, e muitas vezes tinham empregos em garagens, construtoras ou carpintarias. No entanto, essa experiência foi desconectada da sua vida escolar, uma vez que eles não conseguiam fazer uma ligação entre o trabalho intelectual em sala de aula e o trabalho manual realizado em outros locais. Dessa forma a construção de objetos educacionais dentro de ambientes como um Fab Lab pode refazer essa ligação, fazendo com que os alunos e professores consigam relacionar o trabalho intelectual com o trabalho manual, e assim desenvolver o pensamento criativo na solução de problemas reais, sejam relacionados a um conteúdo escolar específico ou a um problema do cotidiano.

7.4 DISCUTINDO E RECRIANDO NA ESCOLA

Como nem sempre teremos a disposição um espaço *maker*, como um Fab Lab, é importante que esse processo criativo se desenvolva também dentro da sala de aula. Daí a necessidade de se discutir e recriar os projetos sem a presença de tantos recursos tecnológicos, contando apenas com a criatividade e os recursos que a escola disponibiliza. Nesta etapa do processo os alunos já criaram seus projetos iniciais, e dentro da escola as discussões sobre que caminhos escolheram para chegar a um resultado final é fundamental para que as relações desses caminhos com as bases teóricas que sustentam tais escolhas sejam reforçadas. Até mesmo uma aula mais teórica e expositiva pode se tornar importante para que as relações entre o conhecimento intelectual e o casual sejam reforçadas e analisadas pelos alunos.

No caso do ensino de ciências e biologia, foco deste trabalho, é função da escola transmitir aos educandos uma compreensão mais ampla do mundo, com ênfase na percepção da singularidade da vida e na assimilação da ciência na vida moderna. O desenvolvimento dessas competências leva à alfabetização biológica, que se constitui em um processo contínuo de construção de conhecimentos necessários a sociedade contemporânea (CALIL, 2009). Este mesmo autor ressalta que ensinar ciências pode se tornar mais prazeroso e interessante para professores e alunos quando a pesquisa é desenvolvida juntamente com a apresentação e a discussão dos conteúdos. O embasamento teórico aliado às observações e práticas sistematizadas desenvolvem em todos os envolvidos um espírito crítico, característica fundamental para o ensino de ciências.

Para formar cidadãos críticos, é necessário acolher, praticar e desenvolver a participação criativa, crítica e atuante, tanto nas salas de aula como em outros espaços de ação social democrática. Dessa forma é papel da escola esclarecer aos alunos, que em algumas situações ele está reproduzindo um conhecimento que já foi descoberto. Uma educação escolar de qualidade oferece momentos de criação livre e colaborativa, mas também dá acesso aos conhecimentos já construídos, para que os alunos possam abordar a cultura do senso comum de forma criativa e reflexiva. Quando se dá acesso ao conhecimento já existente, é possível que os estudantes tomem consciência desses e busquem novas perspectivas (KINDEL, 2012). Fazendo do momento de discutir e recriar na escola um importante espaço de aprendizado significativo, a escola assim se afirma como um ambiente de contínua reconstrução de experiências. Ainda de acordo com KINDEL (2012), nem sempre a organização curricular estabelecida nas escolas possibilita a integração entre os componentes

curriculares, nem prevê espaço e tempo suficientes para que todas essas estratégias sejam realizadas com sucesso. Pois se os conhecimentos não forem colocados em prática com objetivos específicos relevantes, situados e decididos em conjunto, estes pouco conseguem envolver o aluno na aprendizagem.

7.5 APRESENTANDO E AVALIANDO OS RESULTADOS

Segundo MELO e URBANETZ (2008) o ato de ensinar tem como característica principal a intencionalidade: ela visa um fim, um objetivo final que deve ser realizado, um aprendizado que deve ser reconhecido, discutido e estabelecido. Dessa forma, quando os alunos apresentam os resultados obtidos ao longo desse processo, eles reforçam e internalizam a aprendizagem desenvolvida ao longo da atividade. A bagagem de cada aluno deve ser levada em conta, mas durante a apresentação dos resultados, esta bagagem individual deve estar associada aos novos conhecimentos adquiridos, discutidos e relacionados com os projetos desenvolvidos (CALIL, 2009).

No ensino de ciências naturais a construção do conhecimento é efetuada a partir de relações de conceitos, os quais devem ser inseridos na prática. Dessa forma, o processo de aprendizado de ciências experimentais como Biologia, química e física, requer tempo e perseverança, e o professor tem o papel de estabelecer critérios e estratégias pedagógicas que vão orientar, questionar e relacionar os fatos ou fenômenos estudados (ARMSTRONG, 2008). E no momento de apresentar os resultados todas essas questões serão avaliadas, será possível reconhecer se os alunos fizeram as relações propostas, se conseguiram aplicar os conceitos estudados e se desenvolveram um pensamento criativo ao longo do processo.

O fechamento ou conclusão de uma atividade pedagógica é um momento muito importante para consolidar conclusões e socializar os resultados, nele os alunos podem apresentar e discutir seus resultados, métodos, dificuldades e suas conclusões. Os diferentes grupos que tenham desenvolvido um mesmo projeto podem apresentar e discutir seus dados, e verificar que diferentes estratégias traçaram para chegar a um objetivo comum (BIZZO, 2009). Com o intuito de valorizar os trabalhos desenvolvidos, pode-se convidar os pais, outros professores e até mesmo algum especialista da área do projeto desenvolvido, para que possam presenciar a exposição e fazer observações.

É importante ressaltar que a avaliação do aluno pelo professor deve ser realizada ao

longo do desenvolvimento da atividade, e não apenas no seu fechamento. A avaliação não deve ser centrada no aluno, mas deve ser pensada como um norteador do trabalho pedagógico. Indicando ao professor o que precisa ser mudado ou redirecionado para que o aprendizado ocorra, o professor não necessariamente precisa refazer seus planejamentos, mas ajustá-los a novas possibilidades e aos modos diferentes que os alunos aprendem (KINDEL, 2012). Bem como deve fornecer subsídios para futuras atividades, não sendo um fator desmotivador para o aluno, pois um dos maiores desafios do professor é manter o entusiasmo do aluno no decorrer das aulas (GODEFROID). Sendo o fechamento de uma atividade um momento de valorizar os trabalhos realizados, e manter os alunos estimulados a continuar o seu processo de aprendizagem.

8 CONCLUSÕES FINAIS

Precisamos valorizar, cada vez mais, a interação e a troca de informações entre professor e aluno, ao invés de fazer da educação uma transmissão unidirecional de informação. No lugar da reprodução passiva de informações já existentes, deseja-se estimular a criatividade dos estudantes, para isso se faz necessário investir em práticas pedagógicas que envolvam projetos, educação para a vida e que sejam centradas no aluno (BLIKSTEIN e ZUFFO, 2003). Espaços *maker*, como o PoaLab, estimulam a popularidade desse movimento e da fabricação digital, demonstrando que é possível envolver os alunos em usos complexos da tecnologia, e que essas crianças e adolescentes podem construir ativamente com tecnologia em vez de apenas consumir produtos tecnológicos, desenvolvendo assim uma aprendizagem criativa (BLIKSTEIN, 2013).

“Em nossas escolas, qual seria o uso mais revolucionário das tecnologias? Aquele em que os alunos seguem receitas e passo-a-passo ou quando empreendem projetos pelos quais são apaixonados, fora dos estritos regulamentos de conduta e comportamento?” (BLIKSTEIN e ZUFFO, 2003)

Diante do questionamento exposto na citação anterior, parece óbvio que seria muito mais eficiente para o processo de ensino e aprendizagem investir em projetos mais livres, colaborativos e criativos. Porém práticas concretas a esses desafios educacionais ainda são raras e esparsas. No processo de construção do pensamento científico, surgem no caminho muitas dificuldades, como a falta de recursos da escola, a desmotivação dos alunos, a desvalorização dos professores, porém para se chegar ao objetivo da aprendizagem devemos enfrentar esses desafios, pois são inseparáveis do processo de conhecimento. Com relação ao ensino de ciências, seu principal objetivo é fazer com que os alunos consigam entender e explicar os fenômenos do mundo para nele poder intervir, e mesmo em meio a tantos obstáculos, devemos realizar esforços para que esse objetivo seja concluído (ARMSTRONG, 2008).

Dentro desse contexto, o maior benefício em direcionar a educação para uma cultura *online* global mais participativa, colaborativa e que se apoie em maiores habilidades digitais, é que essas propostas podem nos conduzir a pessoas mais criativas e a democracias mais fortes, no sentido de que teremos mais pessoas engajadas na criação, interpretação e recriação de

significado na cultura. Para isso devemos entender que o processo de aprendizagem e criação ocorre com outros e a partir de outros (PALFREY e GASSER, 2011), e estão acontecendo em diversos locais, em casa, na escola e também na internet.

Mas como podemos fazer da escola um lugar mais livre, colaborativo, participativo e criativo? Conforme RESNICK (2001), devemos continuar a aprender como em um jardim de infância, pois a maneira como as crianças interagem com os objetos, de forma livre e curiosa é um passo fundamental para o desenvolvimento da criatividade. Assim, conforme propõe o autor, as tecnologias digitais podem desempenhar um papel transformador na aprendizagem e na educação, naturalmente, elas não suportam, por si só, uma abordagem do jardim de infância à aprendizagem. Pois a maioria das escolas usa as tecnologias digitais simplesmente para ampliar e reforçar a entrega de informações prontas, da mesma forma como usam palestras e livros.

Porém, quando as tecnologias digitais são adequadamente projetadas e suportadas, como a atividade proposta neste trabalho, elas podem estender a abordagem do jardim de infância, para que os alunos de todas as idades possam continuar a aprender no estilo de jardim de infância, levando em conta aspectos como a curiosidade, a solução de problemas, a experimentação e a colaboração, promovendo assim uma aprendizagem baseada na criatividade. Sempre deixando claro, que tecnologias digitais, com os computadores, apenas ampliam as possibilidades de atuação de alunos e professores, mas são incapazes de substituí-los em suas tarefas básicas e essenciais, sendo apenas uma ferramenta à disposição da escola (BIZZO, 2009). O planejamento, o conhecimento específico do professor, a metodologia e didática utilizada ao longo dos processos de ensino e aprendizagem são questões fundamentais para que as tecnologias educacionais sejam inseridas da melhor maneira possível no ambiente escolar.

É necessário repensar o modelo de escola que queremos, pois os modelos tradicionais de ensino já não conseguem desenvolver todas as habilidades e competências que necessitamos, porém não podemos deixar de enxergar que foi esse modelo de educação que nos fez chegar até aqui. Pois para realizar as mudanças necessárias, é importante compreendê-la, e entender os valores de ontem e de hoje, para então pensar que mudanças são necessárias e por quê (KINDEL, 2012). Trabalhando os conhecimentos curriculares de forma que possam despertar a reflexão sobre questões da vida contemporânea e a resolução de problemas será possível alcançar índices muito melhores em relação ao ensino de ciências, e o uso de

ambientes de fabricação digital podem auxiliar na integração desses conhecimentos, promovendo uma educação baseada em *creative learning*. Devemos partir do pressuposto de que todos podem aprender, mas para isso, é necessário juntar esforços, não apenas na escola, mas nas políticas públicas, na sociedade, nas universidades e na iniciativa privada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, Diane Lucia de Paula. **Fundamentos Filosóficos do Ensino de Ciências Naturais**. Metodologia do ensino de Biologia e Química, v. 4. Editora Ibpx. Curitiba, 2008.

ANTHONY, D. et al. Editor's Notes **A Peer-Reviewed Publication Educational Implications of the Digital Fabrication Revolution**. v. 54, n. 5, 2010.

BIESTA, Gert. **Para além da aprendizagem: educação democrática para um futuro humano**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** 1ª ed. Editora Biruta. São Paulo, 2009.

BLIKSTEIN, P. **Digital Fabrication and "Making" in Education: The Democratization of Invention**. 2013.

BLIKSTEIN, Paulo; KRANNICH, Dennis. **The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research**. In: Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children. p. 613-616. ACM, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo; ZUFFO, Marcelo Knörich. **As sereias do ensino eletrônico**. Educação on-line: teorias, práticas, legislação e formação corporativa. São Paulo: Loyola, p. 25-40, 2003.

BORGES, Karen; DE MENEZES, Crediné; FAGUNDES, Lea. **Projetos Maker Como Forma de Promover o Desenvolvimento do Raciocínio Formal**. In: Anais do Workshop de Informática na Escola, p. 515, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Fundamental (SEF). **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

_____. Ministério da Educação – MEC. Conselho Nacional de Secretários de Educação (CONSED). **Base Nacional Comum Curricular**. MEC/CONSED, 2016.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 512p. ISBN: 978-857783-136-4.

BUEHLER, Erin; GRIMES, Shawn; GRIMES, S. **Investigating 3D Printing Education with Youth Designers and Adult Educators**. FabLearn, 2015.

CALIL, Patrícia. **O professor-pesquisador no ensino de ciências**. Coleção metodologia do ensino de biologia e química, v.2. Editora Ibpx. Curitiba, 2009.

CALLUF, Cesar Horst. **Didática e avaliação em Biologia**. Editora Ibpx. Curitiba, 2007.

CORDEIRO, Glaís Sales; DE AZEVEDO, Isabel Cristina Michelan; MATTOS, Vanda Lúcia. **Trabalhando com seqüências didáticas: uma proposta de ensino e de análise de narrativas de aventuras de viagens**. Calidoscópico, v. 2, n. 1, p. 29-42, 2004.

CORDOVA, Tania; VARGAS, Ingobert. **Educação Maker SESI-SC: inspirações e concepção**. 2016. Disponível em: http://104.152.168.36/~fablearn/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_108.pdf. Acesso em: 15 de fevereiro de 2017.

DE SOUZA FLEITH, Denise. **Criatividade: novos conceitos e idéias, aplicabilidade à educação**. Revista Educação Especial, p. 55-61, 2001.

DELORD, Gabriela Carolina Cattani. **O ensino de ciências e a pesquisa em sala de aula na perspectiva de pais e alunos**. Dissertação do Mestrado em Educação, Ciências e Matemática – Faculdade de Física, PUCRS, 181 f. Porto Alegre, 2012.

DELORS, J. **A educação para o século XXI: questões e perspectivas**. Editora Artmed. Porto Alegre, RS, 2005.

DOUGHERTY, D. **The Maker Movement. innovations**, v. 7, n. 3, p. 11 – 14, 2012.

EYCHENNE, Fabien e NEVES, Heloisa. **Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editorial Fab Lab Brasil, 2013.

FERRARI, Anusca; CACHIA, Romina; PUNIE, Yves. **Innovation and creativity in education and training in the EU member states: Fostering creative learning and supporting innovative teaching. JRC Technical Note**, v. 52374, 2009.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Educando para a criatividade: de Rubem Alves a Ken Robinson**. In: Educação fora da Caixa. Organizadores Ana Cristina da Silva Tavares Ehlers, Clarissa Stefani Teixeira e Márcio Vieira de Souza. Editora Bookess. Florianópolis, SC. 2015.

FIALHO, N. N.; MATOS, E. L. M. **A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando softwares educacionais**. Educar em Revista, n. spe2, p. 121–136, 2010.

GALLO, Silvio. **Pensar a escola com Foucault: Além da sombra da vigilância**. In:

CARVALHO, Alexandre Filorde, GALLO, Silvio. **Repensar a educação: 40 anos após vigiar e punir**. LF Editorial, São Paulo, 2015.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química nova na escola, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GODEFROID, Rodrigo Santiago. **O ensino de Biologia e o cotidiano**. Coleção Metodologia do Ensino de Biologia e Química, v. 1. Editora Ibpx. Curitiba, 2010.

GORE, Jennifer M. **Foucault e educação: fascinantes desafios**. In: SILVA, Tomaz Tadeu. O sujeito da educação. Petrópolis. Editora Vozes, p. 9 – 20, 1994.

HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. **The maker movement in education**. Harvard Educational Review, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.

KINDEL, Eunice Aita Isaia. **A docência em ciências naturais: construindo um currículo para o aluno e para vida**. Coleção Entre nós - Ensino fundamental, anos finais. Edelbra, 128p. Erechim, 2012.

LAKATOS, Eva Maria; DE ANDRADE MARCONI, Marina. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo, SP. ed. 34, 1999.

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

MARTINEZ, S. L.; STAGER, G. S. **The maker movement: a learning revolution**. Learning & Leading with Technology, v. 41, n. 7, p. 12-17, 2014.

MARTINEZ, Sylvia Libow; STAGER, Gary. **Invent to learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom**. Constructing Modern Knowledge Press. Torrance, CA, 2013.

MASSCHELEIN, Jan; SIMONS, Maarten. **Em defesa da escola: uma questão política**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

MELO, Alessandro de; URBANETZ, Sandra Terezinha. **Fundamentos de didática**. Editora Ibpx. 186 p. Curitiba, 2008.

NERI, Marcelo et al. **Motivos da evasão escolar**. Brasília: Fundação Getúlio Vargas, 2009.

NERI, Marcelo. **Tempo de permanência na escola**. Rio de Janeiro: FGV/IBRE/CPS. Disponível em http://www.cps.fgv.br/ibrecps/rede/finais/Etapa3-Pesq_TempodePermanenciaNaEscola_Fim2.pdf, 2009.

NEVES, Heloisa; RAGUSA, Juliana. **Fab Educação, We Fab**, 2014.

PALFREY, John; GASSER, Urs. **Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais**. Penso Editora, 2011.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. Basic Books, Inc., 1980.

PASQUIER, A. e DOLZ, J. **Un decálogo para la enseñanza de la producción de textos**. Cultura y Educación, 3:31-41, 1996.

PRENSKY, Marc. **Digital natives, digital immigrants part 1**. On the horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

RESNICK, Mitchel. **Give P's a chance: Projects, peers, passion, play**. In: Constructionism and creativity: Proceedings of the Third International Constructionism Conference. Austrian Computer Society, Vienna. 2014. p. 13-20.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong Kindergarten**. Cultivating creativity through: Projects, Passion, Peers and Play. MIT Press. Cambridge; Massachusetts. 2017.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong kindergarten**. In: presentation delivered at the annual symposium of the Forum for the Future of Higher Education, Aspen, Colorado. 2001.

RESNICK, Mitchel. **Rethinking learning in the digital age**. In: The global information technology report: Readiness for the networked world. Oxford University Press 2002.

SAMANGAIA, R.; NETO, D. D. **Educação científica informal no movimento “Maker”**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–São Paulo, 2015.

SANTOS, Mário Beja. **Makers: a nova revolução industrial**. Ano VIII, nº 17, maio – dezembro 2014. Disponível em: www.artciencia.com; ISSN 16463463, 2014.

SILVA, I. M. M. **Tecnologias e letramento digital: navegando rumo aos desafios**. ETD – Educ. Tem. Dig., Campinas, v.13, n.1, p.2-43, jul./dez. 2011. ISSN 1676-2592.

WANG, Jennifer; AGOGINO, Alice M. **Cross-community design and implementation of engineering tinkering activities at a science center**. Proc. FabLearn, p. 1-4, 2013.

ZYLBERSZTAJN, Moisés. **Muito além do maker**. In: Educação fora da Caixa. Organizadores Ana Cristina da Silva Tavares Ehlers, Clarissa Stefani Teixeira e Márcio

Vieira de Souza. Editora Bookess. Florianópolis, SC. 2015.

APÊNDICE 1

Proposta de atividade para os alunos no PoaLab: Produção de energia

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NAS TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS

É importante ter conhecimento sobre como toda a energia de nosso país é produzida e utilizada, pois como cidadãos devemos nos manter informados. Só assim, teremos uma postura crítica diante da forma como a energia vem sendo produzida no Brasil, e da importância de economizar energia, evitando desperdício e gastos. Mas como é produzida a energia elétrica que consumimos? Na maioria das vezes a produção de energia elétrica envolve o movimento de turbinas geradoras. Nessa atividade os alunos irão construir modelos com diferentes formas de produzir energia:

Modelo de usina

- Hidrelétrica;
- Aerogeradores.

Objetivo principal:

Verificar como ocorre a produção de energia de diferentes formas, que matérias primas são necessárias, e como é a sua construção.

Objetivos secundários:

Compreender como funciona a matriz energética no Brasil;

Discutir sobre o impacto ambiental de cada uma dessas formas de produzir energia;

Metodologia

Os alunos serão divididos em quatro (4) grupos, conforme sua afinidade. Cada grupo será responsável pela construção de um modelo de geração de energia. Para a construção desses modelos será utilizado os materiais e equipamentos do laboratório de fabricação digital PoaLab. Em um primeiro momento os alunos receberão um modelo para montar e verificar como ocorre a produção de energia. Deverão registrar como funciona seu equipamento e de que forma ele é capaz de produzir energia.

Em um segundo momento os alunos deverão aprimorar o projeto, sugerindo mudanças para que a produção de energia se torne mais eficaz, aumentando sua eficiência energética. Para a construção dessas mudanças os alunos irão utilizar os materiais e equipamentos do PoaLab.

Com base nas sugestões feitas pelos alunos será possível discutir sobre a produção de energia em nosso país, com ênfase em questões importantes como a eficiência energética, a disponibilidade de matéria prima e os impactos ambientais causados por cada uma dessas diferentes formas de produzir energia.

Roteiro de perguntas (para análise de dados)

Como ocorre a produção de energia no modelo construído pelo seu grupo?

Quais são as sugestões do grupo para que se obtenha maior eficiência energética com esse modelo?

Vocês conseguem imaginar um modelo diferente desses estudados para a produção de energia?

Que equipamentos do PoaLab foram utilizados para a construção do seu modelo?

APÊNDICE 2

Proposta pedagógica

ANATOMIA COMPARADA: ANALISANDO MÃOS, ASAS E NADADEIRAS DE MAMÍFEROS ATRAVÉS DE ARTEFATOS CONSTRUÍDOS NO LABORATÓRIO DE FABRICAÇÃO DIGITAL - POALAB.

Disciplina: Ciências - anos finais do ensino fundamental

Conteúdo: Anatomia comparada, estruturas homólogas em diferentes mamíferos (mãos, asas e nadadeiras).

Professores responsáveis: Juliana Medeiros, André Peres

1. Objetivos:

- Observar a relação entre ossos e músculos das mãos, identificando-os.
- Relacionar ossos e músculos às articulações - como funciona o movimento das mãos.
- Comparar a anatomia de mãos, asas e nadadeiras de diferentes mamíferos.
- Conhecer os equipamentos básicos de um laboratório de fabricação digital, entendendo que esses equipamentos podem servir de ferramentas importantes para o ensino de ciências.

2. Material necessário:

- Projetor e computador (para aula expositiva);
- Folhas impressas com a anatomia das mãos, asas e nadadeiras de diferentes espécies de mamíferos;
- Impressão 3D dos ossos da mão e prótese da mão humana;
- Ônibus para o transporte dos alunos até o PoaLab;

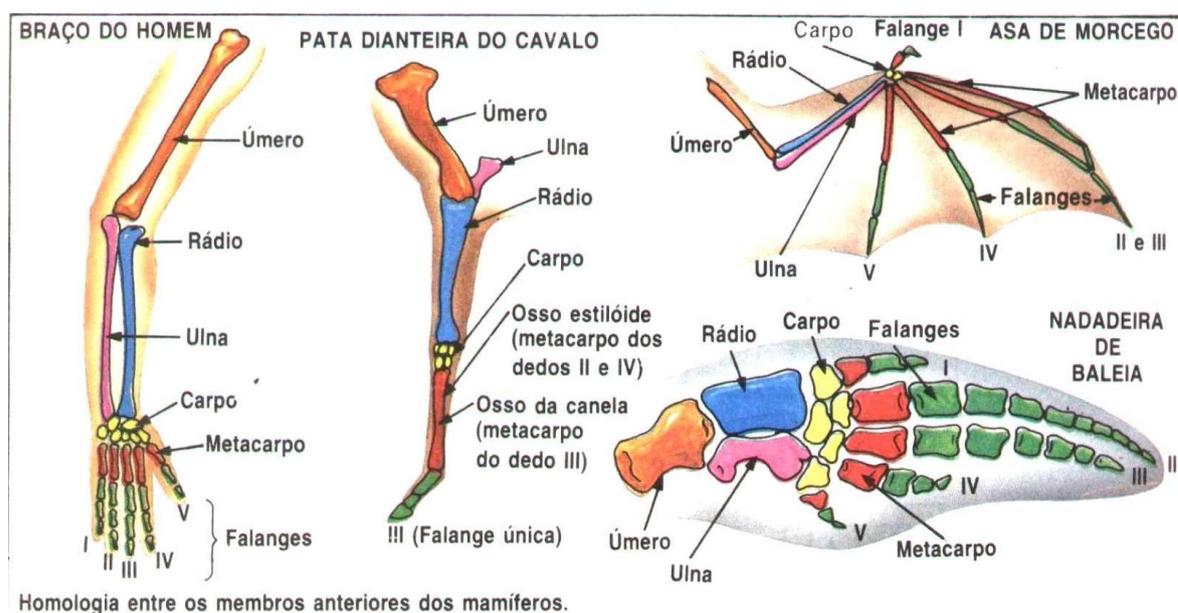
3. Desenvolvimento:

Neste trabalho temos o objetivo de utilizar o PoaLab - que é um laboratório de fabricação digital localizado no IFRS, campus Porto Alegre - para desenvolver objetos que facilitem e estimulem o ensino de ciências no ensino fundamental. A atividade se iniciará com a visita dos alunos ao laboratório de fabricação digital, para que os alunos tenham conhecimento do funcionamento do laboratório e dos equipamentos disponíveis: como as impressoras 3D, cortadoras a laser, kits de arduino, etc. Depois de entender o funcionamento do laboratório os alunos irão discutir sobre as possibilidades de uso de um laboratório dessa forma para o aprendizado de ciências.

Em um segundo momento os alunos irão aprender sobre a anatomia comparada das mãos humanas, asas de morcego e nadadeiras de um golfinho, analisando semelhanças e diferenças entre a anatomia dos membros superiores de diferentes espécies de mamíferos.

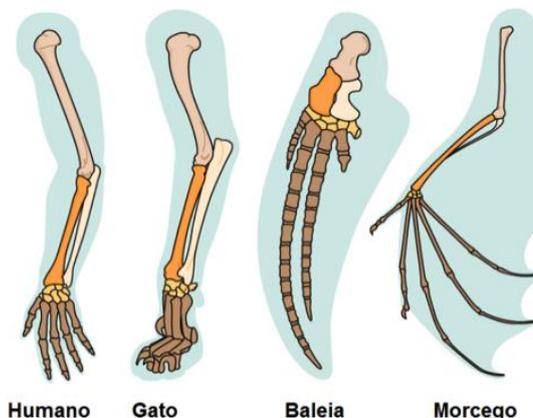
Além de salientar a importância de nossas mãos, uma vez que a habilidade de nossas mãos é uma característica importante da espécie humana. Graças a um complexo conjunto de ossos e músculos existentes nas extremidades dos membros superiores, podemos realizar delicados trabalhos de precisão, pois temos a capacidade de realizar os chamados movimentos de pinça, diferentemente de outras espécies que não possuem esta capacidade. Tendo sido este, um importante diferencial para a nossa evolução e superioridade.

Uma breve aula expositiva vai demonstrar ossos, músculos e nervos dos membros superiores. Como atividade prática os alunos vão montar um esqueleto dos ossos da mão, que será confeccionado na impressora 3D, e analisar com imagens de outras estruturas de espécies



diferentes como morcegos, macacos e golfinhos, como apresentado na figura abaixo.

Órgãos homólogos são estruturas que têm origem embrionária semelhante, porém podem ou não desempenhar as mesmas funções. Isso nos leva a crer que diferentes seres vivos tiveram um ancestral comum, que, conforme evoluía, originou novas espécies, desenvolvendo e adaptando os órgãos de acordo com suas necessidades. Por exemplo: braço humano, asas de morcego, nadadeiras anteriores de um golfinho.



4. Metodologia:

Manhã: 08h30 às 11h30

1º momento: visita ao PoaLab - conhecer os equipamentos e o funcionamento do laboratório.

2º momento: aula expositiva sobre membros superiores - com ênfase na anatomia da mão humana - ossos, músculos e nervos. Os alunos irão analisar e comparar a anatomia das asas dos morcegos, nadadeira de uma baleia e a mão humana.

3º momento: Os alunos irão se organizar em grupos de 3 ou 4 alunos, cada grupo ficará responsável por montar o esqueleto da mão humana, identificando os principais ossos e como é o movimento da mão humana, comparando a anatomia das mãos humanas com as diversas estruturas homólogas apresentadas (asas e nadadeiras).

4º momento: Ainda em grupos, os alunos irão conhecer a prótese da mão humana, que está sendo confeccionada em impressoras 3D, para crianças com deficiência. Os grupos deverão montar uma prótese, e analisar as semelhanças entre a prótese e a anatomia da mão humana.

Em sala de aula (posterior a visita)

Discussão e avaliação da atividade, alunos e professores vão discutir sobre como foi a aula, apontando aspectos positivos e negativos da aula, e de que forma a tecnologia pode auxiliar o aprendizado de ciências.

Avaliação:

Será avaliado o interesse e a participação de cada aluno nas atividades propostas. Além da participação, a construção da maquete da mão humana fará parte da avaliação.

Arquivos interessantes Thingiverse:

Exoesqueleto para mão: <http://www.thingiverse.com/thing:892654>

Anatomia da mão humana: <http://www.thingiverse.com/thing:147800>

Morcego: <http://www.thingiverse.com/thing:1095980>

<http://www.thingiverse.com/thing:1812109>

APÊNDICE 3

Modelo do TERMO DE ASSENTIMENTO

O aluno (a) _____ está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **“Movimento maker na educação: Fablabs e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, na educação básica”**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **Juliana Medeiros e André Peres**. Nesta pesquisa nós estamos buscando **entender como o movimento maker pode influenciar no aprendizado de ciências e tecnologias na educação básica. Trabalhando com a construção de objetos para apoio a atividades educacionais em um laboratório de construção digital – o PoaLab, localizado no IFRS – campus Porto Alegre**. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador **Juliana Medeiros**, mestranda em Informática na Educação, no IFRS – campus POA.

A participação do aluno (a) **consiste em responder algumas perguntas sobre a produção de energia, e montar maquetes fabricadas no PoaLab, que representam diferentes usinas de produção de energia (hidrelétrica e eólica)** Os alunos serão orientados a escreverem sobre a utilização e produção da energia Os textos produzidos pelos alunos serão analisados pelos pesquisadores a fim de que seja possível compreender como alunos da Educação Básica fazem uso da fabricação digital como ferramenta para a aprendizagem. Os textos ficarão sob responsabilidade da pesquisadora e não serão divulgados. Em nenhum momento seu(sua) filho(a) será identificado(a). Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade seu(sua) filho(a) será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa. Quanto aos riscos, estou consciente que alguns aparelhos do Poalab podem oferecer riscos ao serem manuseados de forma incorreta, como as cortadoras a laser e as impressoras 3D, que podem causar queimaduras e ferimentos. Para evitar esses riscos o laboratório dispõe de equipamentos de proteção individual, além de que todas as práticas nos equipamentos serão realizadas por um professor treinado e capacitado, os alunos irão apenas sugerir projetos, desenhar e programar no computador. Os benefícios serão **a qualificação das metodologias baseadas na utilização dos artefatos digitais como recursos para a aprendizagem**.

Seu(sua) filho(a) é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Juliana Medeiros, no e-mail julivulpes@gmail.com**, que atua na escola EMEF Ivete Serafini. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, na Rua General Osório, 348 - Bento Gonçalves, telefone (54) 34493340.

Data: ____/____ de 2017

Eu (NOME DO RESPONSÁVEL) _____, portador do RG nº _____, responsável legal do aluno _____, permito que o mesmo participe do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido. Autorizo também o uso das imagens registradas nesse evento em publicações futuras.

(Responsável pelo) Participante da pesquisa

APÊNDICE 4

Modelo do Termo de Consentimento para alunos menores de 16 anos

O aluno _____, neste ato representado por mim, _____, **(responsável)**, está sendo convidado a participar de um estudo denominado “Movimento maker na educação: Fablabs e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, na educação básica”. Cujo objetivo é investigar de que forma o movimento maker pode influenciar no aprendizado de ciências e tecnologias na educação básica. Trabalhando com a construção de objetos para apoio a atividades educacionais em um laboratório de construção digital – o PoaLab, localizado no IFRS – campus Porto Alegre.

Estou ciente de que, da pesquisa a se realizar, é possível esperar alguns benefícios para o meu representado, tais como: maior engajamento nas atividades pedagógicas e melhores resultados no processo de aprendizagem. Quanto aos riscos, estou consciente que alguns aparelhos do PoaLab podem oferecer riscos ao serem manuseados de forma incorreta, como as cortadoras a laser e as impressoras 3D, que podem causar queimaduras e ferimentos. Para evitar esses riscos o laboratório dispõe de equipamentos de proteção individual, além de que todas as práticas nos equipamentos serão realizadas por um professor treinado e capacitado, os alunos irão apenas sugerir projetos, desenhar e programar no computador. Estou ciente de que a sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, o (a) identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que pode haver recusa à participação no estudo, bem como pode ser retirado o consentimento a qualquer momento, sem precisar haver justificativa.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são o Sr. André Peres (professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul) e a Sra. Juliana Medeiros (mestranda da mesma instituição) e com eles poderei manter contato pelo email: julivulpes@gmail.com, e pelo telefone (51) 91398114.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do estudo, autorizo a participação de **(nome do sujeito da pesquisa)** na referida pesquisa, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação.

(Assinatura e RG do representante legal do sujeito da pesquisa)

Nome(s) e assinatura(s) do(s) pesquisador(es) responsável(responsáveis)

Porto Alegre, ... de ... de 2016.

APÊNDICE 5

Modelo do Termo de Consentimento para professores

Eu, **(nome do sujeito da pesquisa, profissão, RG)**, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado “Movimento maker na educação: Fablabs e a construção de objetos para apoio a atividades educacionais de ciências e tecnologias, na educação básica”. Cujo objetivo é investigar de que forma o movimento maker pode influenciar no aprendizado de ciências e tecnologias na educação básica. Trabalhando com a construção de objetos para apoio a atividades educacionais em um laboratório de construção digital – o PoaLab, localizado no IFRS – campus Porto Alegre.

A minha participação no referido estudo será no sentido de utilizar as ferramentas disponíveis no PoaLab com meus alunos, permitir a observação da atividade e relatar a minha experiência. Estou ciente de que, da pesquisa a se realizar, é possível esperar alguns benefícios para o meu aluno, tais como: maior engajamento nas atividades pedagógicas e melhores resultados no processo de aprendizagem. Quanto aos riscos, estou consciente que alguns aparelhos do PoaLab podem oferecer riscos ao serem manuseados de forma incorreta, como as cortadoras a laser e as impressoras 3D, que podem causar queimaduras e ferimentos. Para evitar esses riscos o laboratório dispõe de equipamentos de proteção individual, além de que todas as práticas nos equipamentos serão realizadas por um professor treinado e capacitado, os alunos irão apenas sugerir projetos, desenhar e programar no computador.

Estou ciente de que a minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que pode haver recusa à participação no estudo, bem como pode ser retirado o consentimento a qualquer momento, sem precisar haver justificativa. Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são o Sr. André Peres (professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul) e a Sra. Juliana Medeiros (mestranda da mesma instituição) e com eles poderei manter contato pelo email: julivulpes@gmail.com ou pelo telefone (51) 91398114.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado, e compreendido a natureza e o objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Nome e assinatura do sujeito da pesquisa

Nome(s) e assinatura(s) do(s) pesquisador(es) responsável(responsáveis)

Porto Alegre, ... de ... de 2016.