



Dança dos robôs: uma atividade no meio escolar que integra robótica e movimento *maker* na perspectiva da aprendizagem criativa

Cristiane Pelisolli Cabral (SMED/ Porto Alegre-RS)¹

Bruno Canal (IFRS – Campus Restinga)²

Resumo

O presente relato de experiência descreve o processo criativo de um projeto desenvolvido no meio escolar, intitulado Canto Gauchesco, que participou da modalidade competitiva OnStage ou Dança de Robôs da RoboCup Junior Brasil. A atividade integrou a ferramenta da Robótica Educacional e recursos da educação *maker* na perspectiva da aprendizagem ativa e criativa. A apresentação contou com um gaúcho-robô, uma prenda-robô, um cavalo-robô e um jardim robótico. A apresentação foi assistida pelas turmas dos anos iniciais do Ensino Fundamental da própria escola e o resultado final foi apresentado na competição. O processo de criação envolveu o trabalho em grupo e a resolução de vários problemas decorrentes da construção e programação dos objetos.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Makerspace, Aprendizagem Criativa, Resolução de Problemas.

Abstract

This experience report describes the creative process of a project developed in the school environment called “Canto Gauchesco” that participated in the competitive modality OnStage or Robot Dance of RoboCup Junior Brazil. The activity integrated the Educational Robotics tool and maker education resources from the perspective of active and creative learning. The presentation included a robot gaúcho, a robot prenda, a robot horse and a robotic garden. The presentation was attended by classes from the early years of elementary school at the school and the final result was presented in the competition. The creation process involved group work and the resolution of several problems arising from the construction and programming of objects.

Keywords: Educational Robotics, Makerspace, Creative Learning, Problem Solving.

¹ Contato: pelisolli@gmail.com

² Contato: bruno.canal@restinga.ifrs.edu.br

1. Introdução

No presente relato de experiência, descreveremos o processo criativo de uma atividade desenvolvida no meio escolar, a qual integra a construção e a programação utilizando a ferramenta da robótica, além de recursos da educação *maker*.

O projeto foi criado por alunos/as do Ensino Fundamental, participantes da Oficina de Robótica da EMEF Heitor Villa-Lobos, localizada na periferia de Porto Alegre. Esses alunos integram a Equipe de Robótica Lobóticos dessa instituição e realizaram o projeto com o objetivo de participar da modalidade competitiva OnStage. A disputa acontece na RoboCup-Brasil³, um evento anual, que possui várias categorias destinadas aos alunos do Ensino Fundamental, Médio e Técnico (Nível RoboCup Junior). Nesse evento existe também a participação de equipes de estudantes da graduação e até pesquisadores de robótica e inteligência artificial da pós-graduação (Nível RoboCup Major). A RoboCup-Brasil serve como etapa seletiva para a participação na etapa mundial RoboCup. Na modalidade OnStage ou, como é chamada pelos participantes, Dança de Robôs, as crianças e/ou adolescentes constroem um projeto a ser apresentado no palco, podendo ser uma dança, uma história ou uma performance, que é avaliada por uma comissão julgadora.

A atividade de Dança de Robôs na escola Heitor Villa-Lobos iniciou com a integração de duas oficinas: A Robótica Educacional, coordenada pela Prof. Cristiane Cabral desde o ano de 2007, e a Contação de Histórias, coordenada pela Prof. Juliana Dalmann desde o ano de 2006. Com o objetivo de unir tecnologia e arte, as coordenadoras iniciaram uma parceria para a atividade de Dança de Robôs a partir do ano de 2012. A atividade reuniu perfis mais introspectivos, geralmente alunos da robótica, e perfis mais extrovertidos, mais comumente associados aos estudantes participantes do grupo de Contação de Histórias da escola. A parceria foi bastante exitosa, resultando em conquistas importantes. Atualmente, com a saída da Prof. Juliana da escola, a atividade continuou sob orientação da Prof. Cristiane, e, no ano de 2019, contou também com a orientação do Prof. Bruno Canal.

Desde o ano de 2012, a Equipe Lobóticos participa da modalidade Dança de Robôs alcançando ótimos resultados no Brasil e no exterior. A equipe foi campeã brasileira em 2012, e na etapa mundial (Holanda) classificou-se entre as 10 melhores equipes do mundo, conquistando o Prêmio de Campeã Mundial na Categoria Técnica no SuperTeam. Em 2013

³ Entre os eventos que acontecem concomitantemente na RoboCup-Brasil, está a Competição Brasileira de Robótica (CBR), a Mostra Nacional de Robótica (MNR) e as finais da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). Disponível em: <http://www.robocup.org.br>. Acesso em: 1 ago. 2020.

a equipe também venceu a etapa brasileira e recebeu o prêmio de melhor performance individual (por equipe) e melhor técnica (por grupo) no SuperTeam junto com a equipe da China e Portugal, no mundial. A última conquista da equipe foi o Prêmio Best Presentation na modalidade com a apresentação *Vem dançar com a gente* (CABRAL *et al.*, 2017) na RoboCup/Montréal no Canadá no ano de 2018⁴.

Para as apresentações, a equipe sempre buscou desenvolver projetos reunindo robôs construídos com diferentes tecnologias. No ano de 2019, a equipe inovou ainda mais, integrando, pela primeira vez, ferramentas *makers*, como a impressão 3D, ao projeto intitulado Canto Gauchesco⁵. Foram construídos quatro robôs para compor o cenário: um robô, chamado de gaúcho; uma prenda-robô; um cavalo-robô e um jardim robótico. Foram utilizadas peças LEGO® e programação EV3 na construção da prenda e do gaúcho. O cavalo foi totalmente impresso em uma impressora 3D, e seu movimento foi possibilitado pela programação dos controladores Arduíno e NXT. Já o jardim-robótico foi construído em parceria com um grupo de alunos/as que estão iniciando seu contato com a robótica e participam das oficinas de robótica da escola. Os alunos iniciantes trabalham com o kit LEGO® Mindstorms com controlador RCX, que é o material em maior quantidade na escola, e desenvolvem programações básicas. Os alunos da equipe trabalham com kits de diferentes tecnologias, além da robótica livre e ferramentas *makers*, desenvolvendo projetos mais complexos.

O presente relato buscará descrever o desenvolvimento do projeto de dança de robôs Canto Gauchesco e está estruturado da seguinte maneira: na segunda seção está o referencial teórico que embasa o estudo, em seguida descreveremos o trabalho realizado e, por fim, algumas reflexões acerca do processo criativo da atividade.

2. Referencial teórico

O desenvolvimento dos projetos de dança de robôs está alicerçado sob três pilares que julgamos necessária a teorização, são eles: a robótica educacional, os *makerspaces* e a aprendizagem criativa, que também necessita ser “ativa”, como explicaremos a seguir.

2.1. Robótica educacional

A Robótica Educacional, também chamada de Robótica Pedagógica, é uma atividade que reúne construção e programação de robôs e pode ser desenvolvida na escola utilizando kits semiestruturados ou sucata eletrônica. A aula geralmente é direcionada para

⁴ Disponível em: <https://youtu.be/6WtNAEDkIX0> . Acesso em: 30 nov. 2020.

⁵ Disponível em: <https://youtu.be/nXWq6qNX2do> . Acesso em: 30 nov. 2020.

a construção de um protótipo e, posteriormente, é feita a programação através do computador e de um *software* de programação. A montagem do protótipo é o momento no qual os alunos se utilizam de blocos, peças, placas e controladores, que se movimentarão autonomamente, após serem programados através do *software* no computador. A atividade pode se desenvolver individualmente, em duplas ou, ainda, em grupos, o que promove o trabalho cooperativo e integrado. Além de trabalhar com a construção e programação de objetos concretos, também possibilita a reflexão por meio da resolução de uma série de problemas desencadeados ao longo do processo de criação (CABRAL, 2010). A robótica, em nível escolar, também é uma atividade lúdica, na qual os sujeitos se deparam com uma porção de peças que possibilitam a construção de objetos simuladores do real, mas que parecem brinquedos, e que demandam um esforço cognitivo para sua construção e programação, a fim de funcionar de forma autônoma, como um robô.

A robótica como ferramenta no meio escolar iniciou na década de 1980, com os estudos do matemático Papert, criador da Linguagem LOGO de Programação (PAPERT, 1985), ou “Linguagem da Tartaruga”. Ao trabalhar com o epistemólogo Jean Piaget, Papert se interessou por estudar e criar “objeto para pensar com”, ou seja, objetos tangíveis que estimulassem a criança a pensar sobre o pensar e, dessa forma, testar hipóteses através da exteriorização das mesmas. Com referência na Epistemologia Genética de Jean Piaget, Papert (2008) cunhou o termo “Construcionismo”, em oposição ao “Instrucionismo”, para identificar a maneira como professores deveriam atuar em sala de aula que, a partir do seu ponto de vista, deveria ser com menos fala e mais ação dos alunos. Através de um convênio com a empresa LEGO®, Papert uniu a linguagem LOGO a blocos plásticos, motores, sensores e a um controlador, que possibilitaram às crianças construir objetos concretos que se movimentavam autonomamente através da programação. Esse foi o início do Projeto LEGO® Dacta, que concretizou a “caixa de engrenagens” da infância de Papert (1985) em um kit de Robótica Educacional chamado LEGO® Mindstorms, que possibilita a construção de uma tartaruga e muitos outros objetos concretos. Podemos dizer que esse foi o início do trabalho com robótica no meio escolar.

Trabalhar com peças para a construção de objetos, como é o caso da robótica educacional, possibilita aos estudantes agir fisicamente sobre esse objeto, construindo protótipos e, mentalmente, resolvendo problemas decorrentes da montagem e programação, funcionando como um “objeto para pensar com”. Ao longo do procedimento de construção e programação, o sujeito precisa construir hipóteses, testá-las e reformulá-las tantas vezes quanto necessário, e constatar, através do seu fazer, o próprio êxito ou fracasso, direcionando a sua conduta. Trabalhar com Robótica Educacional é trabalhar numa espécie

de “laboratório” onde o sujeito é convidado a agir-refletir-agir incessantemente, pois é justamente através desse movimento de ação e reflexão do sujeito sobre o objeto e sobre suas estruturas mentais que acontece a construção do conhecimento (CABRAL, 2010).

2.2. Makerspaces

Nos últimos anos, observa-se um movimento que objetiva a criação de laboratórios ou até mesmo de espaços dentro da própria sala de aula que une, além da ferramenta da robótica, outras ferramentas que possibilitam a concretização de projetos que só existiam na imaginação das crianças, ou eram limitados às peças disponíveis nos kits semiestruturados de robótica educacional. O Movimento Maker, fundamenta-se na cultura do “faça você mesmo”, do inglês *Do-it-Yourself* (DIY). Esse movimento traz na sua essência a ideia de que todas as pessoas podem construir, consertar, modificar e fabricar os diversos tipos de objetos e projetos. O coletivo constituído pelos Makers reúne adeptos em espaços físicos com objetos tradicionais e máquinas de fabricação digital, chamados espaços *maker*, *makerspaces*, *hackerspace*, FabLabs, FabLearn Labs, entre outras denominações (BLIKSTEIN; VALENTE; MOURA, 2020).

É nesse sentido que a educação tem discutido seus espaços de aprendizagem, procurando promover ambientes de ação e de reflexão para seus estudantes, através do oferecimento de ferramentas de construção de objetos e projetos. Os espaços *makers* são, em geral, espaços onde o aluno poderá produzir seus próprios projetos. Esse espaço pode conter materiais diversos como sucata, sucata eletrônica, papel, MDF, massa de modelar, entre outros, combinados com equipamentos capazes de realizar prototipação e fabricação digital tais como: impressora 3D, cortadora *laser*, fresadora e *plotter* de recorte. Inicialmente, esses equipamentos eram encontrados apenas em laboratórios de engenharia; hoje, configuram-se como ferramentas para a educação das áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering, Mathematic – STEM*)⁶ e estão se tornando mais acessíveis graças à criação dos *makerspaces* (BORGES, 2018).

Esses laboratórios estão se popularizando no meio educacional em função do projeto FabLab, desenvolvido no Massachusetts Institute of Technology (MIT), sob a coordenação do Prof. Neil Gershenfeld. Alguns pesquisadores como Paulo Blinkstein, Yasmim Kaffai, Breanne Litts e Kylie Peppler vislumbraram a possibilidade de uso dos

⁶ A metodologia educacional chamada *STEM Education* refere-se à integração das disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática ao ensino escolar. Já a metodologia STEAM inclui, além das disciplinas citadas, também as artes para o ensino através de projetos de aprendizagem.

makerspaces e FabLabs como espaços de aprendizagem e, nesse contexto, passaram a ser chamados de Makerspaces Educacionais (BORGES, 2018).

A robótica educacional é uma das ferramentas que pode compor esses laboratórios de criação, pois, através dela, os estudantes conseguem criar seus próprios projetos e automatizá-los, a partir da programação desses objetos. Os equipamentos de prototipação e fabricação possuem um custo elevado e a concretização de um *makerspace* em uma escola, por exemplo, é algo que necessita muito planejamento e investimento. Pensando em otimizar o uso desses espaços, algumas instituições disponibilizam seus laboratórios para que a comunidade possa usufruir dos equipamentos disponíveis. No Rio Grande do Sul, observamos iniciativas como o Free Zone, na Pontífice Universidade Católica (PUCRS), um lugar para a prototipação de ideias e conceitos, com acesso a equipamentos variados, de diferentes portes, nas áreas de mecânica, eletrônica e maqueteira, contando com impressoras 3D, corte a laser, serras, *softwares* para modelagem tridimensional de projetos e *design*, ferramentas além de *softwares* para testes. Alguns Institutos Federais também possuem *makerspaces* onde o acesso é possibilitado à comunidade em geral. Iniciativas como essas facilitam o acesso de estudantes de escolas públicas a ferramentas de custo elevado, como as disponibilizadas nos laboratórios de criação.

2.3. Aprendizagem (cri)ativa

Com a expansão da robótica e dos *makerspaces* no meio escolar, algumas abordagens dão suporte às práticas pedagógicas de professores/as para o trabalho com essas ferramentas (CÉSAR, 2020), sobretudo àquelas relacionadas às metodologias ativas (BACICH; MORAN, 2018). Muito se fala em aprendizagem criativa e aprendizagem “mão na massa”, contudo, essa não é uma discussão absolutamente nova na pedagogia, pois desde o movimento da Escola Nova, essa questão já era discutida.

O movimento da Escola Nova, também chamada de Escola Ativa ou Escola Progressista, foi um movimento de renovação especialmente forte na Europa e na América do Norte. O movimento surgiu para propor novos caminhos de uma reconstrução educacional que atendesse às necessidades vigentes da época, assumindo uma visão mais social e mais humana em busca da formação natural e integral dos indivíduos. Na Europa, os precursores da Escola Nova foram: o filósofo Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), os pedagogos Heinrich Pestalozzi (1746-1827) e Freidrich Fröebel (1782-1852), o psicólogo Edouard Claparède (1873-1940) e o educador Adolphe Ferrière (1879-1960). Já na América do Norte, o grande nome do movimento foi o filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey (1859-1952), que defendia a democracia e a liberdade de pensamento como

instrumentos para a maturação emocional e intelectual das crianças, além da “união da teoria e da prática” na educação.

No Brasil, as ideias do movimento escolanovista foram introduzidas em 1882, por Rui Barbosa (1849-1923). As principais críticas do movimento referiam-se à educação demasiadamente intelectualizada e livresca, à superficialidade do ensino, à ausência de experimentação, ao modo formal de ensinar, ao desconhecimento da psicologia da criança e à centralização do ato pedagógico no professor (VASCONCELOS, 1996). Esse movimento se desenvolveu no momento de profundas transformações econômicas, políticas e sociais no Brasil, onde pairavam críticas ao modelo tradicional de educação e se articulava um novo ideário de ensino mais instigador que se consolidou a partir do Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova, em 1932, que trazia uma proposta de renovação educacional através da educação de qualidade que não fizesse distinção de classe social, que fosse pública, laica, obrigatória e gratuita.

O epistemólogo Jean Piaget, embora não seja considerado um escolanovista, era um defensor da escola ativa por considerar que sua teoria epistemológica ia ao encontro dos princípios desse movimento que realçava os métodos ativos sobre os tradicionais para a aprendizagem. Também considerava as diferenças no desenvolvimento das crianças em comparação aos adultos, diferentemente das teorias tradicionais, adequando procedimentos didáticos aos estágios do desenvolvimento. Piaget (1965) e Piaget e Inhelder (1999) dividiram o desenvolvimento intelectual em quatro estágios, de acordo com a estrutura cognitiva desenvolvida pelo sujeito em cada período: Sensório-Motor (no qual existe o predomínio da ação física do sujeito sobre o objeto), Pré-Operatório (o que inicia a interiorização da ação através da representação mental dos objetos), Operatório-Concreto (no qual o sujeito é capaz de representar mentalmente a ação e realizar sua reversão) e Operatório-Formal (estágio em que o indivíduo é capaz de operar mentalmente com hipóteses e desenvolve o raciocínio indutivo).

Diz-nos Piaget (1965) que, para aprender, cada sujeito construirá para si os objetos do meio e isso acontecerá através da sua própria ação física e mental. Para realizar todo o processo de construção do conhecimento é necessário que o sujeito aja externamente sobre objetos e opere internamente nas suas estruturas mentais. A concepção construtivista da aprendizagem está presente na teoria interacionista de outros teóricos, além da teoria de Piaget, como Vygotsky, Wallon, Paulo Freire, entre outros. Todos eles não compartilhavam a ideia de que o conhecimento nascia com o sujeito, tampouco era “depositado” no indivíduo através de uma educação bancária (FREIRE, 2005).

Apoiado na teoria dos estágios do desenvolvimento intelectual de Piaget, Papert (1985) enfatiza o trabalho com objetos concretos e um trabalho intensivo com o estágio Operatório Concreto, no qual o aluno precisa manusear, experimentar e construir objetos para construir as estruturas do pensamento. É nesse sentido que a educação nos *makerspaces* trabalha com a ideia de aprendizagem “mão na massa”. O autor acredita que tal forma de trabalho, com o concreto, deve ser empregada no ensino da matemática e em todas as outras áreas em que se deseja ensinar algo às crianças em alusão ao construcionismo. Diz, ainda, que a escola deveria trabalhar mais com o processo natural de aprendizagem, pois, quando uma criança deseja aprender algo, ela aprende independente de alguém que a ensine (PAPERT, 1985). Papert acreditava que aprende-se melhor quando se é “menos ensinado” e deixamos o aluno experimentar, fazer, construir, usar, pensar e brincar, ações que levam à criatividade.

É difícil dizer exatamente o que é a criatividade. Talvez seja mais fácil dizer o que ela não é, como fez Resnick (2017). Diz ele que a criatividade não está restrita às artes; não é apenas parte da população que é criativa; que a criatividade não surge repentinamente e que não se pode ensinar criatividade (ainda que se possa instigá-la, acredita ele). Na epistemologia genética de Piaget (2001), criar não é conceber o inédito, para ele todo o ser humano é criativo pois cada sujeito cria novas estruturas ao construir conhecimento. A realidade se mostra como novidade para o sujeito ao longo do seu desenvolvimento, por isso o sentimento de alegria e surpresa de uma criança ao descobrir algo que é “óbvio” aos olhos de um adulto. A noção de número, por exemplo, é construída pela criança com uma multiplicidade de atos criativos (PIAGET, 2001). Atualmente, a criatividade é uma habilidade bastante valorizada no mercado de trabalho e será cada vez mais no futuro, quando teremos que nos reinventarmos para trabalhar e conviver com a tecnologia.

De qualquer maneira, a questão da ação do sujeito é o ponto de partida para a construção da inteligência humana. Nesse sentido, por mais que uma metodologia de ensino seja considerada “ativa”, ela nada provocará no indivíduo se ele não movimentar suas estruturas cognitivas para construir seu próprio conhecimento. A criança não é um ser passivo, cujo cérebro deve ser preenchido, mas um ser ativo, cuja pesquisa espontânea necessita de fomento para reconstruir para si a realidade. Foi precisamente esse dado fundamental da Sociologia do Pensamento que os profissionais da Pedagogia encontraram quando, depois de estabelecer que a criança não é passiva, mas, sim, ativa no processo de aprendizagem e que a razão, longe de ser inata no indivíduo, elabora-se pouco a pouco, descobriram que a vida do grupo é o meio natural dessa atividade intelectual e a

cooperação, o instrumento necessário para a formação do pensamento racional (PIAGET, 1998).

3. O trabalho desenvolvido

Os alunos que integram a Oficina de Robótica Educacional na Escola Heitor Villa-Lobos podem, com o tempo, passar a integrar a equipe de robótica da escola. A equipe é formada por dez alunos que participam de eventos científicos e competitivos, representando a escola. Em virtude da quantidade de eventos e de tarefas realizadas pela equipe de robótica, tornam-se necessárias eleições para definir quais integrantes da equipe deverão participar de cada atividade. Dessa forma, foram eleitos, pelos próprios pares, aqueles que tinham interesse em realizar o projeto para a OnStage. Após eleger quatro alunos para participar da competição, organizou-se uma reunião da equipe onde as regras da competição foram lidas (ROBOCUP JUNIOR, 2020) e os alunos realizaram um *brainstorm* das ideias iniciais sobre o projeto. Como o evento aconteceu na cidade de Rio Grande - RS, e a equipe é da capital (Porto Alegre - RS), o grupo pensou que o tema do projeto poderia ser uma música da cultura gaúcha. Essa foi a motivação inicial para a atividade.

Uma ampla pesquisa e a audição de canções da tradição gaúcha foram realizadas buscando a música que apresentasse a sonoridade mais adequada para a apresentação. O aluno Leonardo Bálamo, que também é musicista na Orquestra Villa-Lobos da escola, foi quem liderou a atividade. Foi escolhida a canção *Canto Alegretense*, escrita por Nico Fagundes e Bagre Fagundes, em homenagem ao município de Alegrete-RS. A melodia foi apresentada pela primeira vez em um programa regional de televisão chamado Galpão Crioulo, no ano de 1983. A música, bastante popular no Rio Grande do Sul, já foi interpretada por vários músicos, entre eles Alcione, Sérgio Reis, Gabriel O Pensador, Michel Teló e a banda Fresno. Sua melodia também foi tocada por Don Airey tecladista do Deep Purple, em uma apresentação em Porto Alegre. Um dos motivos da escolha da obra, para esse grupo, foi a sua identificação com a letra e a sonoridade da música, já imaginando o figurino que poderiam utilizar: roupas típicas da tradição gaúcha.

Nas reuniões que se seguiram, foi decidido como seriam os robôs, a caracterização dos robôs e a dos dançarinos humanos, a coreografia e o cenário; apesar de que ajustes tenham sido realizados ao longo de todo o trabalho. Os alunos lançaram hipóteses, pensando no que poderia ser construído através da tecnologia e da dramatização. A quantidade de elementos que iriam compor todo o cenário, bem como o design desses elementos também foram decisões realizadas em grupo, através de reuniões. Foi combinada a construção de três robôs: um cavalo, que seria impresso na impressora 3D e se movimentaria com controlador Arduíno; uma prenda-robô e um gaúcho-robô que seriam

construídos com peças LEGO® e controlador EV3. O cavalo galoparia pelos “campos” rio-grandenses enquanto os robôs, a prenda e o gaúcho se movimentariam de maneira interativa e criativa, de acordo com as regras da modalidade.

As representações mentais iniciais dos alunos acerca dos robôs e do cenário que iriam compor a atividade foram traduzidas através de desenhos que serviram de orientação para o trabalho. Além da representação inicial expressa através do desenho, os alunos fizeram uma previsão da quantidade de materiais, especialmente controladores e tipos de peças, que seriam necessárias para as construções.

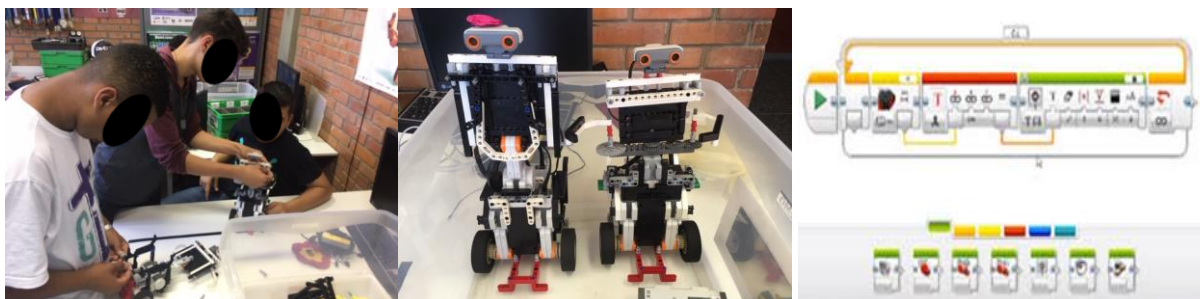
Uma característica importante desse grupo é que os membros estão no último ano do Ensino Fundamental na escola e serão substituídos por novos membros no próximo ano, pois a escola é somente de Ensino Fundamental. Por isso, um grupo de alunos que se destacou nas oficinas de robótica realizou uma construção para colaborar com a Equipe de Robótica. Eles construíram um “jardim robótico” composto por três flores para fazer parte do trabalho e dessa maneira já foram se integrando à dinâmica da Equipe.

Nas próximas subseções, será detalhado o processo de construção e a programação de cada robô.

3.1. Robôs Prenda e Gaúcho

A construção do robô-prenda e do robô-gaúcho foi realizada com peças plásticas do tipo LEGO® e dois controladores EV3, que se comunicam entre si. Foram empregados dois tipos de servos motores do tipo LEGO® Mindstorms NXT e EV3 para a movimentação da base dos robôs gaúcho e prenda, um servo motor para a movimentação dos braços e da cabeça, um sensor ultrassônico com a função de desencadear cada sequência de movimentos dos robôs nas linhas de programação como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Processo de construção dos robôs prenda e gaúcho e exemplo de programação no software EV3



Fonte: Acervo dos autores (2019).

A programação dos robôs LEGO® Mindstorms EV3 foi realizada através da interface de programação MINDSTORMS disponibilizada pela LEGO®. O movimento é constituído de giros, avanços e de movimentos de subida e descida. Cada um desses movimentos é traduzido através de linhas de programação com diagramas de blocos que contêm o código do programa. Nos blocos de programação, os alunos têm a possibilidade de escolher diversos parâmetros de configuração da operação dos motores, como, por exemplo, a quantidade de giros, tempo de acionamento e de velocidade. Também é possível controlar essas variáveis através de elementos externos, ou seja, o motor é acionado ou desacionado através da resposta de algum sensor. Em virtude da necessidade de sincronização dos movimentos dos dois robôs, a equipe optou por realizar o acionamento inicial através da resposta de um sensor ultrassônico que detectava os movimentos realizados pelos humanos e, então, uma série de movimentos era realizada de maneira autônoma, através de contagens de tempo e giros pré-determinadas na programação.

O grupo encontrou várias adversidades de construção e programação dos robôs prenda e gaúcho. Um grande desafio encontrado foi com relação à estrutura desses robôs. Partiu-se de uma base inicial, que havia sido utilizada no ano anterior, e para a apresentação atual realizaram-se transformações e melhorias. O primeiro problema encontrado pelo grupo foi o tipo de rodas a ser empregado. Primeiro, os alunos escolheram uma roda pequena que ficava em harmonia com a estrutura, mas os ensaios iniciais demonstraram que a roda possuía pouco atrito com o solo, o que dificultava os movimentos do robô. Vários testes e reconstruções foram realizados para ajustar a distribuição do peso na estrutura do robô. Por fim, foram colocadas duas rodas do tipo LEGO® Mindstorms em cada lado da estrutura do robô, além de centralizar o peso no seu eixo central para aumentar o atrito com o solo.

Outro fator que exigiu bastante criatividade e experimentação dos alunos foi o movimento dos braços do robô. Como ele iria tocar um acordeão (popularmente chamado de gaita no RS), o robô deveria realizar um movimento de abertura e fechamento horizontal dos braços. Os motores disponibilizados possuem somente movimentos de giro, estas rotações teriam que ser traduzidas em movimentos de deslocamento horizontais nas “mãos” do robô. A solução foi encontrada através de um conjunto de engrenagens adaptado no corpo do robô gaúcho para a transmissão do movimento até os braços, efetivando o movimento de “abrir e fechar”.

Os desafios de programação relacionaram-se à necessidade de fazer com que o casal robô-prenda e robô-gaúcho parasse de frente para o público, ao final de cada sequência de movimentos. Cogitou-se a ideia de colocar um sensor de luz e limitar o

movimento com uma marcação no solo. Contudo, o problema foi resolvido através de um refinamento na mecânica e uma programação, o que fez com que todos os movimentos do motor fossem traduzidos em movimentos físicos do robô, sem que ocorressem escorregamentos. Dessa forma, através da experimentação, os alunos conseguiram programar a quantidade de rotações que cada servo motor deveria realizar para que o robô se deslocasse exatamente a quantidade desejada.

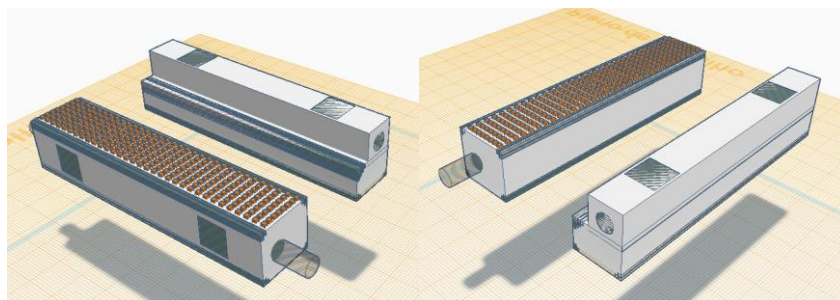
A caracterização dos robôs prenda e gaúcho foi feita em tecido, fita, couro e EVA e contou com a colaboração de uma professora que domina a técnica do corte e costura.

3.1.1 Acordeão

Um fator bastante desafiador na construção do projeto foi o processo de criação do acordeão. Inicialmente, a equipe pensou em idealizá-lo por meio de peças LEGO®, entretanto acharam que as peças não iriam representar de modo satisfatório o instrumento. Então, optou-se por pesquisar um projeto para ser idealizado na impressora 3D, mas também não foi localizado um projeto que satisfizesse as características de abertura e fechamento, desejadas pela equipe. Por fim, pela curiosidade e aprendizado gerado através do desenvolvimento do robô-cavalo (que será explicado na próxima seção), os alunos optaram por realizar a modelagem 3D das peças que iriam compor o acordeão.

Dessa forma, o aluno João Gabriel Welter voluntariou-se em desenvolver o modelamento 3D, pois já era familiarizado com o instrumento, uma vez que toca acordeão há 10 anos. Para tal modelagem, foi utilizada a plataforma *on-line* ThinkerCad⁷. Optou-se por esta plataforma pois a mesma possui uma interface simplificada e bastante amigável para quem está iniciando o contato com modelagem de peças 3D. Para iniciar o modelamento, foi explicado ao aluno como criar blocos geométricos básicos (cubos, cilindros, esferas...) e que a modelagem consistia na soma e subtração destes blocos o que já demonstra ser bastante intuitivo na plataforma. Também foi demonstrado para o estudante o espaço na plataforma que contém dicas de comandos básicos para modelagem de objetos. Com as instruções iniciais e através de diversas interações com o restante da equipe, a fim de definir tamanhos e estratégia de fixação do instrumento no robô, o estudante idealizou a modelagem do instrumento em duas peças, conforme pode ser observado na Figura 2. Após o modelamento, as peças foram impressas e o fole do acordeão foi feito com dobradura de papel, para que apresentasse o movimento desejado.

⁷ Disponível em: thinkercad.com. Acesso em: 30 nov. 2020.

Figura 2 – Modelagem 3D do acordeão realizada na plataforma *on-line* TinkerCad

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

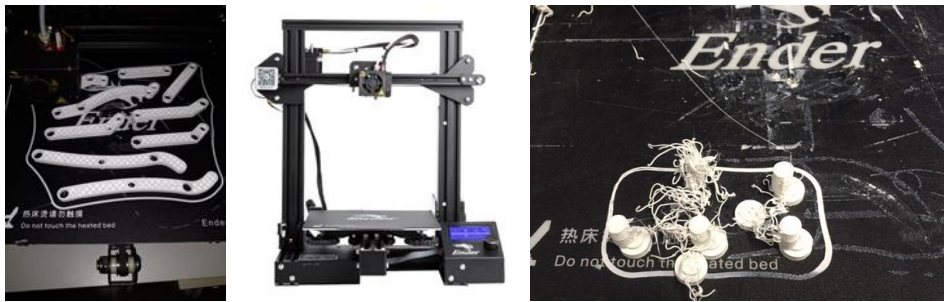
3.2. Robô-Cavalo

Em dezembro de 2018, a EMEF Heitor Villa-Lobos recebeu a doação de uma impressora 3D da empresa Wisidea, que pretendia vender o produto a baixo custo para o mercado brasileiro. Conforme relato do representante, que entrou em contato com a escola, foram pesquisadas quatro instituições que trabalhavam com robótica no RS para receber a doação. Em troca, o grupo precisaria relatar o uso que fez do recurso para servir de dados para a comercialização da impressora. Três instituições privadas e a escola Villa-Lobos (pública) receberam a doação de uma impressora Creality Ender 3. Desde então, os alunos estavam ansiosos para utilizar o novo equipamento. A oportunidade surgiu com o projeto Canto Gauchesco. Os estudantes queriam construir um cavalo robô, mas ainda não sabiam modelar o objeto, então pesquisaram um projeto “cavalo” no repositório *on-line* “open source” Thingiverse⁸. Esse repositório possui diversos projetos para impressão 3D; porém, um dos desafios foi que a pesquisa não retornava projetos satisfatórios e, para aumentar a quantidade de resultados da pesquisa, o grupo optou por pesquisar o termo em inglês “horse”. Após encontrar um projeto com as características desejadas pela equipe, foi necessário realizar o redimensionamento das peças do objeto, para que ele ficasse em um tamanho adequado na composição do palco.

Como foi a primeira vez que usaram a impressora 3D, o processo de aprendizado se deu em meio à necessidade de realizar o projeto. A impressão de alguns lotes de peças apresentou defeitos e foi necessário identificar o problema para encontrar soluções. Ora a bandeja precisava de ajuste, ora o fio se quebrava durante a impressão, ora a energia tinha uma queda, o que reiniciava todo o processo de impressão das peças, como é possível observar na Figura 3.

⁸ Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:3697700> Acesso em: 30 nov. 2020.

Figura 3 – Lote de peças sendo impressas, Impressora Creality Ender 3 e impressão de um lote que apresentou problemas

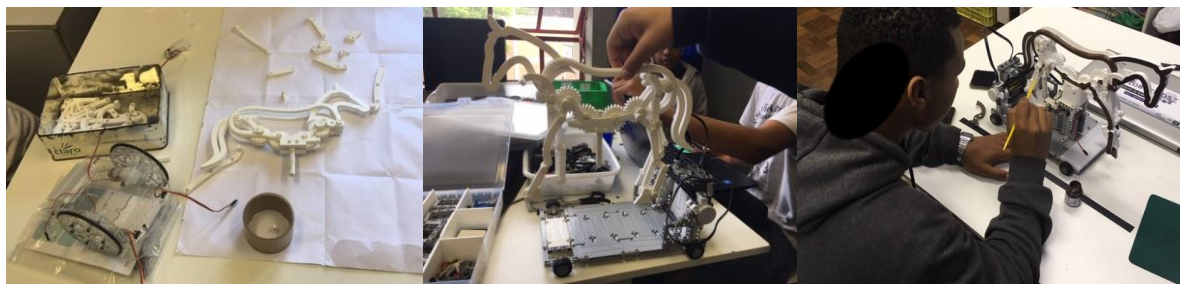


Fonte: Acervo dos autores (2019).

Depois das peças impressas, foi necessário montar o cavalo e mais uma série de adversidades surgiram dessa ação. Ao se iniciar a montagem, percebeu-se que o projeto não era completamente funcional e haviam erros. Algumas peças estavam com o sentido da rosca invertido, o que impossibilitaria a montagem do cavalo. Isso fez com que os alunos tivessem a necessidade de editar as peças do projeto. A edição das peças foi realizada na plataforma *online* ThinkerCad. Ainda durante a montagem, percebeu-se que algumas peças estavam fora de escala. Por isso, depois de todo o conjunto de peças impresso, foi necessário reimprimir algumas partes ao longo do processo, para que o objeto fosse finalizado.

Concluída a fase de impressão e construção, o grupo precisou encontrar soluções para realizar o movimento de trote e deslocamento do cavalo-robô. A representação inicial do grupo era colocar o objeto em uma base de acrílico, anexar um controlador Arduino e programar o movimento de trote e deslocamento do cavalo, mas essa solução não se mostrou totalmente eficiente. O primeiro problema dessa fase foi a necessidade de um eixo para encaixar no motor e fazer movimentar as engrenagens. Como esse eixo não existia, foi necessário modelar o eixo no TinkerCad e imprimi-lo. O primeiro não se mostrou eficiente devido à qualidade utilizada na impressão e foi refeito até que o objeto funcionasse de acordo com as expectativas do grupo. Além disso, foi necessário imprimir uma caixa para deixar o cavalo suspenso, evidenciando o movimento do “trote”.

Figura 4 – Impressora Creality Ender 3 e estrutura do cavalo impressa em Impressora 3D e processo de criação do robô-cavalo



Fonte: Acervo dos autores (2019).

O movimento do trote foi acionado através de um motor com redução interna conectado à uma placa Arduino. A programação do Arduino foi realizada no ambiente de desenvolvimento IDE Arduino, utilizando a linguagem da própria plataforma, atualmente chamada de linguagem Arduino, mas que se origina da linguagem C++.

Figura 5 – Microcontrolador Arduino® e Interface de programação.



Fonte: Acervo dos autores (2019).

A programação em Arduino mostrou-se um grande desafio para o grupo que não havia experimentado esse tipo de programação anteriormente. Entretanto, a dificuldade se mostrava mais associada à familiarização com as sintaxes da programação por linha de código que, ao contrário da linguagem de blocos, não apresenta uma representação intuitiva do fluxo da informação. Diversas vezes, notou-se que os alunos recorriam à exemplificação de determinados blocos utilizados na programação LEGO para entender determinados comando da linguagem Arduino. Ao final, de maneira simples, o grupo conseguiu traduzir um bloco de execução controlado por tempo para a linguagem Arduino e, então, foram definidos os intervalos de tempo para que o cavalo trotsasse e parasse.

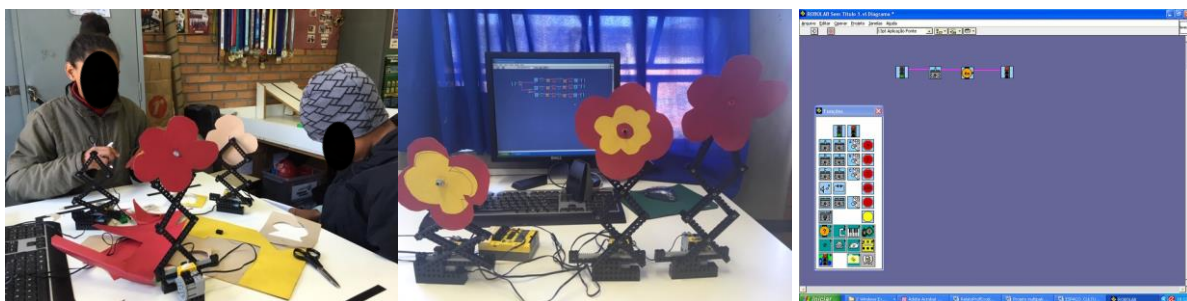
O robô-cavalo foi anexado a um chassi de acrílico com rodas para realizar o deslocamento no palco. O projeto inicial do cavalo-robô previa o movimento do objeto apenas com o microcontrolador Arduino e os motores de redução, mas esse não se mostrou

eficiente, pois os motores não possuíam força para deslocamento. Então, o grupo optou por construir uma base com peças LEGO® e anexar motores do kit LEGO® Mindstorms e um controlador NXT para realizar o deslocamento da base do cavalo-robô.

3.3. Jardim robótico

O terceiro elemento da apresentação é um jardim robótico construído inicialmente com peças tipo LEGO® e controlador RCX. É composto por três flores que se movimentam harmonicamente através de cremalheiras e uma caixa de redução com engrenagens, como pode ser observado na Figura 6. A programação dos robôs foi realizada posteriormente, com controlador NXT e Linguagem Mindstorms.

Figura 6 – Processo de construção do jardim robótico e interface de programação RoboLab do controlador RCX



Fonte: Acervo dos autores (2019).

A construção do Jardim Robótico pelo grupo iniciante de robótica mostrou-se um grande desafio do início ao fim. Inicialmente, eles construíram as estruturas baseados em manuais disponíveis na sala de aula e, posteriormente, fizeram as devidas alterações. O primeiro protótipo foi construído com peças LEGO® e controlador RCX (primeiro modelo de controladores dos kits LEGO®), mas que não se mostrou viável em função do mau funcionamento das pilhas. Em seguida, os alunos aprenderam a programar utilizando o controlador NXT para aperfeiçoar o funcionamento dos robôs.

As flores foram construídas em papel cartaz e depois o grupo precisou pesquisar uma técnica de construção de flores de papel que fosse leve e tivesse um bom impacto visual. Foi utilizada, então, uma técnica de construção de flores com papel de seda amarelo e marrom, dobradura, recorte e colagem. O resultado foi o Jardim Robótico de girassóis.

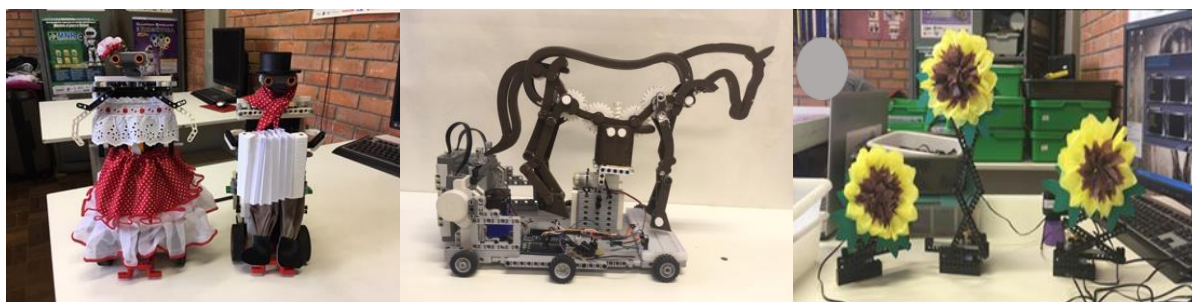
O trabalho integrado de membros que possuem diferentes níveis de conhecimento favoreceu a aprendizagem do grupo, pois cada integrante pôde ensinar o que já tinha aprendido, reelaborando, através da linguagem falada e do debate de ideias, o conhecimento que foi construído inicialmente, na prática. Os integrantes da Equipe de

Robótica também ensinaram uma nova linguagem de programação aos alunos da Oficina de Robótica, e a cooperação estabelecida entre alunos em diferentes níveis de conhecimento favoreceu a construção do conhecimento para ambos.

3.4. Ajustes finais

Depois da conclusão das construções dos robôs, era necessário colocar todos os objetos juntos em um palco para testar o seu funcionamento. A oportunidade surgiu na *Semana da Criança da Escola Villa-Lobos*, quando a escola oferece atividades especiais para as crianças e a Oficina e a Equipe de Robótica é sempre convidada para realizar alguma atividade integrada com a tecnologia. O grupo escolheu apresentar o projeto Canto Gauchesco para os alunos da escola, pois, assim, poderiam ensaiar a apresentação e testar o funcionamento dos robôs, realizando mais alguns ajustes nas construções e programações. O resultado final das construções pode ser observado na Figura 7.

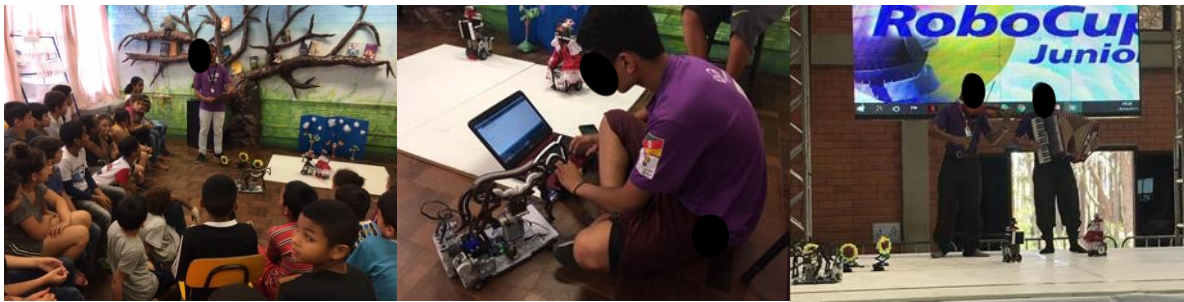
Figura 7 – Robô-prenda, robô-gaúcho, cavalo-robô e jardim robótico finalizados.



Fonte: Acervo dos autores (2019).

No dia agendado, a equipe organizou a apresentação na biblioteca da escola. Todas as dezesseis turmas dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental assistiram à apresentação *Canto Gauchesco*. Antes da apresentação, os alunos explicavam o objetivo daquela atividade e, no final, relatavam rapidamente o processo de construção, programação e funcionamento dos robôs. As crianças expectadoras também fizeram perguntas para os estudantes sobre a apresentação e os robôs. Ao longo das apresentações na escola, muitos ajustes foram realizados, principalmente com relação à programação dos robôs (Figura 8). Contudo, esse tipo de ajuste também precisou ser realizado no dia da apresentação final, porque o material do piso do palco afeta o desempenho dos robôs.

Figura 8 – Apresentação para as turmas da escola ajustes de programação e apresentação final na RoboCup Junior Brasil



Fonte: Acervo dos autores (2019).

A Equipe de Robótica também criou uma coreografia para atuar no palco, junto com os robôs. O aluno Leonardo, tocou violino e o aluno João Gabriel tocou acordeão junto com os robôs, além de estarem vestidos com a bombacha, símbolo do gaúcho tradicionalista.

4. Conclusão

Observar o processo de desenvolvimento do projeto Canto Gauchesco foi uma experiência muito rica e elucidativa ao observador externo que estava interessado em acompanhar o processo de aprendizagem vivenciada pelos estudantes. Os alunos investiram muitas horas de trabalho, para além das horas de Oficina de Robótica, demonstrando total engajamento e entusiasmo. Em alguns momentos, foram até a escola no turno da noite para verificar o andamento da impressora 3D, pois qualquer erro implicaria no recomeço da impressão. Contavam com a total confiança da direção da escola, que cedia a chave do ambiente para que pudessem ter acesso. Por isso, essa experiência de aprendizagem, considerada por nós como extremamente ativa e criativa, foi muito além de uma simples aprendizagem, foi um processo de desenvolvimento psicológico e social.

Ao longo do relato, pode-se observar que as representações mentais dos alunos acerca da solução para o problema foram constantemente alteradas com o desenrolar da ação desses sujeitos. Cada problema foi subdividido em novos problemas para que fossem solucionados tal como mostraram estudos anteriores (CABRAL, 2010). A representação inicial tornou-se uma solução extremamente simplificada se levamos em consideração a quantidade de retomadas e resolução de novos problemas que surgiram à medida que se desenvolveu a construção e a programação dos objetos, até a solução final. Tal processo também pode ser descrito através da “espiral da aprendizagem criativa” que nos fala Resnick (2017). Ao longo do percurso de criação, os alunos se envolveram sob os seis

aspectos do processo criativo, os quais foram totalmente contemplados: imaginar, criar, brincar, compartilhar, refletir e imaginar novamente.

Nesse sentido, a Robótica Educacional se apresenta como um ótimo recurso para a aprendizagem criativa, agindo fisicamente sobre objetos, construindo protótipos e agindo mentalmente na resolução de problemas decorrentes da montagem e programação. É justamente nesse sentido que a ferramenta funciona como um “objeto para pensar com”, ou seja, um objeto tangível, que serve de apoio para a construção da inteligência humana. Os alunos, nos Anos Finais do Ensino Fundamental, estão na fase em que o desenvolvimento do pensamento lógico-formal deve acontecer, abrindo a possibilidade de operar com hipóteses e inferências. Contudo, a idade por si só não promoverá o pensamento abstrato; para que esse sujeito consiga chegar até lá, é fundamental que se realize atividades apoiadas em objetos concretos para construir suas hipóteses, testar e reconstruir novamente essa hipótese em um nível superior, como nos disse Piaget. É também nesse sentido, como foi dito anteriormente aqui, que, ao longo do procedimento de construção e programação, o sujeito precisa construir hipóteses, testá-las e reformulá-las tantas vezes quantas forem necessárias, e constatar, através do seu fazer, o próprio êxito ou fracasso, direcionando a sua conduta. Trabalhar com Robótica Educacional é trabalhar numa espécie de “laboratório” onde o sujeito é convidado a agir-refletir-agir incessantemente, pois é justamente através desse movimento de ação e reflexão do sujeito sobre o objeto e sobre suas estruturas mentais que acontece a construção do conhecimento (CABRAL, 2010).

O trabalho em grupo é um potencializador da aprendizagem, porque os questionamentos dos pares levam à conflitos cognitivos que necessitam de reequilíbrio cognitiva. Um adulto que já atingiu o nível operatório formal em determinada área conseguirá trabalhar sozinho, refletindo sobre as suas hipóteses, mas a criança e o jovem no nível operatório, precisarão de objetos concretos, para apoiar seu pensamento e suas hipóteses, possibilitando que o pensamento avance, além do debate de ideias provocado pela presença do outro no seu grupo de trabalho. A atividade proporcionou momentos de intensa discussão, debate de opiniões e resolução de problemas em grupo. Este trabalho interativo e de trocas constantes é extremamente rico para que a construção do conhecimento aconteça de maneira criativa.

Por fim, gostaríamos de ressaltar que a ferramenta da robótica educacional e as ferramentas *makers* possuem um grande potencial para impulsionar a aprendizagem no meio escolar, contudo, tudo dependerá de um trabalho ativo e criativo proporcionado pelo professor aos seus alunos, pois essas ferramentas, por si só, não promovem (cri)atividade.

5. Referências

BACICH, L.; MORAN, J. M. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Editora Penso, 2018.

BLIKSTEIN, P.; VALENTE, J. A.; MOURA, É. M. de. Educação Maker: Onde está o Currículo? **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v.18, n. 2, p. 523-544 abr./jun. 2020

BORGES, K. S. **Um estudo sobre pensamento formal no contexto dos Makerspaces Educacionais**. 2018, Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Informática da Educação, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/187572>. Acesso em: 07 ago. 2020

CABRAL, C. P. **Robótica educacional e resolução de problemas**: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento. 2010. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/29314>. Acesso em: 07 ago. 2020

CABRAL, C P.; RIBARCICK, L. L.; NUNES, L., S.; ROSA, L. B. da R.; WELTER, J. G.; DOMINGUES, J. G. dos S. Equipe Lobóticos / 2017: Vem Dançar com a Gente (RoboCup Junior OnStage Preliminary). *In: LATIN AMERICAN ROBOTICS COMPETITION & COMPETIÇÃO BRASILEIRA DE ROBÓTICA*, 2017, Curitiba. Mostra Virtual da LARC / CBR 2017, 2017. Disponível em: <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/8485c1b4221a662b49c1a1b87301c7ff.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2020.

CÉSAR, D. R. Robótica Pedagógica Livre e Artefatos Cognitivos na/para a construção do conhecimento. *In: SILVA, R. B.; BLINKSTEIN, P. Robótica Educacional*. Porto Alegre: Editora Penso, 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

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

PAPERT, S. **LOGO**: computadores e educação. SP: Brasiliense, 1985.

PIAGET, J. Criatividade. *In: VASCONCELOS, M. S. (org.) Criatividade: psicologia educação e conhecimento novo*. São Paulo: Moderna, 2001.

PIAGET, J. **Sobre a Pedagogia**: Textos inéditos. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia**. RJ: Forense Universitária, 1965.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **A Psicologia da Criança**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten**: Cultivating Creativity through Projects, Passions, Peers, and Play. Cambridge: MIT Press, 2017.

ROBOCUP JUNIOR. **OnStage Rules 2020**. Disponível em:
<https://junior.robotcup.org/onstage>. Acesso em: 07 ago. 2020

VASCONCELOS, M. S. **A difusão das ideias de Piaget no Brasil**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996.