

Deise Aparecida Peralta
(Org.)

Robótica & Processos Formativos

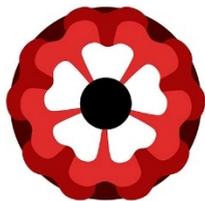
Da epistemologia aos kits



A robótica diz respeito a sistemas compostos por partes mecânicas controladas por circuitos elétricos. Na realidade, a robótica é atualmente uma das principais e mais relevantes vertentes no que se refere ao uso de tecnologias em ambientes de aprendizagem. Como explicitado nesta obra, o potencial pedagógico da robótica fomenta interlocuções entre multiplicidades de perspectivas, sejam elas de natureza epistemológica e/ou empírica: o hibridismo humano-máquina, a programação e o pensamento computacional, a educação inclusiva, políticas educacionais, teorias de aprendizagem, o cinema, as artes e a ludicidade em diversificados níveis de ensino. Celebremos as multiplicidades emergentes em projetos de robótica! A dimensão ontológica da robótica, que interessantemente problematiza o ser humano ao discutir fronteiras e limiares entre orgânico e maquinico ou natural e artificial, merece destaque. A invenção robótica enquanto proposta pedagógica fomenta o desenvolvimento de habilidades diversas, em múltiplas áreas. Além disso, fomenta o pensamento criativo enquanto subversão ao status quo curricular. Nós, ciborgues, nos transformamos qualitativamente a cada vez que uma criança nos surpreende ao produzir um sistema robótico, assim como quando um cineasta naturaliza uma realidade fictícia a uma experiência genuinamente estética. Celebremos as heterotopias da ficção científica da/na Educação Básica.



Robótica e Processos Formativos



SÉRIE Processos Formativos

Diretores da Série:

Prof. Dr. Harryson Júnio Lessa Gonçalves
(Unesp/FEIS)

Prof. Dr. Humberto Perinelli Neto
(Unesp/IBILCE)

Comitê Editorial Científico:

Prof. Dr. Adriano Vargas Freitas
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Prof. Dr. Alejandro Pimienta Betancur
Universidad de Antioquia (Colômbia)

Prof. Dr. Alexandre Pacheco
Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

Prof.^a Dr.^a Ana Clédina Rodrigues Gomes
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Braz Dias
Central Michigan University (CMU/EUA)

Prof.^a Dr.^a Ana Maria de Andrade Caldeira
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(UNESP)

Prof. Dr. Antonio Vicente Marafioti Garnica
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(UNESP)

Prof. Dr. Armando Traldi Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
(IFSP)

Prof.^a Dr.^a Deise Aparecida Peralta
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(UNESP)

Prof. Dr. Eder Pires de Camargo
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(UNESP)

Prof. Dr. Elenilton Vieira Godoy
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Prof. Dr. Elison Paim
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Dr. Fernando Seffner
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. George Gadanidis
Western University, Canadá

Prof. Dr. Gilson Bispo de Jesus
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Prof. Dr. João Ricardo Viola dos Santos
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)

Prof. Dr. José Eustáquio Romão
Universidade Nove de Julho e Instituto Paulo Freire (Uninove e IPF)

Prof. Dr. José Messildo Viana Nunes
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Dr. Klinger Teodoro Ciriaco
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)

Prof.^a Dr.^a Lucélia Tavares Guimarães
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS)

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Prof.^a Dr.^a Márcia Regina da Silva
Universidade de São Paulo (USP)

Prof.^a Dr.^a Maria Altina Silva Ramos
Universidade do Minho, Portugal

Prof.^a Dr.^a Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)

Prof.^a Dr.^a Olga Maria Pombo Martins
Universidade de Lisboa (Portugal)

Prof. Dr. Ricardo Cantoral
Centro de Investigación e Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav, México)

Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Paziani
Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Prof. Dr. Vlademir Marim
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Robótica e Processos Formativos

Da epistemologia aos kits

Organizadora:

Deise Aparecida Peralta



Diagramação: Marcelo A. S. Alves

Capa: Carole Kümmecke - <https://www.behance.net/CaroleKummecke>

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.



Todos os livros publicados pela Editora Fi estão sob os direitos da Creative Commons 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR



Associação Brasileira de Editores Científicos

<http://www.abecbrasil.org.br>

Série Processos Formativos — 7

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

PERALTA, Deise Aparecida (Org.)

Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits [recurso eletrônico] / Deise Aparecida Peralta (Orgs.) -- Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019.

272 p.

ISBN - 978-85-5696-729-9

Disponível em: <http://www.editorafi.org>

1. Ensino; 2. Tecnologia; 3. Epistemologia; 4. Robótica; 5. Educação; 1. Título.

CDD: 371

Índices para catálogo sistemático:

1. Professores, métodos e disciplinas

371

Para você, um robô é um robô. Engrenagens e metal; eletricidade e pósitrons. Mente e ferro! Feitos pelo homem! Caso necessário, destruí-los pelo homem! Mas você não trabalhou com eles, de modo que não os conhece.¹

[Então como dizê-lo?]

-Dra Susan Calvin², robopsicóloga, U.S. Robots and Mechanical Men, Inc.

¹ ASIMOV, I. **Eu, robô**. São Paulo: ALEPH, 2014, p.

² Personagem de Isaac Asimov do livro *Eu, robô*.

Pois qual o valor de todo o nosso patrimônio cultural, se os processos formativos não o vinculam a nós?³

Walter Benjamin

Epistemologicamente, nós não sabemos. Podemos somente conjecturar. ⁴

Karl Popper

³ BENJAMIN, W. Experiência e Pobreza in: **Obras Escolhidas: magia e técnica, arte e política**. São Paulo: Brasiliense, 1994. p.115.

⁴ POPPER, K. R. **La miseria del historicismo**, Madrid, Alianza, 1973, p. 223. (Edição original de 1944).

Sumário

Prefácio	13
Robóticas Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva	
1.....	15
Reflexões filosóficas em tecnologia para um pensar dialético: do encantamento à profanação Paulo Gabriel Franco dos Santos	
2	31
Robótica educacional: do conceito de robótica aplicada à concepção dos kits José Pacheco de Almeida Prado; Gustavo Morceli	
3	59
Sobre educação especial e as possibilidades de mediação assistiva da robótica Luciano Cássio Lugli	
4	83
Robótica na educação infantil na perspectiva das interações e brincadeiras Andrea Braga Moruzzi; Giovana Alonso	
5	109
Programando e brincando: robôs, crianças e culturas da infância Deise A. Peralta; Thais P. Postingue; Andrew Felipe S. Souza; Flavio Augusto L. Taveira	
6	143
Robótica educacional nos anos iniciais do ensino fundamental e no ensino médio e técnico João Vilhete Viegas d'Abreu; Cintia Kimie Aihara	
7	171
Robótica educacional, processos criativos e visualidades Rosângela Matias	
8	193
A robótica educacional e o seu emprego no ensino superior: um estudo do caso do IFPB Ademar Gonçalves da Costa Junior	
9	219
Robótica educacional: de uma experiência curricular à gestão da universalização em uma rede municipal de ensino Luiz de Sousa Junior; Tiago Pereira do Nascimento	
10.....	245
Robótica educacional e as “competições” Rafael Aroca; Daniele Bonício; Cintia Aihara; Sarah Sá; Tatiana Pazelli	
Apêndice.....	271

Prefácio

Robóticas

*Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva*¹

A robótica diz respeito a sistemas compostos por partes mecânicas controladas por circuitos elétricos. Na realidade, a robótica é atualmente uma das principais e mais relevantes vertentes no que se refere ao uso de tecnologias em ambientes de aprendizagem. Como explicitado nesta obra, o potencial pedagógico da robótica fomenta interlocuções entre multiplicidades de perspectivas, sejam elas de natureza epistemológica e/ou empírica: o hibridismo humano-máquina, a programação e o pensamento computacional, a educação inclusiva, políticas educacionais, teorias de aprendizagem, o cinema, as artes e a ludicidade em diversificados níveis de ensino. Celebremos as multiplicidades emergentes em projetos de robótica!

A dimensão ontológica da robótica, que interessantemente problematiza o *ser humano* ao discutir fronteiras e limiares entre orgânico e maquínico ou natural e artificial, merece destaque. A invenção robótica enquanto proposta pedagógica fomenta o desenvolvimento de habilidades diversas, em múltiplas áreas. Além disso, fomenta o pensamento criativo enquanto subversão ao *status quo* curricular. Nós, ciborgues, nos transformamos qualitativamente a cada vez que uma criança nos surpreende ao produzir um sistema robótico, assim como quando um cineasta naturaliza uma realidade fictícia à uma experiência genuinamente estética. Celebremos as heterotopias da ficção científica da/na Educação Básica.

¹ Doutor em Education Studies pela University of Western Ontario (2012), (Western University), do Canadá. Professor Assistente Doutor do Departamento de Educação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus São José do Rio Preto, SP (IBILCE). scucugliaricardo@gmail.com

A transdisciplinaridade característica da robótica perpassa sobre a complexidade da computação. É importante considerar que o advento da computação está relacionado ao estudo de técnicas, métodos e instrumentos que automatizam processos visando o desenvolvimento de soluções (de problemas). O ábaco, por exemplo, pode ser considerado um instrumento computacional. Contudo, a noção contemporânea de computação tem sua gênese associada ao conceito de *números computáveis*, proposto por Alan Turing na década de 1930. O trabalho de Turing foi concebido sob influência dos teoremas propostos por Gödel acerca da incompletude/indecidibilidade e influenciou diretamente a construção de computadores que, dentre outros aspectos relacionados à crises de fundamentos da matemática, permitiram a demonstração do Teorema das Quatro em Cores em meados década de 1970. Necessariamente, aprimoramentos acerca da linguagem de programação, da eletrônica e da criptografia fomentam e são fomentados pela computação.

Os trabalhos de Seymour Papert no MIT acerca do LOGO e da teoria denominada *construcionismo* são um marco fulcral na história da robótica. Na realidade, a presente obra explicita de maneira muito interessante variedades de teorias e conceitos relacionados à aprendizagem como a *metodologia da mediação dialética*. Além disso, os ambientes imersivos voltados a experimentação e o fazer construtivo conduzido por alunos em atividades de robótica caracterizam o aprendiz enquanto *maker* e evidenciam o papel das tecnologias na produção de significados e conhecimentos. Utilizando os termos de Pierre Lévy, podemos dizer que alunos-tecnologias constituem coletivos pensantes e inteligências coletivas em ambientes de aprendizagem baseados em robótica.

A cultura *maker*, legitimamente voltada a inovação tecnológica e curricular, fomenta o pensamento crítico e criativo e a práxis, oferece acesso e familiarização ao uso de tecnologias, promove o engajamento efetivo de alunos na realização de tarefas e potencializa o interesse à resolução de problemas. Convido, nesse sentido, os leitores a apreciarem e celebrarem esta obra!

Reflexões filosóficas em tecnologia para um pensar dialético: do encantamento à profanação

*Paulo Gabriel Franco dos Santos*¹

Introdução

Consideremos o contexto do filme *Metropolis* (1927)²: uma sociedade distópica, hierarquizada, marcada pelo trabalho fabril e altamente mecanizado, por diferenças sociais concretas, permeada por máquinas e robôs humanoides que atendem aos interesses especialmente do grupo dominante e que provocam encantamento e pavor. Este é o cenário da tecnologia futura possível para abstração permitida pelo espírito da época. Em *Metropolis* a sociedade é nitidamente dividida: os beneficiados da chamada “Revolução das Máquinas” encontram-se em posição privilegiada, na superfície, onde gozam de privilégios como o acesso a bens culturais, práticas esportivas e dos prazeres no milagre do Jardim Eterno; na contramão dos privilégios, os trabalhadores vivem em uma cidade subterrânea, muito abaixo da superfície. Os sujeitos pertencentes a cada mundo, dramaticamente distinto, hierarquizado e cindido do outro, são alienados à outra realidade. O filme apresenta os trabalhadores abaixo da superfície com movimentos automáticos, robotizados, periódicos, sincronizados, sem esboçar em seus rostos expressões de alegria ou tristeza, mas

¹ Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – campus de Bauru. Professor adjunto da Universidade de Brasília, campus de Planaltina, atuando na área de Educação e Linguagem. paulogabriel22@gmail.com.

² METROPOLIS. Direção de Fritz Lang. 1927. (153 min.), son., P&B.

afigura-se um olhar distante e vazio, como se estivessem sempre em estado de espera pelo momento de trabalho para ordenar suas vidas conforme a dinâmica repetitiva e constante das máquinas. Os trabalhadores da superfície, por sua vez, também são tomados por movimentos repetitivos, porém com variações e expressões faciais compostas pelos acontecimentos do dia a dia como cansaço, torpor ou surpresa.

A sublime criação tecnológica, um robô humanoide batizado de Homem-Máquina, concebido em homenagem à *Hel*, esposa do grande mentor de *Metrópolis*, que morreu dando à luz ao seu filho, advém da dificuldade de superação de sua morte por um brilhante inventor. Entram em cena elementos de brilhantismo e tecnologia como supressão ou preenchimento da falta. *Hel* é a efetivação da promessa da criação do Homem-Máquina, cujo destino é se tornar cada vez mais indistinguível de uma pessoa qualquer. O Homem-Máquina, que seria projetado para o bel-prazer do seu criador, passa a assumir uma função política quando, por forças do poder do mentor de *Metropolis*, é desenvolvido idêntico à líder de uma organização clandestina de trabalhadores. A narrativa despe o robô de uma possível neutralidade (artefato por si) ao revelar as intencionalidades de sua concepção, bem como destacar como um dos pontos-chave a busca por dá-lo a imagem de Maria, líder da organização dos trabalhadores.

A narrativa vai se desenvolvendo

Na mesma tônica das distopias e/ou das ficções científicas, Aldous Huxley, Isaac Asimov, Steven Spielberg, os irmãos Wachowski, James Cameron têm encantado, intrigado, problematizado e convidado leitores e telespectadores à abstração e à reflexão sobre relações entre a sociedade e as máquinas, o ser humano e o aparato, o fabricante ou o idealizador e o produto. Seja com intenções evidentemente críticas e de denúncias ou simplesmente pelo encantamento, a arte provê possibilidades de pensarmos nossa época e nossa relação com o mundo que talvez as nossas formas

educacionais formais ou nossa formação cultural ainda não alcançam espontaneamente.

Partimos do ambiente e das imagens em movimento oferecidas por *Metropolis* para criar uma atmosfera daquilo que pretendemos discorrer neste texto. De fato, elementos como a admiração, o encantamento, a relação das máquinas com estruturas de poder, a produção tecnológica no seio de uma sociedade marcada por contradições e exploração, se tornam caros quando decidimos refletir sobre robótica no âmbito da modernidade, como, por exemplo, seu estatuto de “inovação tecnológica” ou de “futuro tecnológico”, para então delinear minimamente o campo tenso e conflituoso no qual se inscrevem propostas de ensino *de, sobre e com* tecnologia, incluindo o ensino *de, sobre e com* robótica. Com isso não temos a pretensão de boicotar de antemão propostas dessa natureza, ao contrário, a intenção principal é participar deste empreendimento provendo elementos para a crítica e autocritica dessas proposições. Compreendendo a robótica como um dos aspectos distintivos da tecnologia de nossa época, seu ensino se justifica plenamente como um compromisso com o tempo-agora, como nos convocava Walter Benjamin (BENJAMIN, 2012) e, precisamente, por tratar-se de um empreendimento humano, historicamente determinando e dialeticamente determinante, justifica-se também a demanda pela crítica e por um pensar dialético.

A alienação acerca dos aspectos conceituais e das possibilidades concretas da robótica veste o conceito de encantamento, uma entidade mística de onde provém grandes inventos, complexos dispositivos, ao qual também associa-se temor, assombro e espanto. Agregado à ideia, e não como entendimento do conceito, há uma composição futurista, ficcional, cinematográfica e o encantamento produzido pelo próprio conceito.

Convém aqui apresentar algumas problemáticas referentes à reflexão filosófica sobre a robótica, não com o intento de esgotá-las, mas a título de apresentar as dimensões do campo que se amplia quando nos dedicamos a este objeto:

Problemática do utilitarismo que dispõe ao debate a produção de dispositivos para maximizar o bem-estar, sofisticar as ações humanas sobre o mundo (extensão dos sentidos, da mobilidade e da ação à distância) priorizando demandas em uma perspectiva unilateral e a problemática da utilização, isto é, da tomada da robótica a partir das possibilidades e vantagens de uso, sem incluir também os riscos e contradições que residem na relação humano-máquina.

Problemática da autonomia que provém de um debate entre filósofos e roboticistas acerca da autonomia entre criaturas orgânicas e artificiais, sendo que, a partir do ponto de vista da robótica, a autonomia diz respeito ao desempenho independente das tarefas (interpretação técnica), na perspectiva filosófica, a autonomia diz respeito à capacidade de definir as metas e objetivos por si mesmo e, em uma tentativa de aproximação, a problemática poderia se delinear como o que torna os objetivos de algo/alguém genuinamente próprios (HASELAGER, 2005).

Problemática dos princípios éticos que abarca o debate sobre a conveniência da extensão da ética humana aos dispositivos baseados em inteligência artificial que mobiliza considerações sobre princípios gerais sob os quais são definidos comportamentos e ações (filosofia) e sobre a elaboração de um raciocínio ético ou robôs éticos por si mesmos, considerando os benefícios desses sistemas (robótica) (GIPS, 1994).

Problemática da relação com a sociedade e cultura. De alguma forma, todas as problemáticas anteriores redundam em temáticas concernentes à relação entre robótica, inteligência artificial, tecnologia e a organização social, comportamentos, intencionalidades, formação cultural, estruturas de poder e de dominação. Desde o contexto de elaboração, *design* e produção, passando pelo aspecto da compreensão, esferas de decisão e ensino, até o âmbito da utilização e aplicação, a relação entre a robótica e a sociedade e a cultura apresentam problemáticas de diversas ordens que se direcionam para a definição do programa tecnológico moderno e seu (des)alinhamento ao projeto de sociedade, seja o que se pretende transformar ou que se busca construir.

A admiração, o encantamento e os (des)caminhos do esclarecimento

A admiração revela-se íntima ao processo do devir humano e sua relação com os produtos decorrentes da sua ação sobre a natureza. Álvaro Vieira Pinto (VIEIRA PINTO, 2005) apresenta que a humanidade sempre esteve admirada, assombrada, com os feitos de sua época. O autor destaca que o estado de maravilhamento diante das proezas técnicas deve-se principalmente pela consciência ingênua daqueles que estão à margem do processo produtivo e, portanto, não se sentem pertencidos ou apropriados do que a própria humanidade produz, se encantando pelos feitos que vêm do centro para a margem.

O homem maravilha-se diante do que é produto seu porque, em virtude do distanciamento do mundo, causado pela perda habitual da prática de transformação material da realidade, e da impossibilidade de usar os resultados do trabalho executado, perdeu a noção de ser o autor de suas obras, as quais por isso lhes parecem estranhas (VIEIRA PINTO, 2005, p. 35).

As condições de produção em uma sociedade marcada por contradições concretas reproduz-se nas condições de apropriação e produz um abismo entre os que estão em posição central em pleno gozo da técnica produtiva e dos produtos tecnológicos e os que estão à margem que se maravilham diante daquilo que está distante, contentando-se com o que já está em estado de vulgarização, obsolência, apesar de ainda conservar em si o encanto da engenhosidade e o estatuto de novidade para determinadas condições sociais e culturais.

Não é raro nos depararmos com a justificativa de que estamos vivendo em plena era tecnológica, ou que a nossa é uma civilização tecnológica. Vieira Pinto (2005), porém, alerta para a natureza ideológica desta afirmação. Sob o guarda-chuva da “era tecnológica” não cabem todos. Esse movimento totalizante do espírito tecnológico como agenda global e geral atropela as contradições por sua natureza abstrata e desconsidera que a capacidade produtiva, a participação em esferas de decisão, as condições de acesso e de

utilização variam drasticamente de um país para outro, de uma região para outra. Em um movimento do centro para as margens, os beneficiados da “era tecnológica” sustentam o estandarte totalizante e abstrato como manutenção de suas benesses e do estado de maravilhamento. O autor destaca que em cada período histórico a humanidade experimentou a sua “era tecnológica”, seja no período da pedra lascada, dos grandes impérios ou na modernidade, o ser humano, na sofisticação de técnicas para o seu domínio sobre a natureza, alcançou patamares tecnológicos possíveis para seu período, alinhados com as demandas sociais, culturais e de produção de cada período. É certo dizer que vivemos saltos qualitativos e quantitativos, essencialmente porque partimos do historicamente já construído e, modificando as organizações sociais, as demandas dos povos, a organização do trabalho, foram modificadas também as formas e conteúdos das ações humanas sobre a natureza, buscando dominá-la e adequá-la às necessidades. Portanto, não somos os eleitos à era tecnológica, mas constituímos a nossa com suas marcas próprias, relacionada, por exemplo, à tecnologia da informação, computação e inteligência artificial.

A demanda de Vieira Pinto (2005) pela constituição de um movimento da margem para o centro também se traduz como passagem da consciência ingênua para a consciência crítica, sustentada por um pensar dialético, com conteúdo histórico e de análise das condições concretas. A tendência ao maravilhamento suscitado pela evocação a uma suposta era tecnológica encontra seu desencantamento pela via do pensamento dialético, da análise concreta, da exposição e aprofundamento na análise das contradições, da historicização.

A questão da admiração, sob a perspectiva do encantamento, também compõe boa parte da obra *Dialética do Esclarecimento*, de Adorno e Horkheimer. Para os autores, “o esclarecimento tem perseguido sempre o objetivo de livrar os homens do medo e de investi-los na posição de senhores” (ADORNO; HORKHEIMER, 1985, p.17) . Como estatuto do período das luzes que vem iluminar a humanidade e livrá-la das formas místicas, da imaginação, em nome do calculado e do formalismo lógico, o esclarecimento

assume a missão de desencantar. Porém o próprio esclarecimento erigido na modernidade, calçado na lógica formal como escola de unificação, encantou-se por si mesmo, tornou-se ele mesmo uma forma mistificada cuja razão, seu grande estandarte, perde sua potência de negação e crítica. Daí a dialética do esclarecimento: os mitos que pretendiam relatar, dizer sobre as origens, explicar e expor caem por terra pela ação do esclarecimento, mas também se tornam produto deste mesmo esclarecimento, que no intento de sobrepor o sujeito ao objeto, em um movimento totalizante do saber, aliena-se dos próprios elementos que se encontram no campo deste poder e sucumbe seduzido pela dominação aparente da natureza.

Admirar e se encantar, assombrar-se e se maravilhar, respondem aos antigos ecos de uma natureza não totalmente dominada, que não se livrou dos mitos, mas os ressignificou. Os riscos do ufanismo estão no esvaziamento do conteúdo, na tendência em absolutizar as benesses e impor à tecnologia o campo do abstrato. Por outro lado, a sua demonização, que ganha forma na medida em que reconhece a tecnologia como risco, como potente aniquiladora da vida, da cultura e das relações sociais, como um risco à tradição e não como parte do devir humano, também representa um polo da contradição. A via formativa que encontramos, então, assume a dialética como perspectiva de análise dessas contradições, não para encontrar um meio termo, mas para submeter a tecnologia/robótica a uma análise de sua manifestação concreta, reconhecendo os movimentos provenientes das contradições e, então, buscando vias de resolvê-las, avançar no desenvolvimento de uma consciência crítica e da organização de uma sociedade justa e livre de suas formas opressoras e violentas, com a ciência e tecnologia plenamente alinhadas ao processo de superação e não de sua manutenção.

Por uma perspectiva dialética

Façamos um exercício de reconhecimento de polaridades facilmente observadas ao examinarmos análises e posicionamentos acerca do estatuto

da tecnologia na nossa sociedade. Nestas construções há o reconhecimento do potencial de criação e do potencial destrutivo, da capacidade de preservar e como causa da degeneração, da tecnologia como revelação do nível do desenvolvimento humano e como processo retrocessivo de condenação de si, de redenção e de danação, de libertação e de dominação, e por aí se estende os destaques às dicotomias. O que se nota é uma tendência ao ufanismo ou à demonização da tecnologia. Isso também é marca distintiva dos entendimentos de senso comum sobre os feitos tecnológicos, advindos de análises apressadas e ingênuas.

Ao reivindicarmos um pensar dialético para o empreendimento tecnológico, não ignoramos as dicotomias, mas a tomamos a partir de uma perspectiva de contrários, de teses e antíteses, reconhecendo no contrário não um oposto absoluto, uma exclusão, mas, como apresenta Lefebvre (1991), como inclusão plena e concreta destas oposições uma na outra, elaboração de uma unidade e também uma exclusão ativa. Assim se delinea a *Lei da unidade dos contraditórios* do método dialético. Em outras palavras, no método dialético, não é suficiente dizer que há contradições, oposições, mas “busca captar a ligação, a unidade, o movimento que engendra os contraditórios, que os opõe, que faz com que se choquem, que os quebra ou os supera” (p. 238). Na lógica dialética, entre os contrários há movimento. O exercício então é penetrar nessas contradições, reconhecer sua estrutura, seus movimentos, a fim de revelar o seu conteúdo concreto, sua manifestação e existência na sociedade, a fim de buscar resolvê-las. Esses contrários assim não devem repousar sobre uma elaboração abstrata, como se a contradição fosse a essência da existência da sociedade atual, mas deve tomada a partir de sua concretude.

Para além da *Lei da unidade dos contraditórios*, o método dialético, de acordo com Lefebvre (1991), constitui-se por outras leis universais com aplicação no particular. A saber: *Lei da Interação Universal* que nega que algo se dê isolado e, portanto, reivindica-se a análise de um fenômeno buscando suas conexões com os demais fenômenos e suas manifestações na realidade; *Lei do Movimento Universal* que, na busca por penetrar além do

véu do aparente, da superfície, alcança o movimento profundo, essencial, que se constitui de um movimento próprio (interno) e de um movimento externo, o do devir universal; *Transformação da Quantidade em Qualidade*, também chamada de lei dos saltos, que reconhece uma simultaneidade entre continuidade do movimento profundo (devir) e a descontinuidade com o aparecimento de algo novo, do fim do antigo, que se opera nos momentos de transformações das situações de crise; *Lei do desenvolvimento em espiral*, ou também da superação, que ao se retornar àquele momento ou fenômeno superado, já se está acima, com condições de analisá-lo e dominá-lo, elevando-o de nível e libertando-o de seus limites. Em síntese, são leis de análise do movimento.

O conceito de dialética que até agora advogamos para estas reflexões, bem como para constituir uma agenda para o debate e proposições acerca da tecnologia, alinha-se à perspectiva materialista, ainda que reconheçamos a influência da perspectiva idealista em algumas produções que trazemos para compor nosso campo de discussão. Nesse sentido, consideramos que as reflexões de Álvaro Vieira Pinto seja sobre o conceito de tecnologia ou estatuto do empreendimento tecnológico na sociedade (e, portanto, aspectos da concretude do fenômeno), com os distanciamentos e aproximações da perspectiva materialista que não compete agora o dispendioso exercício de análise e comparação, parecem bastante pertinentes e isso se justifica justamente pela dedicação deste autor em destacar contradições, oferecer elementos para a crítica e para a construção de um projeto de sociedade a partir de sua compreensão e sentido de transformação, o que nos parece relevante para pensarmos a agenda do pensamento dialético para o reconhecimento e superação das dicotomias, tomando-as a partir de seu movimento. Entendemos essa afinidade eletiva como seleção de recursos para a sustentação de nossa argumentação contra as tendências ingênuas da sacralização e da demonização da tecnologia que se manifestam setorizadas como formas opostas e excludentes.

Ao tratar da cibernética, Vieira Pinto (2005), destaca o equívoco do ineditismo da transformação cultural causada por essa nova ciência, a

sensação de virada de página que tomou a sociedade. Em verdade, não há uma virada de página quando as condições de produção, as contradições profundas de uma sociedade seguem dando a tônica do seu dever. Há, de fato, uma incompreensão do maquinismo acompanhada de um encantamento pelas suas realizações práticas, o que reitera o que já vimos destacado sobre a espírito de assombro, espanto e maravilhamento que, em verdade, são reiterados porque sempre este estado esteve presente na história da humanidade diante das portentosas realizações ao longo do processo de transformação da natureza pelo ser humano.

A perspectiva dialética traçada por Álvaro Vieira Pinto apresenta a possibilidade de uma tomada da origem de um produto cultural, como o é a ciência e técnica, ao mesmo tempo, a partir de um ponto de vista relativo e absoluto: “Relativa [a origem] porque depende de todas as realizações precedentes, cada uma das quais foi em seu tempo uma origem; e absoluta, porque cada qual diferencia-se das anteriores por traços distintivos e irrepetíveis, a saber o modo como aproveita o caráter relativo que possui, os determinantes sobre os quais se funda” (PINTO, 2005, p. 10).

A partir da visada dialética, algumas contradições se avultam: o evidente desalinhamento entre o poderoso progresso científico e seus instrumentos igualmente potentes a serviço da humanidade e as condições sociais onde isso ocorre de maneira desigual e aparentemente impotente na resolução de grandes problemas de ordem prática. Não há surpresas nessa contradição quando a nossa sociedade é a sociedade da carência na abundância, da falta no excesso. (BECK, 2011). De fato, a produção a serviço da ordem vigente atua como conservação do estado das coisas sob a justificativa da preservação das condições de produção dos grandes feitos, ou a serviço da transformação, impulsionando nova etapa do progresso da razão, alavancando um movimento de mudança de percepção da realidade e evolução da consciência social, sob o espírito de inovação inspirado pelo momento das realizações técnicas. Conservar, nesse sentido, aceita uma evolução da consciência social desde que sem grandes saltos ou rupturas. (VIEIRA PINTO, 2005).

No âmbito da Teoria Crítica da Tecnologia, Feenberg (1999) apresenta que a tecnologia é o médium da vida diária e que as mudanças técnicas reverberam nos âmbitos político, econômico, religioso e cultural, o que implica a necessidade de entendermos os domínios sociais e técnicos como unidade que compõe a existência humana e define os caminhos de uma sociedade que se quer democrática.

Para demarcar o seu posicionamento e fundamentos sobre a concepção de Tecnologia, Feenberg (1999) propõe um quadro (Quadro 1) comparativo das diferentes concepções identificadas por ele.

Quadro 01: Variedades de teorias acerca da Tecnologia

TECNOLOGIA é	Autônoma	Humanamente controlada
Neutra (Separação completa entre meios e fins)	Determinismo (Por exemplo, o marxismo tradicional)	Instrumentalismo (Fé liberal no progresso)
Carregada de valores (Os meios formam um modo de vida que inclui os fins)	Substantivismo (Meios e fins ligados em sistemas)	Teoria crítica (Escolha de sistemas meios-fins alternativos)

Fonte: Feenberg (1999)

Segundo o autor (FEENBERG, 1999), de modo muito sintético, as teorias diferem entre si pelo papel concedido à ação humana no âmbito da técnica e a neutralidade dos meios técnicos. O seu posicionamento alinhado à perspectiva da Teoria Crítica deve-se à recusa da perspectiva neutra apresentada pelo determinismo e pelo instrumentalismo, sendo que o determinismo minimiza o poder humano de controlar os meios técnicos e o instrumentalismo assume uma posição ufanista da tecnologia como redentora, depositando na ideia de processo da técnica a tradução do progresso humano.

O substantivismo, por sua vez, compartilha o mesmo ceticismo determinista em relação ao agir humano, mas nega a tese da neutralidade. Já a Teoria Crítica da Tecnologia afirma a centralidade do agir humano enquanto rejeita a neutralidade da tecnologia. Nesta perspectiva, meios e fins estão ligados de forma sistêmica e sujeitos ao nosso controle final.

Assim, partindo da premissa que a tecnologia constitui a estrutura social moderna, Feenberg (1999) afirma que o poder tecnológico alinhado à estrutura sistêmica do capital se apropria do controle e administração das atividades sociais e individuais de modo que seja possível dizer que os objetos técnicos também são objetos sociais. Trata-se, me arrisco, de uma dialética da feitura - a tecnologia é desenvolvida a partir de interesses e condicionantes sociais e culturais, enquanto o ser humano se constitui em um contexto tecnológico que é constituído por interesses que nem sempre se alinham às suas necessidades: eis um importante elemento contradição.

Tanto para Álvaro Vieira Pinto, quanto para Andrew Feenberg, não há neutralidade no empreendimento tecnológico e nos meios técnicos, o fazer carrega consigo a marca distintiva do feitor, ou sua racionalidade imperante, daí que se desdobra a necessidade de encarar a tecnologia a partir de um ponto de vista crítico, não determinista e não ufanista.

A robótica enquanto campo de conhecimento, representa esforços para definir lógicas, agendas, justificativas para a produção de artefatos, dispositivos e sistemas técnicos que mobilizam diretamente o campo da computação, da inteligência artificial e do *design*. Enquanto ideia, ou seja, entidade percebida social e culturalmente a partir dos discursos, da sua difusão, das possibilidades práticas que anuncia, se constitui por um corpo sincrético susceptível à aceções fantasiosas e fetichistas. Seja como for, há sempre o risco da tomada a partir de um viés idealista, ufanista, de abstração generalista. Há que se tomá-la a partir do concreto: o futurismo que ela representa, e é portavoiz, é um estandarte que se constitui no hoje, tempo este em que vivemos e nos relacionamos com seus produtos. Não que a projeção seja um problema, mas que se orientar por um canto sedutor que retrocede do futuro para nos chamar a marchar ao seu encontro para suspeito.

Afirmar que a inteligência artificial é uma marca fundamental da tecnologia da nossa época é insuficiente, inclusive incorre em aceitação passiva. É preciso sempre escapar dos riscos da abstração por ela mesma e submeter a ideia ou o fenômeno ao crivo do concreto. Quais são as demandas da nossa época que requerem o desenvolvimento da inteligência

artificial? Em quais espaços e contextos os dispositivos desenhados sob esta lógica estão sendo projetados, distribuídos e utilizados? Quais são os limites práticos da inteligência artificial na vida moderna? Como ocorre a extensão da ética humana à lógica de produção dos dispositivos dotados de inteligência artificial? Em existindo essas extensões de normas, valores e comportamentos humanos, como funcionam os sistemas de monitoramento, vigilância e controle? Os questionamentos se estendem na medida em que aprofundamentos a análise a partir da percepção das contradições inerentes ao artefato e ao seu contexto de produção e elaboração.

Márcio Seligmann-Silva, ao prefaciá-lo livro *O mal-estar na cultura* (FREUD, 2017), nos oferece uma pista interessante de agenda frente a tecnologia ao refletir sobre o seu papel na alimentação da ambiguidade entre a tendência à construção de blocos culturais, em um impulso conservativo de aglomeração (Eros), e tendência à destruição e aniquilamento (Ananke) que, sob o signo da culpa e da culpabilização, tem tecido a trama da chamada globalização: “Cabe a todos nós auxiliar na construção de técnicas positivas de aprimoramento da vida cultural – apesar do mal-estar que lhe é próprio” (p. 37).

Robótica na escola: o encanto arriscado e a busca pelo alinhamento com o espírito da época

Vivemos em plena era tecnológica! Se a partir de Álvaro Vieira Pinto não podemos olhar esse argumento sem estranhamento, é também verdade que esta expressão revela uma demanda legítima: a de que a educação deve se incumbir da tarefa de se apropriar da agenda tecnológica do nosso tempo, da nossa época tecnológica, com suas particularidades e contradições. As justificativas, formas e conteúdos dessa apropriação devem permanecer em estado de suspeição, justamente pela tendência orientada pelo ufanismo e por uma perspectiva de progresso esvaziada de historicidade e de problematização. Seja pela revelação ou pela ocultação de terminados elementos, pela forma como se apropria e manuseia um artefato produzido pela

humanidade, pelo suporte ou não de uma agenda de crítica, problematização e discussão, as racionalidades que orientam o ensino *de, sobre e com* tecnologia vão elaborando seu estatuto tecnológico – e de humanidade e formação humana – e imprimindo nas práticas pedagógicas o exercício ou de manutenção ou de desmistificação e estranhamento.

O argumento em favor do pensar dialético assenta-se justamente na superação dessa dicotomia entre ufanismo e demonização pela via da tomada dos fenômenos a partir de sua manifestação concreta, superando generalizações abstratas e conceituações absolutas. Essa “tomada dialética”, que também pode ser entendida como uma análise das contradições e do movimento, vai se constituindo deste o nível epistêmico, de organização do conhecimento sobre robótica, inteligência artificial, ciência, tecnologia, sociedade e cultura, inclui o nível relacional, no qual se identifica os níveis de relações e interações entre os opostos, os fenômenos, os artefatos e seus usos, e encontra o nível concreto, das condições de apropriação, produção e utilização pela sociedade e no contexto educação.

O conceito de profanação (AGAMBEN, 2007), assim, articulado com a robótica educacional, nos alerta para o reconhecimento da potência mistificadora da robótica, do encantamento, para, a partir do delineamento dessa forma mística, elaborar os meios de trazê-la de volta à apropriação humana, ao seu lugar de produção, elaboração e utilização. Assim, a tríade de preposições (*de, sobre e com*) que optamos pelo uso ao nos referirmos à relação educacional e a tecnologia/robótica, justifica-se, no âmbito do que temos defendido, da seguinte forma: o Ensino de tecnologia/robótica representaria uma agenda formativa que prevê a apropriação conceitual e epistemológica, incluindo significados, relações, termos técnicos e possibilidades de aplicações; o Ensino sobre tecnologia/robótica também prevê a apropriação conceitual, com um esforço relacional e problematizador, que busca, para além do entendimento técnico, a compreensão da sua articulação com os sistemas sociais e culturais; o Ensino com tecnologia/robótica diz respeito à apropriação pela via da instrumentalização do ensino, com conteúdos procedimentais e técnicos, prevendo aprendizagens de

linguagens, estratégias e procedimentos para o manuseio, elaboração e sofisticação de artefatos. Em última instância, o ensino *de, sobre e com* tecnologia/robótica será tanto mais concreto, comprometido, coerente e inclusivo, quanto mais a racionalidade que o orienta estiver em marcha para a superação do instrumentalismo e do tecnicismo e se oriente do sentido da crítica, da tomada do tempo do agora, com as contradições marcadas em sua concretude e anuncie um formar contra as tendências do encantamento ilusório e de um progresso esvaziado de significado.

Referências

- ADORNO, T. W.; HORKHEIMER, M. **Dialética do esclarecimento**. Tradução Guido Antônio De Almeida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.
- AGAMBEN, G. **Profanações**. Tradução Selvino José Assmann. São Paulo: Boitempo, 2007.
- BECK, U. **Sociedade de risco: Rumo a uma outra modernidade**. Tradução Sebastião Nascimento. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.
- BENJAMIN, W. Sobre o conceito de história. In: **Magia e Técnica, Arte e Política: Ensaios sobre literatura e história da cultura - Obras Escolhidas - Volume 1**. 8. ed. São Paulo: Brasiliense, 2012. p. 241-252.
- FEENBERG, A. **Questioning technology**. London and New York: Routledge, 1999.
- FREUD, S. **O mal-estar na cultura**. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 2017.
- GIPS, J. Towards the ethical robot. In: FORD, K. M.; GLYMOUR, C.; HAYES, P. (Eds.). . **Android Epistemology**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1994.
- HASELAGER, W. F. G. Robotics, philosophy and the problems of autonomy. **Pragmatics & Cognition**, v. 13, n. 3, p. 515-532, 2005.
- LEFEBVRE, H. **Lógica formal lógica dialética**. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 1991.
- VIEIRA PINTO, Á. **O conceito de tecnologia. Volume 1**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

Robótica educacional: do conceito de robótica aplicada à concepção dos kits

*José Pacheco de Almeida Prado*¹

*Gustavo Morceli*²

Considerações iniciais

Ao longo deste capítulo iremos, inicialmente, entender a história dos kits de robótica educacional, ao passo que discutimos algumas das características físicas e lógicas desses kits e como essas características podem impactar nas salas de aula em que são utilizados.

É impossível dissociar a história da robótica educacional do histórico de aplicar conceitos de robótica à educação e da história dos kits para a montagem de robôs. Uma vez que este último tem tido um papel fundamental na disseminação e na aplicação desta tecnologia nas salas de aula do Brasil e do restante do mundo parece pertinente refletir sobre como essa história começou. Existem no mercado inúmeros produtos que se intitulam kits para montagem de robôs ou, simplesmente kits de robótica. Nosso interesse está naqueles que possam ser utilizados em atividades de ensino e aprendizagem como as descritas por Papert (1991), nós chamaremos esta categoria de produtos de Kits de Robótica Educacional.

¹ Doutor em Engenharia Elétrica pela POLI-USP. Diretor da PETE materiais didáticos e pedagógicos, São Carlos, Brasil. pacheco@pete.com.br.

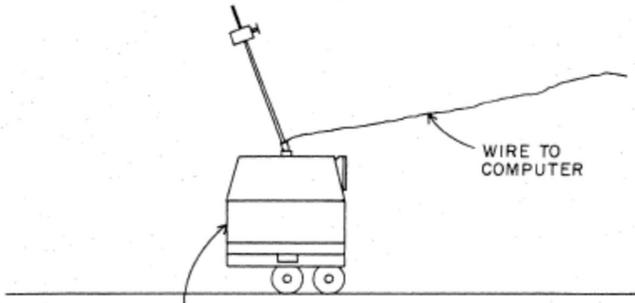
² Bacharel em Sistema de Informação pela FC-UNESP. Diretor da PETE materiais didáticos e pedagógicos, São Carlos, Brasil. gustavo@pete.com.br.

Como Papert (1991), acreditamos que as melhores experiências de aprendizado surgem quando os estudantes estão engajados em projetar e criar coisas, especialmente coisas que são significativas para eles ou para as pessoas ao seu redor. Se nosso objetivo é envolver as crianças em experiências de criação com significado para elas, então faz sentido que os kits de robótica educacional permitam a livre criação de dispositivos com significado para os autores. Neste sentido, estamos considerando que um kit de robótica educacional é um conjunto de peças estruturais associados a dispositivos eletrônicos e eletromecânicos, esses na maioria das vezes são simples motores de corrente contínua. Já os dispositivos eletrônicos podem ser diferentes tipos de sensores conectados a uma unidade de controle programável. Este kit deve permitir que estudantes construam e programem robôs autônomos em atividades de ensino e aprendizagem.

Os kits de robótica educacional têm se destinado a corroborar com as crianças na aquisição de conhecimentos em vários domínios, incluindo, por exemplo, STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática) e programação (KAZAKOFF; SULLIVAN; BERS, 2013). O uso desses kits também tem como objetivo melhorar as habilidades das crianças na resolução de problema, habilidades de raciocínio e habilidades sociais. (RUSK, 2008).

Faz mais de 40 anos que Seymour Papert e Cynthia Solomon publicaram, na revista *Educational Technology*, seu primeiro artigo público sobre a linguagem de programação LOGO: “*Twenty things to do with a computer*” (PAPERT; SOLOMON, 1971). Nesse artigo eles descreveram como as crianças poderiam programar computadores para controlar robôs, compor músicas, criar jogos, fazer desenhos e criar muitas outras atividades. Um esboço do robô utilizado pelos pesquisadores pode ser visto na Figura 01.

Figura 01: Esboço de robô tartaruga utilizado nas pesquisas de Papert e Solomon



Fonte: Papert e Solomon (1971)

Essas eram ideias muito além de seu tempo, na época os computadores ainda custavam dezenas de milhares de dólares e os primeiros computadores pessoais não seriam comercializados antes de 1975. (MARTINEZ; STAGER, 2013). No entanto, Seymour Papert previu que os computadores acabariam tornando-se acessíveis a todos, inclusive para as crianças. Em suas pesquisas ele procurava estabelecer os fundamentos intelectuais sobre como a computação poderia transformar a maneira como as crianças aprendem. Nos anos seguintes criou o conceito do Construcionismo e desenvolveu a linguagem de programação de computadores LOGO. Esses conceitos estão descritos em seu livro *“Mindstorms- Children, computers and powerful ideas”*. (PAPERT, 1980). Estavam lançadas as bases para a Robótica Educacional!

Nos anos 70, quando Seymour Papert previu que as crianças usariam computadores como instrumentos para aumentar a criatividade e a capacidade de aprendizagem, a ideia de um computador pessoal barato ainda era ficção científica. No entanto, o pesquisador sempre perseguiu esse ideal nas atividades que realizava com uma equipe de estudantes reunidos no MIT (abreviação na língua inglesa de Instituto de Tecnologia de Massachusetts). Estas pesquisas levaram a muitas inovações. Em seu laboratório crianças tiveram as primeiras chances de usar um computador para escrever e fazer gráficos para representar conceitos geométricos e matemáticos. A linguagem de programação LOGO foi concebida,

pesquisada e criada lá. Os primeiros dispositivos micro controlados para a robótica educacional surgiram nesse laboratório.

Figura 02: Papert com um de seus robôs que desenhou um peixe desenhado



Fonte: Papert (1980)

Essas pesquisas de Papert o tornaram mundialmente conhecido, mas a mudança de matemático para educador aconteceu anos antes. Foi no início da década de 1960, quando ele se impressionou com o fato dos computadores serem capazes de transformar complexos modelos matemáticos em artefatos concretos e manipuláveis como tabelas e gráficos. Isso mudou seu modo de trabalhar com a matemática. Seymour Papert experimentou a sensação de empolgação e de poder sobre um domínio que mantém as pessoas trabalhando noite adentro com computadores. Nessa época ele também trabalhou com Jean Piaget e sua equipe em Genebra. Papert conheceu Piaget, um dos seus autores preferidos, como professor na Sorbonne, onde se doutorou em matemática.

Após vários anos de trabalho com Jean Piaget, Papert foi convidado por Marvin Minsky para se juntar ao corpo docente do MIT. Foi durante seu primeiro dia no MIT que Papert começou a mexer com computadores e, nos anos seguintes, ele e Minsky colaboraram em um trabalho pioneiro no campo da inteligência artificial. Em 1968, o interesse de Papert em

aprender, matemática e computação levou à invenção da linguagem de programação LOGO junto com Cynthia Solomon, Wally Feurzig e outros. Numa época em que poucos adultos já tinham visto um computador, Papert procurava fazê-los para as crianças. (MARTINEZ; STAGER, 2013). Ele não só defendeu que as crianças usassem computadores, mas que elas deveriam fazer coisas com eles via programação. Em poucos anos a linguagem Logo se espalhou por todo o mundo, contrapondo-se a um modo de uso do computador na escola, baseado em softwares educativos que replicavam o lugar comum dos livros didáticos. Até hoje, as versões do LOGO, incluindo o *Scratch*, continuam sendo os ambientes de programação mais populares para crianças.

Seymour Papert foi considerado o principal especialista mundial no uso de tecnologia na criação de novas maneiras de aprender e de ensinar. Ele se inspirou e se associou com equipes de pesquisadores e profissionais de educação que realizaram projetos educacionais em todos os continentes. Ele estimulou e desenvolveu projetos em todos os ambientes: de aldeias remotas a grandes centros de pesquisa e inovação, passando por corporações globais e, até prisões. Podemos afirmar que Papert se dedicou, ativamente, à importantes iniciativas de inclusão das crianças no mundo digital. (PAPERT, 1988).

As contribuições de Papert vão além do campo da educação. Ele foi matemático e cofundador, com Marvin Minsky, do Laboratório de Inteligência Artificial no MIT e um membro do corpo docente fundador do MIT *Media Lab*. Papert colaborou por muitos anos com Jean Piaget na Universidade de Genebra na Suíça. Entre tantos outros projetos e parcerias estabeleceu conversas interessantes com o educador e filósofo brasileiro Paulo Freire sobre o papel do computador na escola, sua influência nos processos de ensinar e aprender, além de perspectivas do cenário educativo em novos tempos. Em um artigo para uma edição especial da revista TIME, sobre as principais mentes do século XX, Papert citou Jean Piaget e Paulo Freire. (PAPERT, 1999).

Construcionismo e a Robótica Educacional

De acordo com o que já expusemos, podemos dizer que a história dos kits de robótica educacional tem início a mais de quarenta anos com o surgimento da linguagem de programação logo e com as tartarugas robôs de Seymour Papert e Cynthia Solomon. (PAPERT; SOLOMON, 1971). Esses robôs tinham cerca de 40 cm de altura e estavam conectadas por cabos ao computador que as controlavam. Era neste computador que as crianças escreviam seus programas. Diferente dos microcomputadores que usamos hoje, o computador utilizado neste projeto pioneiro era grande e não podia ser levado para a sala de aula. O que não impediu Seymour Papert de visualizar o uso educacional dos computadores onde os estudantes poderiam explorar suas ideias criando os próprios programas em uma linguagem de programação adequada a eles.

Nos anos 80 os primeiros microcomputadores chegaram às escolas e a visão pedagógica de Papert começa a se tornar realidade. Neste momento Papert publica o livro “*Mindstorms- Children, computers and Powerful Ideas*” (PAPERT, 1980). Nessa obra ele apresenta uma nova abordagem pedagógica baseada em projetos: o Construcionismo, que defende que os estudantes devem construir modelos mentais para entenderem o mundo ao seu redor e o aprendizado acontece de maneira mais eficaz quando os estudantes são ativos na criação de objetos tangíveis no mundo real. O construcionismo fornece, inicialmente, fundamentação para a robótica educacional.

Em 1964 o pesquisador Marshall McLuhan (MCLUHAN, 1964) sugere que o advento da mídia eletrônica teria o mesmo impacto na cultura e na sociedade, como o teve a mídia impressa no século XIV. Pois, ao passarmos de uma cultura oral para uma cultura impressa nós mudamos de uma cultura baseada na memória para uma cultura impressa o que libertou o pensamento abstrato.

McLuhan (1964) argumenta ainda que a mídia eletrônica também mudaria a maneira como pensamos e percebemos nosso mundo. Papert

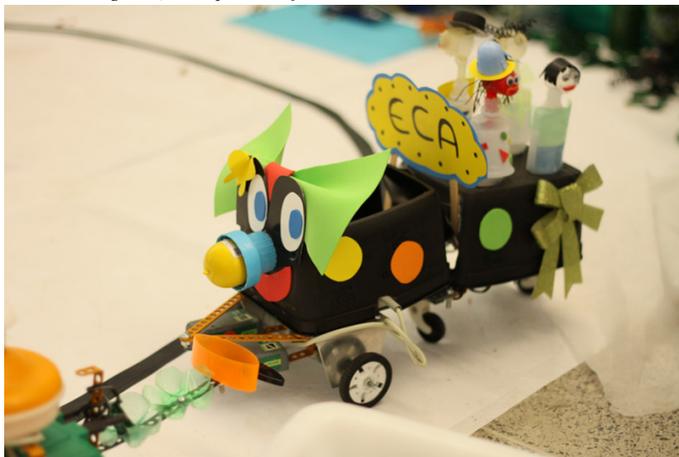
(1980) combinou o argumento de McLuhan (1964) com a teoria do desenvolvimento defendida por seu mentor, Jean Piaget. Na visão de Piaget as crianças devem criar as suas próprias experiências de aprendizagem (PIAGET; INHELDER, 1989). Papert (1980) foi além de Piaget ao sugerir, como fez McLuhan (1964), que a mídia eletrônica pode dar origem a novas formas de pensar. Ele argumentou que, com a nova tecnologia, as crianças poderiam criar seus próprios objetos que integrariam o mecânico com o eletrônico (PAPERT, 1986). Essas construções inventivas dão origem ao modelo de pensar que Seymour Papert chamou de Construcionismo. Ou seja, quando as crianças criam seus próprios objetos mecânicos/eletrônicos, criam uma experiência a partir da qual aprendem novos conceitos de espaço, tempo e causalidade. (PAPERT, 1999).

No Construcionismo os estudantes constroem modelos mentais para entender o mundo ao seu redor. O construcionismo defende o aprendizado centrado no estudante, onde os estudantes usam informações que já possuem para adquirir mais conhecimento, (PAPERT, 1991). Os estudantes aprendem pela participação em processos de aprendizagem baseada em projetos, onde estabelecem conexões entre diferentes ideias e áreas de conhecimento. Além disso, o Construcionismo sustenta que a aprendizagem pode acontecer de forma mais eficaz quando as pessoas estão ativas na criação de objetos tangíveis no mundo real. Nesse sentido, o construcionismo está conectado com o aprendizado baseado em experiências e se baseia na teoria epistemológica de Jean Piaget do construtivismo. (MARTINEZ; STAGER, 2013).

De uma maneira simplista podemos afirmar que no Construcionismo os estudantes aprendem fazendo. No Construcionismo, as crianças criam suas próprias realidades e aprendem com elas, combinando suas experiências com a dos demais. O Construcionismo traz para a educação conceitos de *design* e de engenharia no processo de construção e programação de objetos, ou seja, “As crianças aprendem melhor quando estão ativamente envolvidas na construção de algo que tem um significado pessoal para elas.” (PAPERT, 1980). A Figura 03 mostra a criação de um

dispositivo mecatrônico feito por um grupo de estudantes do ensino fundamental. Dentro do espírito construcionista as crianças foram além do material disponibilizado por um kit didático e combinaram materiais de seu dia a dia no projeto, dando mais significado ao mesmo.

Figura 03: Exemplo de criação em uma aula com robótica educacional

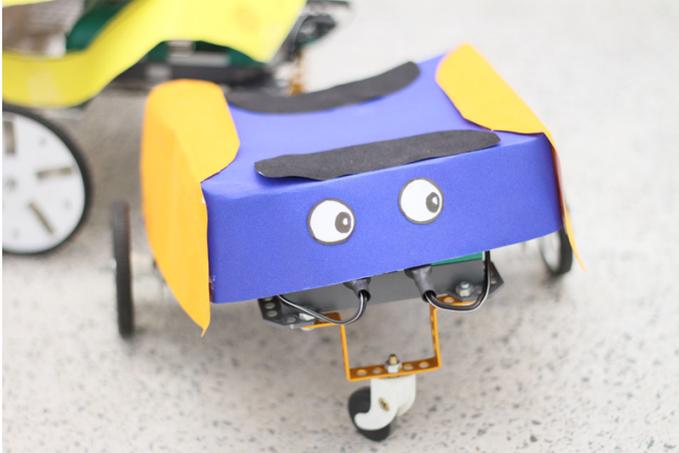


Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

É correto afirmar que a robótica educacional é uma abordagem pedagógica criada pelo Papert, fundamentada no Construcionismo, expressa na montagem e na programação de robôs. A robótica educacional é o desdobramento natural das crenças e dos trabalhos de quem cria, e nela as atividades, geralmente, são direcionadas para a construção de um protótipo e, posteriormente, a programação deste. Para o sucesso desse processo é fundamental que os recursos utilizados na construção do dispositivo e na programação deste sejam adequados às características dos estudantes.

Um outro exemplo de dispositivo criado em uma aula com robótica educacional pode ser visto na Figura 04.

Figura 04: Robô criado com Robótica Educacional



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

As atividades de robótica educacional motivam e encorajam crianças e jovens a resolverem problemas autênticos que são significativos para eles, proporcionando-lhes a oportunidade de vivenciarem a experiência de buscar e encontrar soluções. Pesquisadores argumentam que uma abordagem instrucional guiada com robôs facilita o trabalho em equipe, desenvolve a compreensão conceitual e melhora o pensamento crítico. Há também a indicação de uso de robótica educacional como oportunidade para o desenvolvimento de pensamento computacional. (HAREL, 1991; EGUCHI, 2014; KIM *et al* 2015).

Com o reconhecimento da robótica educacional como um importante recurso pedagógico, diferentes projetos didáticos passaram a utilizar o termo robótica (com diferentes adjetivações: pedagógica, educativa, escolar, didática, etc.) como um rótulo, apesar de nem sempre esses projetos estarem completamente alinhados aos princípios que anorteiam a robótica educacional idealizada e fundamentada no Construcionismo por Papert (1980).

Nesse sentido, ser consonante ao defendido pelo precursor nos ajuda a distinguir tais projetos das verdadeiras iniciativas de robótica educacional:

- Se em um projeto não existe a construção de objetos físicos, não é robótica educacional.
- Se em um projeto os objetos construídos pelos estudantes não são programados por eles, não é robótica educacional. Desde os primeiros trabalhos Seymour Papert se preocupou em envolver osas crianças em programação de computadores. Para tornar isso possível ele criou e defendia a criação de linguagens de programação específicas para ser utilizada pelos pequenos.
- Se em um projeto o estudante não cria seus objetos de estudos de maneira livre e colaborativa, não é robótica educacional. A aprendizagem se desenvolve no processo criativo e colaborativo, onde o estudante adquire conhecimento com/pela e na criação de seus objetos de estudo.

Em síntese, se em um projeto educacional o estudante não cria e/ou não constrói e/ou não programa seus próprios objetos de estudo, então esse projeto não pode ser considerado robótica educacional. Uma vez que tal projeto fere os princípios defendidos por Seymour Papert e de outros pesquisadores da área.

STEAM e a Robótica Educacional

STEAM é um acrônimo do inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*, que podemos traduzir livremente como Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Podemos dizer que esse movimento nasceu nos Estados Unidos no início da década de 1990, tendo como principal objetivo estimular a formação de profissionais para as carreiras de exatas. Inicialmente o movimento estava focado em Ciências e Matemática.

No início deste século, a preocupação de formar uma geração mais identificada com os novos desafios tecnológicos levou a incluir as áreas de Engenharia e a Tecnologia nesta abordagem educacional, estava criado o STEM. Neste momento a arte e a criatividade ainda não faziam parte da abordagem educacional. A educação STEM integra conceitos que normalmente são tratados como assuntos separados em diferentes áreas do conhecimento e enfatiza a aplicação do conhecimento às situações da vida

real. Uma aula que segue a abordagem STEM, geralmente, se baseia na busca por uma solução para um problema do mundo real e tende a enfatizar a aprendizagem baseada em projetos.

A robótica, com sua natureza multidisciplinar, cria um ambiente de aprendizagem adequado a compreensão de assuntos científicos e não científicos. Este ambiente tem um papel significativo no aprendizado de assuntos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (KHANLARI, 2013). Além disso, a robótica educacional pode ser, especialmente, aliada ao ensino numa abordagem STEM, pois permite aplicações reais dos conceitos de engenharia e tecnologia e ajuda a remover as dificuldades criadas pela abstração da ciência e da matemática. De fato, várias atividades de robótica educacional levaram a melhorias na ciência, tecnologia, engenharia e na aprendizagem da matemática. (KIM et al, 2015).

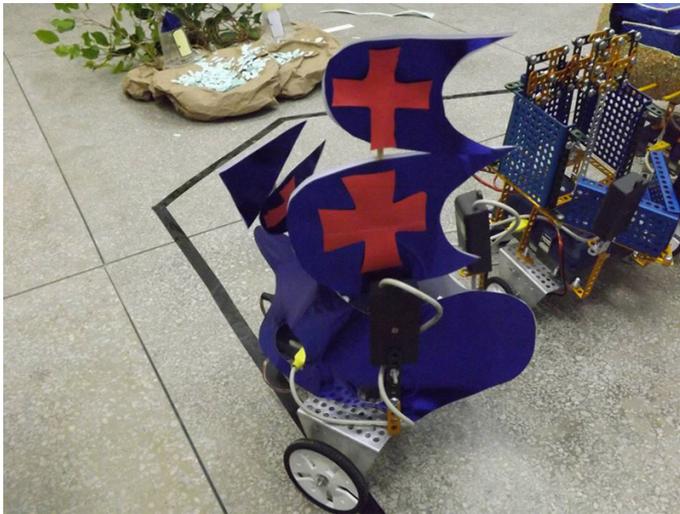
Além da preocupação com o ensino das disciplinas de exatas, os educadores de diversos países vêm se preocupando com o desenvolvendo do pensamento criativo nos estudantes da educação básica (EGUCHI, 2014). Desde o final do século XX, as artes são conhecidas por aprimorar a criatividade, a imaginação e por promover o pensamento crítico. Portanto, não é de surpreender que a abordagem STEM evoluísse recentemente para STEAM, que inclui um 'A' referente às áreas da arte e do *design*. O *design* artístico está se tornando uma parte importante da educação STEAM, uma vez que a criatividade é considerada como parte essencial da inovação.

A robótica educacional, como um ambiente de aprendizagem, permite a abordagem interdisciplinar e motivadora para criação que é à base da educação STEAM. Ao aprender com robôs, e não sobre robôs, os estudantes começam a experimentar e interagir com STEAM. Ao trabalharmos com a robótica educacional, precisamos, necessariamente, aplicar os conceitos de ciência, tecnologia, engenharia, matemática e arte para a solução dos problemas. Dessa forma, STEAM, robótica educacional e design estão intimamente ligados.

Por exemplo, em uma atividade de História que utilize a robótica educacional, os estudantes podem ser estimulados a criarem um cenário,

Figura 05, que represente a chegada dos portugueses ao Brasil, caracterizando robôs para representarem a frota de caravelas (estas atividades estão relacionadas às áreas artes e design). Surgem situações como a necessidade de investigar o efeito do tamanho da roda no desempenho do robô para essa tarefa, sendo uma questão de engenharia que pode ser resolvida com o uso de tecnologias e compreendida pela aplicação/modelagem matemática. Tudo isso dentro de em um ambiente que estimula a criatividade, a ludicidade e a autonomia. Tais características podem não ser facilmente arquitetadas em um ambiente sem os elementos constituintes de robótica educacional.

Figura 05: Exemplo de robô Caravela



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Kits de Robótica Educacional: histórico

Poucos anos depois da publicação do livro “*Mindstorms- Children, computers and Powerful Ideas*” (PAPERT, 1980) tem início uma colaboração entre o grupo de pesquisa liderado por Seymour Papert no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e a empresa dinamarquesa de brinquedos de montagem LEGO. Um dos resultados dessa parceria foi à criação do produto LEGO/Logo. Esse combinava o produto LEGO *Technic* (que inclui

vigas, engrenagens e motores) com a linguagem de programação Logo. Com o LEGO/Logo, as crianças podiam construir diferentes dispositivos mecânicos, conectá-los a um microcomputador e depois escrever programas em Logo para controlar seus movimentos. O sistema LEGO/Logo, Figura 06, ficou disponível comercialmente para as escolas em 1986, e é considerado o primeiro kit de robótica a ser oferecido ao mercado.

Figura 06: Kit LEGO/Logo



Fonte: Google

Apesar de inovador o kit pioneiro tinha uma grande limitação: os dispositivos criados ficavam conectados, por cabos, ao microcomputador que os controlava. De certa forma, o LEGO/Logo pode parecer um retrocesso, pois ele lembra os primeiros robôs tartaruga de Papert que eram obrigados a permanecerem conectados ao computador que os controlavam. Mas esse novo produto difere das primeiras tartarugas em vários aspectos importantes. Primeiro, os estudantes com o LEGO/Logo não recebem objetos mecânicos prontos; eles constroem suas próprias máquinas antes de programá-las. Em segundo lugar, as crianças não estão restritas às tartarugas. Estudantes usavam o LEGO/Logo para construir e programar uma ampla variedade de dispositivos. Além disso, o kit dispunha de sensores que os estudantes podiam utilizar em suas criações.

Mas, para dar autonomia aos dispositivos criados, era necessário embarcar um pequeno computador nos projetos dos estudantes. Esta

necessidade levou a pesquisas e ao desenvolvimento das primeiras unidades de controle programáveis para os kits de robótica. Inicialmente, as unidades de controle eram blocos LEGO com placa eletrônica em seu interior. Com esses blocos programáveis, desenvolvidos principalmente por Fred Martin - um estudante de pós-graduação do laboratório *Media Lab* no MIT, os estudantes não precisavam mais manter suas criações presas a um computador. Era possível escrever um programa e transferi-lo para a unidade de controle e essa era responsável por executar o programa e controlar os dispositivos criados. Os blocos programáveis (RESNICK, 1993; RESNICK; MARTIN; SERGEANT; SILVERMAN, 1996) eram computadores portáteis incorporados ao interior de um bloco LEGO com uma ampla variedade de possibilidades de entrada e saída para motores e sensores.

Fred Martin, em 1988, publicou o resultado de seus primeiros experimentos com crianças do ensino básico no artigo “Crianças, cibernética e tartarugas programáveis” (MARTIN, 1988). Dez anos depois, em 1998 a empresa LEGO lança no mercado o primeiro kit de robótica que permitia a criação de robôs autônomos, pois ele vinha com uma unidade de controle programável. Este kit recebeu o nome de LEGO MINDSTORMS RCX, uma justa homenagem à obra Seymour Papert. Estava criado o kit de robótica educacional como conhecemos hoje. A partir desse momento empresas, que já comercializavam kits de montagem, seguem os passos da empresa LEGO e incorporam eletrônica e capacidade de programação em seus produtos, disponibilizando ao mercado novos kits de robótica. Além disso, o século XXI começa com o surgimento de inúmeras outras empresas dedicadas ao desenvolvimento e a comercialização de kits de robótica educacional.

No Brasil o primeiro kit de robótica educacional, criado com tecnologia 100% nacional, foi o Kit ALPHA Mecatrônica produzido pela empresa PNCA em 2005- Figura 07.

Figura 08: Exemplo de carro montado com um kit LEGO Technic



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Nos kits com alta granularidade as peças estruturais têm um grau maior de especialização o que facilita as montagens, porem as mesmas tendem a ser menos criativas, figura 09.

Figura 09: O kit TINKERBOTS - exemplo de kit com peças de alta granularidade

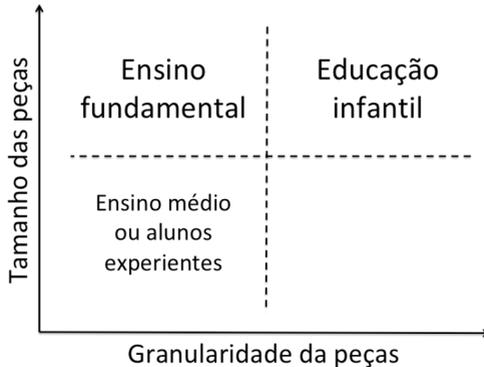


Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Os kits com baixa granularidade com peças de tamanho médio tendem a ser a melhor opção para o ensino fundamental, pois eles permitem montagens criativas com uma complexidade reduzida. Se imaginarmos um plano cartesiano onde a abscissa representa a granularidade das peças de um kit e a ordenada o tamanho dessas peças, podemos dividir o

primeiro quadrante em quatro regiões e distribuir as três etapas da educação básica como mostra a Figura 10. Assim, os kits com montagens mais complexas (peças pequenas com baixa granularidade) são mais adequados aos estudantes do ensino médio e os kits com montagens mais simples são adequados aos estudantes dos anos iniciais.

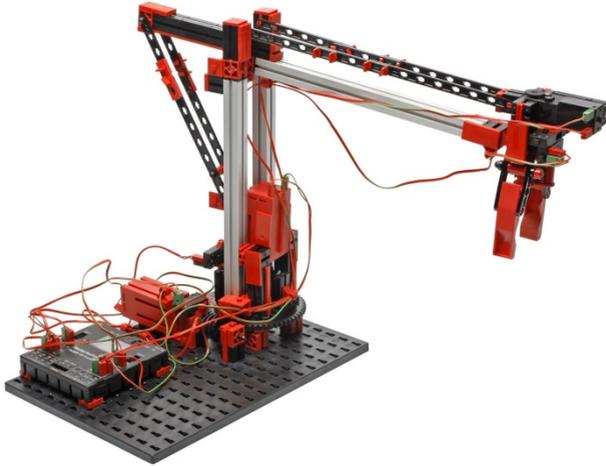
Figura 10: Representação em um plano cartesiano dos tipos de peças estruturais



Fonte: AUTORES

Devemos considerar também que um kit de robótica educacional, dependendo de seus elementos estruturais, inevitavelmente favorece alguns tipos de montagens e dificulta outros, impondo assim um viés implícito nos tipos de construções que podem feitas durante uma atividade. Por exemplo, os kits LEGO *MindStorms* e ALPHA Mecatrônica são projetados para favorecer a construção de robôs móveis que interagem com o meio ambiente. Já o kit da empresa alemã *Fischertechnik* (Figura 11), favorece a criação de dispositivos mecatrônicos fixos com partes móveis e controladas, por exemplo: uma roda gigante, um guindaste etc.

Figura 11: Guindaste criado como Kit Fischertechnik



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

É claro que é possível montar um robô móvel com o kit da *Fischertechnik* ou uma roda gigante com o Kit ALPHA Mecatrônica, mas o esforço na montagem neste caso é maior do que se fosse ao contrário.

Sensores

Os sensores permitem que o robô perceba o mundo a sua volta. Segundo a definição de de Maja J. Mataric (Mataric, 2014), podemos afirmar que, se um dispositivo mecatrônico não tiver sensores, ele não será considerado um robô. Historicamente falando os primeiros sensores adotados nos kits de robótica educacional foram os de contato e os de intensidade luminosa. Isso aconteceu porque esses sensores são simples do ponto de vista eletrônico, de baixo custo, fáceis de serem processados pelas unidades de controle e simples de serem compreendidos pelos estudantes. Do ponto de vista pedagógico, os sensores ampliam as possibilidades de criação e tornam os projetos muito mais interessantes e interativos para os estudantes.

Atualmente existem mais de uma dezena de tipos de sensores disponíveis nestes kits. Quando alisamos estes sensores podemos considerar dois aspectos:

- Como os sensores são conectores à unidade de controle e;
- Como as informações são manipuladas pela linguagem de programação que acompanham o kit.

Para conectar os sensores as unidades de controle, os kits de robótica educacional, podem utilizar simples cabos com terminais elétricos em sua extremidade ou conectores especialmente criados para este fim. Sensores com conectores são os mais adequados para serem utilizados em atividades de robótica educacional. Estes sensores são fáceis de serem utilizados pelo estudante, não oferecem riscos de curto-circuito e não se desconectam acidentalmente quando o robô se movimenta. Exemplos deste tipo de sensor podem ser observados na Figura 12.

Figura 12: Exemplos de conectores de sensores de temperatura de diferentes kits

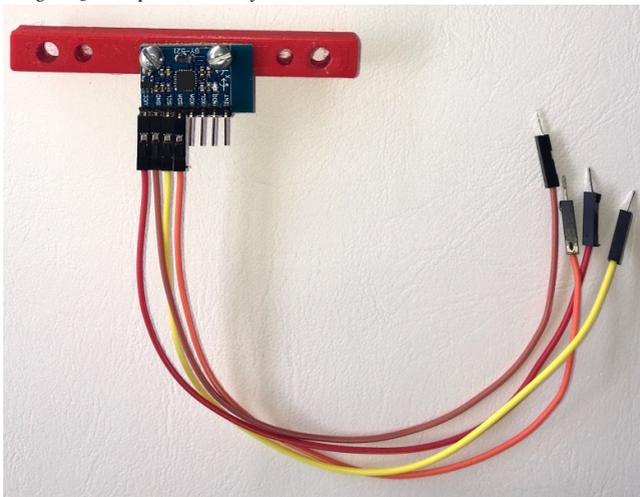


Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Os kits cujos sensores não têm conectores específicos e, para se conectarem a unidade de controle, usam cabos com terminais metálicos devem ser evitados em atividades de robótica educacional. Estes tipos de conectores são de difícil utilização, permite que os cabos sejam conectados

de maneira invertida, o que pode danificar os equipamentos e costumam se soltar com o movimento dos robôs. A Figura 13 ilustra este tipo de conector.

Figura 13: Exemplo de sensor cuja conexão é feita com cabos com terminais metálicos



Fonte: ARQUIVOS DOS AUTORES

Outro aspecto que devemos considerar quando analisamos o conjunto de sensores de um kit de robótica educacional é a forma como os dados coletados por esses sensores são manipuladas pelo ambiente de programação que acompanha o kit. Chiocciariello, Manca e Sarti, (2004) relataram a dificuldade de professores explorarem os recursos dos sensores, pois estes dispositivos não comunicaram de maneira clara suas leituras às crianças. Isso ocorre porque as informações coletadas pelos sensores nem sempre são fáceis de serem compreendidas pelos estudantes.

Por exemplo: um sensor de distância do tipo sonar informa o tempo entre o pulso sonoro e o retorno de seu eco após encontrar com um obstáculo. Para calcular a distância entre o sensor e o objeto o estudante deve elaborar um cálculo que leva em consideração o tempo até a chegada do eco, normalmente, medido em milissegundos, e a velocidade do som no ar. A menos que seja uma aula de física do ensino médio, estes conceitos estão fora do escopo da maioria das atividades de robótica educacional.

Provavelmente, um sensor de distância ideal para estas atividades seria aquele que informasse a distância de uma maneira mais simples de ser compreendida pelos estudantes, por exemplo, em centímetros.

Ambiente de Programação voltado a Robótica Educacional

Deste o início da robótica educacional, Papert se preocupou em envolver os estudantes por meio de programação de computadores. (PAPERT; SOLOMON, 1971). A linguagem Logo e outras linguagens, com caráter didático, da época foram criadas com esse propósito. Estas primeiras linguagens de programação foram projetadas como ferramentas de apoio para outras disciplinas, especialmente a matemática. (FEURZEIG, 1969). Pesquisas posteriores mostraram que o uso de programação por crianças pode ir muito além do apoio a disciplinas isoladas. Esse uso pode estimular o desenvolvimento do pensamento computacional. O pensamento computacional pode ser visto com uma forma de resolver problemas, projetar sistemas e compreender o comportamento humano, baseando-se nos conceitos fundamentais da ciência da computação. (FORTE; GUZDIAL, 2004).

Nessa linha de raciocínio, estudos sugerem que ensino de linguagens de programação aumenta as habilidades de resolução de problemas dos estudantes, habilidades de linguagem natural, criatividade e habilidade de trabalhar em assuntos multidisciplinares. (SAELI; PERRENET; JOCHEMS; ZWNAEVELD, 2010). Devido a esses benefícios, o ensino de linguagens de programação tornou-se popular na educação moderna. Devemos ter em mente que aprender a programar deve ser uma experiência envolvente e divertida para os estudantes. Ao ensinar programação em turmas da educação básica (com exceção feita às turmas de cursos profissionalizantes da área de informática), é importante observar que o objetivo principal é ajudar no desenvolvimento pensamento computacional, não fazer com que estes se tornem especialistas em programação. Por esse motivo, o ambiente de programação que acompanha um kit de robótica educacional deve

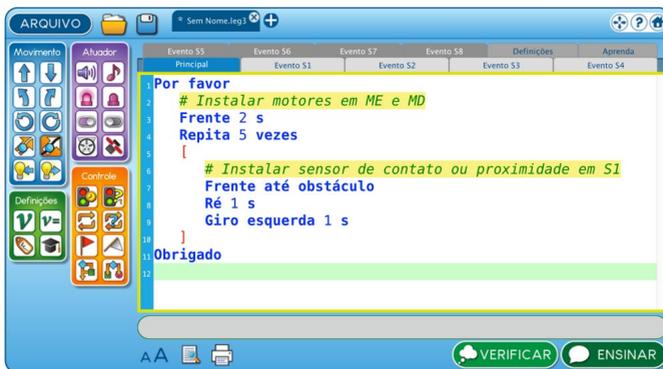
respeitar as características cognitivas dos estudantes e respeitar o fato que a programação deve ser um meio e não um fim das aulas de robótica educacional.

Quando analisamos os ambientes já disponíveis no mercado e os em desenvolvimento podemos agrupá-los em três grupos:

- Ambiente de programação baseado em texto
- Ambiente de programação gráfico
- Ambiente de programação tangível

A programação baseada em texto implica que o usuário digitará comandos ou os selecionará a partir de menus ou botões. Estes comandos formarão um programa estruturado que será compilado ou interpretado e enviado para a unidade de controle do kit. Como em toda linguagem de programação baseada em texto, dominar a sintaxe da linguagem leva certo tempo, e este deve ser previsto no planejamento das atividades pedagógicas com os estudantes e nas capacitações dos professores. Pesquisadores têm apontado que as linguagens baseadas em texto (KELLEHER; PAUSCH, 2005) são mais adequadas para estudantes com idades superiores a dez anos ou estudantes mais novos com experiência em outros ambientes de programação. A linguagem LEGAL, Figura 14, que acompanha o Kit ALPHA é um exemplo de ambiente de programação baseado em texto.

Figura 14: Ambiente de programação LEGAL

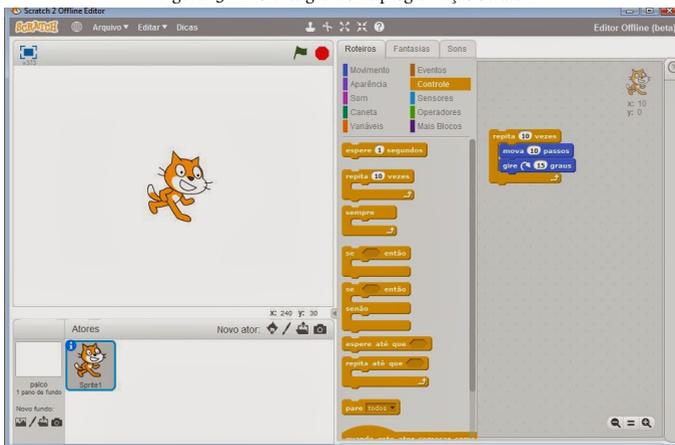


Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Para ensinar linguagens de programação para crianças menores, foram criadas linguagens de programação visuais. Essas linguagens visuais têm sintaxe mais flexível e são baseadas principalmente nos ícones gráficos e suas relações. Em um ambiente gráfico de programação, como o da Figura 15, os estudantes criam seus programas combinando uma série de elementos gráficos. Neste tipo de ambiente os comandos são representados como um conjunto de blocos que representam instruções, expressões e estruturas de controle.

As formas dos blocos sugerem como eles se encaixam e o sistema de arrastar e soltar não permite que o estudante conecte os blocos de maneira que não teriam sentido dentro da sintaxe da linguagem. Pouca ou nenhuma digitação de comandos é necessária neste tipo de ambiente. O *Scratch* é um exemplo popular de linguagens de programação visual e é projetado para crianças entre 8 e 16 anos de idade para ensinar programação enquanto trabalham em seus projetos (MALONEY, 2010). Muitos kits de robótica passaram a adotar variações da linguagem *Scratch* com ambiente de programação padrão.

Figura 15: Ambiente gráfico de programação Scratch



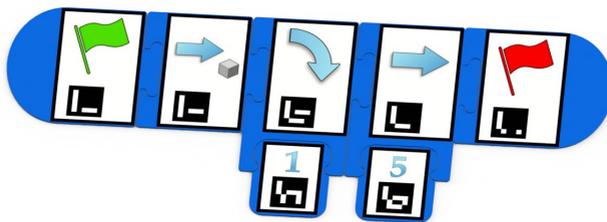
Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

No *Scratch* a gramática visual do formato de cada bloco e suas regras de encaixe desempenha o papel da sintaxe em uma linguagem baseada em

texto. Por ser mais intuitivo, este tipo de ambiente de programação pode ser utilizado por estudantes mais novos e o tempo de aprendizado é menor quando comparado com os ambientes baseados em texto.

Um novo tipo de ambiente de programação dispensa o uso de computadores, nele os comandos são representados com blocos e peças físicas (tangíveis) que as crianças podem manipular livremente no mundo real. Tais ambientes são conhecidos como ambientes de programação tangível, um exemplo de programa escrito em um ambiente de programação tangível pode ser visto na Figura 16. Embora os estudantes não manipulem diretamente um dispositivo computacional, estes ambientes fazem um intenso uso desse recurso. Em alguns deles cada um dos blocos de programação se comporta como uma unidade de controle com eletrônica embarcada (WYETH; PURCHASE, 2000) ou o sistema utiliza alguma forma de processamento de imagem (BERS, 2017) para reconhecer os blocos, identificando o programa feito pelo estudante.

Figura 16. Exemplo de programação tangível



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

A programação tangível torna a programação uma atividade acessível às mãos e às mentes das crianças mais novas, tornando-a uma atividade mais direta e menos abstrata. Ao combinar programação de computadores e interação física, a programação tangível permite que as crianças manipulem comandos diretamente, o que torna a programação mais atraente. Além disso, é mais fácil envolver as crianças quando utilizamos objetos físicos para interagir com os robôs construídos (RAFFL; PARKES; ISHII, 2004).

Em um ambiente de programação tangível podemos ter os mesmos resultados do desenvolvimento do pensamento computacional que é

obtido com os ambientes de programação baseados em texto ou em uma interface gráfica (KELLEHER; PAUSCH, 2005). Porém o tempo de aprendizado é menor, pois os usuários não precisam mais aprender a usar um mouse ou um teclado, eles precisam apenas ter a habilidade natural de operar objetos reais do dia a dia, como cubos ou quebra-cabeças (SMITH, 2007). Como resultado, estima-se que sistemas tangíveis reduzam a carga de conhecimento que um estudante precisa ter para começar a programar seus projetos e eles podem ser utilizados a partir dos 4 anos de idade. (MARSHALL, 2007).

Considerações Finais

Neste capítulo descrevemos, para além de elementos da história da robótica educacional, alguns aspectos que devem ser considerados na escolha de um kit de robótica educacional para atividades pedagógicas na educação básica. É importante que o kit adotado respeite a faixa etária dos estudantes e que o mesmo seja adequado aos educadores, pois embora o seu uso seja intuitivo, formação do professor parece ser desejável para obter o máximo de proveito desta tecnologia.

Não consideramos neste documento o uso dos kits de robótica em atividades de competição, como por exemplo, a Olimpíada Brasileira de Robótica (www.obr.org.br). Embora a maioria dos kits seja flexível permitindo o seu uso em competições e em sala de aula, estas duas atividades têm características diferentes e, portanto, devem ser analisadas separadamente.

Referências

ALESANDRINI, K; LARSON, L. **Teachers bridge to constructivism**. The Clearing House, 2002, p.119-121.

BERS, M.U. **Coding as a Playground**: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom. Routledge press, 2017.

CHIOCCARIELLO, A; MANCA, S; SARTI, L. Children's playful learning with a robotic construction kit. in Siraj-Blatchford J. (Ed). **Developing New Technologies for Young Children**, Trentham Books Limited, UK, 2004, p.93-174.

EGUCHI A. Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation. **Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education**. Padova, 2014, p. 27-34.

FEURZEIG, W. Programming-Languages as a Conceptual Framework for Teaching Mathematics. **Final Report on the First Fifteen Months of the LOGO Project**, 1969.

FORTE, A. E GUZDIAL, M. Computers for communication, not calculation: media as a motivation and context for learning. In: **Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, 2004.

HAREL, I. **Children Designers**. Ablex: Norwood, 1991.

KHANLARI A. Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward stem. In **Proceeding Conference on Engineering Education**, 2013, p. 62-66.

KELLEHER, C; PAUSCH, R. Lowering the barriers to programming: a taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. **ACM Computing Surveys**, 37(2), 2005, p. 83-137.

KIM, C; KIM, D; YUAN, J; HILL, R; DOSHI, P; THAI, C. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. **Computers & Education**, 91, 2015, p. 14-31.

MALONEY, J. The Scratch Programming Language and Environment. **ACM Transactions on Computing Education**, Vol. 10, No. 4, 2010.

MARTIN, F. **Children, Cybernetics, and Programmable Turtles**. Unpublished Master's Thesis, MIT Media Laboratory, Cambridge, 1988.

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

MATARIC, M J. **Introdução à Robótica**. São Paulo: Editora UNESP, 2014.

MCLUHAZ, M. **Understanding media: the extensions of man**. McGraw-Hill, New York, 1964.

- PAPERT, S; SOLOMON, C. Twenty Things to do with a Computer. **Artificial Intelligence Memo**, MIT AI Laboratory. Cambridge, 1971.
- PAPERT, S. **Mindstorms**: Children, Computers, and Powerful Ideas, Basic Books, New York, 1980.
- PAPERT, S. **Constructionism**: A New Opportunity for Elementary Science Education. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group: National Science Foundation. Division of Research on Learning in Formal and Informal Settings, 1986.
- PAPERT, S. The Conservation of Piaget: The Computer as grist to the Constructivist Mill. In Forman, G; Pufall, P. (Org) **Constructivism in the Computer Age**. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum, 1988.
- PAPERT, S. Situating Constructionism. In Harel, I; Papert, S. **Constructionism**. Norwood: Ablex Publishing, 1991.
- PAPERT, S. **Time magazine's special issue on The Century's Greatest Mind**, 105, 1999.
- PIAGET, J; INHELDER, B. **A psicologia da criança**. 10. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.
- RAFFLE, H. S., PARKES, A. J., ISHII, H. Topobo: a constructive assembly system with kinetic memory. In: **Proceedings** of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2004, p. 647-654.
- RESNICK, M. Behavior Construction Kits. **ACM**, vol. 36, no. 7, 1993.
- RESNICK, M; MARTIN, F; SARGENT, R; SILVERMAN, B. Programmable bricks: Toys to think with. **IBM Systems Journal**, 35, 1996.
- SAELLI, M; PERRENET, J; JOCHEMS, W.M. G; ZWNAEVELD, B. Teaching programming in secondary school: a pedagogical content knowledge perspective. **Inf. Educ.** 10(1), 2010. p. 73-88.
- WYETH, P., & PURCHASE, H. C. Programming without a computer: A new interface for children under eight. Paper presented at the User Interface Conference, 2000. **AUIC. First Australasian**, 2000. p. 141-148.

Sobre educação especial e as possibilidades de mediação assistiva da robótica

Luciano Cássio Lugli¹

Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o indivíduo pode realmente conhecer.

-Paulo Freire

Introdução

A sociedade, constantemente, é confrontada a novas realidades e novos paradigmas, que ao objetivar a diversidade de suas funções, procura questionar quais mecanismos são desenvolvidos e difundidos para uma inclusão social mais efetiva, com auxílio de técnicas e soluções tecnológicas palpáveis e de uso facilitador nos meios de vivência, como a sala de aula. A interação de pessoas com deficiência (sensorial/motora/cognitiva) dentro da sala de aula, deve irromper preceitos de segregação durante as atividades pedagógicas, mantendo o nível instrucional de aprendizado, ao mesmo tempo que consegue associar interesses em comum ao modelo de ensino.

As dificuldades e necessidades experimentadas por alunos com deficiência, quando não suportadas por tecnologias adequadas, tornam-se uma barreira ao aprendizado destes. Isto posto, pois se o convívio com os demais alunos e professores não tiver meios e auxílio à interação,

¹ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (USP). Pesquisador estágio pós doutoral em Robótica Avançada no *IIT Central Research Labs Genova - Istituto Italiano di Tecnologia*. lugli@usp.br.

possibilitando inferências de conteúdo pedagógico. O desenvolvimento de projetos com o uso de recursos em tecnologias assistivas, acessibilidade e robótica são formas efetivas para exaurir as barreiras enfrentadas pela deficiência, proporcionando assim, não apenas a inserção destes indivíduos, como a inclusão nos espaços de aprendizagem escolar. (GALVÃO FILHO, T. A.; DAMASCENO, 2008).

Assim, a introdução de atividades pedagógicas no ambiente escolar relacionadas à robótica, pode contribuir ao interesse direto de alunos, bem como coloca-los em contato com mídia de suporte ao conhecimento contemporâneas, ampliando a inclusão também à dimensão digital. A interação multidisciplinar constante oportunizada por esse tipo de atividade corrobora com a tentativa de promover equidade de acesso ao conhecimento, diminuindo a desigualdade de oportunidades de aprender entre as pessoas com e sem alguma deficiência.

As soluções de problemas características destas atividades que, envolvendo aparato tecnológico promovem um ambiente, permitem situações de interação do aluno e seus colegas de sala, de forma lúdico, a experienciarem dimensões do mundo científico ao se envolverem em simular, testar, montar/construir e programar *robots*. (LOPES *et al.* 2015; POZO, 1998).

Considerando tais aspectos, neste capítulo são apresentados conceitos, teorias, referenciais e metodologias que corroboram o ideário pedagógico e assistivo da robótica educacional. Tal ideário tem sido construído ao longo da nossa experiência de pesquisa com tecnologias assistivas e robótica avançada, onde o que mais defendemos é a necessidade de aparatos com função multidisciplinar para a formação e inclusão de pessoas, de todas as faixas etárias, com deficiência em sala de aula de ensino regular.

Ao longo deste capítulo são tratados referenciais da teoria sócio interacionista de Lev Vygotsky e a teoria bioecológica do desenvolvimento de Urie Brofenbrenner, relacionando-as às tecnologias de informação e comunicação, como modelos assistivos com possibilidades de aplicação em

sala de aula, e por fim, transitaremos pela nossa experiência com metodologias de formação e inclusão de crianças usando a robótica educacional.

Ensino-aprendizagem e desenvolvimento por Vygotsky

O desenvolvimento é intimamente relacionado ao contexto sociocultural em que a pessoa se insere e se processa de forma dinâmica (e dialética) por meio de rupturas e desequilíbrios emissores de contínuas reorganizações por parte do indivíduo. O papel da interação social como mediadora na construção da subjetividade, dos parâmetros e argumentos históricos e culturais, é de relevância primária nesta interação e o uso da robótica no processo de ensino-aprendizagem pode ser planejado se remetendo a ele. (SILVA, 2009).

Segundo Vygotsky (1998), o desenvolvimento cognitivo dá-se pelo processo de internalização da interação social com materiais fornecidos pela cultura, sendo que a própria interação fornece a matéria prima para o desenvolvimento psicológico do indivíduo. (REGO, 2002). As interações do sujeito no meio social ao qual pertence proporcionam ao indivíduo a emancipação de outros tipos de funções, que não as *elementares*, denominadas de *superiores*, e são caracterizadas por:

- construção com base no contexto social;
- controle pelo indivíduo;
- regulação de forma consciente (intencionais);
- mediação por elementos externos à relação sujeito-objeto;

Através destas funções psicológicas superiores, e a base das funções elementares, o desenvolvimento cognitivo depende também do contexto social no qual o indivíduo está inserido, e com o uso da linguagem na estruturação qualitativa cognitiva de tal indivíduo, este consegue modificar as funções superiores para que o desenvolvimento durante o aprendizado seja heterogêneo. (SILVA, 2010).

Assim, o aprendizado da cultura, mediado pela linguagem, impõe às funções básicas transformações para funções superiores, como a consciência, o planejamento, a deliberação. Com isso, acontece a construção do processo de aprendizagem. A aprendizagem é então, um evento social que, por meio da interação dos indivíduos ao meio inserido, se desenvolve, adquirindo informações, valores e posicionamentos a partir do contato inicial com a realidade, o meio ambiente e outras pessoas. O ato de aprender é assimétrico, porque a troca entre indivíduos é distinta de pessoa a pessoa, e com isso, a aprendizagem aprimora o desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

Ainda, a aprendizagem acontece por meio do processo relacional entre a internalização, a mediação e o controle. A internalização é o momento em que conteúdos externos ao indivíduo são apresentados ao domínio intrapsicológico (subjetividade), em que a pessoa consegue reconstruir internamente as ações externas, relacionando o processo interpessoal inicial com o intrapessoal final. A mediação é responsável pela intervenção de um elemento sócio-histórico intermediário numa relação, mediada por este elemento, conflitando o sujeito como ativo e interativo, caminhando do plano social (relações interpessoais) para o plano interno (relações intrapessoais). (REGO, 2002).

Com a internalização e a mediação, obtém-se o controle sobre o pensamento e a *práxis*. Nesse sentido, são três fases de controle para a aquisição de novos conhecimentos:

- *planejamento*: antecipação e regulação das ações;
- *inibição*: filtro cognitivo que restringe opções do planejamento, de acordo com o próprio comportamento do indivíduo;
- *local de controle*: onde a informação é obtida, como recurso para a regulação do pensamento.

Em termos de desenvolvimento, o controle relaciona o objeto e o próprio indivíduo para caracterizar os níveis de desenvolvimento com a capacidade de aprendizado, em:

- *nível de desenvolvimento real (ndr)*: pertencem os processos consolidados, as capacidades adquiridas e formadas, como o indivíduo age por si próprio;
- *nível de desenvolvimento próximo/potencial (ndp)*: pertencem os processos em tratamento/maturação, como o indivíduo age com auxílio de outros;

Entre estes dois níveis existe um diferencial denominado por Vygotsky como *zona de desenvolvimento proximal (zdp)*, sendo o *ndr* o limite inferior e o *ndp* o limite superior. Quanto maior o grau de dificuldade de uma tarefa, mais se distancia do nível de desenvolvimento real. Nesses termos, a aprendizagem interage com o desenvolvimento, produzindo variações na *zdp*, em que as interações sociais são centrais e, com isso, inter-relacionados. Ainda, a zona de desenvolvimento proximal emerge deliberada ou naturalmente, desde que se comprove a diferença entre o *ndr* e o *ndp*, e como ocorre a assimetria durante o aprendizado e desenvolvimento. (FRAWLEY, 2000).

Pedagogia e mediação dialética do/no ensino

Para a emancipação de um modelo pedagógico que considera a relação substancial entre aprendizagem e desenvolvimento, através de estudos experimentais no processo de formação de conceitos científicos, Vygotsky concluiu que a percepção e a linguagem são indispensáveis à esta formação, e as diferenças são percebidas numa fase anterior às semelhanças, porque esta é concebida estruturalmente de forma aprimorada. (VYGOTSKY, 1993).

As funções intelectuais básicas, como a atenção, deliberação, memória, lógica, e abstração, formam uma atividade complexa que resulta na formação de conceitos, e o desenvolvimento dos processos dela resultante se inicia na infância. Inicialmente, os conceitos potenciais são formados, baseados em algumas propriedades, e em seguida, os conceitos verdadeiros, cuja abstração ocorre após a infância. E nesta sequência, que se encontram os conceitos científicos, quando a aprendizagem sistematizada é posta em prática quando ainda na infância, por exemplo, o indivíduo conhece o trabalho escolar.

Segundo Vygotsky (1998), a educação escolar mantém a produção e socialização de conhecimentos como subsídios ao desenvolvimento socioeconômico industrial e a formação intelectual de sujeitos estratificados na sociedade capitalista. Esta, que se consolida pelo desempenho do conhecimento, tem em sua ação, a contradição entre os diferentes princípios que orientam a atividade educativa, mas que como educação emancipadora, tem a *aula* como atividade humana educativa, a *práxis* educativa na representação da categoria que concretiza as transformações pretendidas pelo professor na formação ideal de alunos.

A intencionalidade pretendida da aula/*práxis* educativa é aplicada quando o conhecimento historicamente produzido é centrado, e quando o desenvolvimento do conceito científico é validado pela dialética do professor. A compreensão do conceito envolve ao aluno os entendimentos em si como ser social, como as relações do ambiente natural e humano-social acontecem, como um ser social inserido neste ambiente transforma o ambiente, e ao mesmo, por este é transformado. A aula/*práxis* educativa é produzida como uma proposição teórico-metodológica no desenvolvimento do conceito científico, denominada por Arnoni (2014) como a *metodologia da mediação dialética* (MMD).

A *práxis* educativa é fomentada nesta teoria seguindo as etapas:

- *resgate*: (aluno) expressa as ideias iniciais / (professor) atividades de investigação das ideias iniciais dos alunos sobre o conteúdo de ensino – movimento dos argumentos;
- *problematização*: (aluno) identifica e compreende as contradições entre suas ideias iniciais e o conceito de ensino / (professor) prepara um situação-problema para contrapor as ideias iniciais dos alunos ao conteúdo de ensino; analisa as respostas dos alunos – contradição dos argumentos;
- *sistematização*: (aluno) supera as ideias iniciais e elabora sínteses sobre o conteúdo de ensino / (professor) prepara a discussão da situação-problema com base no conteúdo de ensino – superação e elaboração da síntese;
- *produção*: (aluno) expressa o conhecimento aprendido / (professor) prepara a atividade para investigar o conhecimento do aluno; compara com as ideias iniciais do aluno – expressão da síntese.

A organização metodológica destas etapas é mediada pela linguagem e conhecimento em formato de espiral, isto é, num desenvolvimento sequencial e sucessivo que gera o mesmo conceito científico, mas qualitativamente diferente. A mediação dialética e pedagógica desenvolve-se entre professor e aluno, uma vez que estes se encontram em planos diferentes de conhecimento. (VYGOTSKY, 2004).

Teoria da atividade e interdisciplinaridade

A teoria da atividade, desenvolvida por Leontjev e Luria (BAQUERO, 1998; VEER; VALSINER, 2005), foi inspirada nos trabalhos de Vygotsky, e trata da forma como o indivíduo usa o ambiente e as condições sob as quais o pensamento se altera. A mediação é presente na teoria da atividade, assim como a internalização, que busca na terminologia atividade, uma unidade organizacional para a realização de uma função cognitiva.

São três níveis de atividade: a atividade propriamente, as ações, e as operações. Estas se relacionam de forma a compreender o contexto e o funcionamento do trabalho colaborativo (interdisciplinaridade) pela análise de seus elementos constitutivos: objeto, sujeito, comunidade, divisão de trabalho, regras. Com isso, na atividade tem-se a constituição de várias operações, que tornam o uso do lúdico como modo de interação entre alunos da infância, aprendidas nas relações interpessoais por um processo de aprendizagem sociocultural como as *brincadeiras*. Estas implicam em tomadas de decisão, um acordo de regras entre os participantes, experimentação por criação/correção/recriação, inovações, quais competências são aprimoradas, e como o *jogo* determina a ação do objeto.

Na brincadeira, três fases são trabalhadas durante a infância: a imaginação, a imitação e a regra. Na imaginação, cria-se um processo novo ao indivíduo, pois constitui-se de uma característica típica da atividade humana consciente, porque nela é que surge a ação, uma emancipação no indivíduo em relação às restrições situacionais. Assim, a chave para toda a função simbólica da brincadeira infantil é, portanto, a utilização pelo

indivíduo de alguns objetos como brinquedos, e sua ação como um gesto representativo, unindo também a linguagem escrita. (OLIVEIRA, 1997; MOYSES, 1997).

Nessa perspectiva, como a brincadeira é um comportamento gerado pelas atividades interpessoais do indivíduo, pode ser desenvolvido o processo de ensino-aprendizagem mediado, e a escola deveria se responsabilizar por identificar o conceito real da *zona de desenvolvimento proximal* quanto ao modelo de avaliação, que deve corresponder a capacidade que o aluno tem de fazer coisas colaborando com outros, ou com auxílio de informações e instruções.

Ainda, a *zdp* subsidia a construção da autonomia no indivíduo, permitindo não apenas que o aluno tenha liberdade de pensamento, mas também que obtenha um controle da própria atividade, porque o processo de ensino deve antecipar às aprendizagens e assim, elevar o desenvolvimento. Com isso, na robótica educacional, as atividades devem permanecer na *zdp*, em que os conceitos e exigências tenham abstração aceitável naquele período, e não dependam apenas do uso de materiais concretos. (FERREIRO et al., 2008).

Desenvolvimento por Urie Brofenbrenner no contexto interacionista

Urie Brofenbrenner defendeu, em sua teoria bioecológica do desenvolvimento, que este constitui uma interação recíproca entre a pessoa, processos de aprendizagem e seu contexto através do tempo, sendo que a compreensão do desenvolvimento humano é relacionada numa perspectiva não reducionista, de acordo com os sistemas: micro, meso, exo e macro. (BRONFENBRENNER, 1979; 2011).

No ambiente de microsistemas, a pessoa desenvolve suas interações mais próximas, no caso da robótica e crianças com alguma deficiência, a avaliação das interferências é de acordo com o espaço onde se desenvolvem determinadas atividades restritas, e de acordo com a deficiência; e no ambiente de macrosistemas, que se refere ao contexto amplo de

valores e sociedade, as crianças desenvolvem atividades sem restrições, adaptadas somente para o meio de processamento, não à solução. O processo neste caso é definido como a relação entre o ambiente e as características da pessoa em desenvolvimento. E pensando na robótica educacional, temos no aparato característico desta tecnologia, justamente, a possibilidade de modelar às atividades (montagem e programação) às características

Na expressão matemática de Lewin $C = f(P ME)$, o comportamento (C) evolui em função da interação entre pessoa (P) e meio ambiente (ME). (BRONFENBRENNER, 1996). Com isso, existe uma assimetria em como as características da pessoa interagem com as características/propriedades do ambiente, e como pessoas de diversos contextos diferem umas das outras. É possível relacionar o aspecto de interação defendido por Bronfenbrenner com o interacionismo de Vygotsky, porque as influências ambientais afetam o comportamento e o desenvolvimento, como processos interpessoais teorizados (reforço, modelagem, identificação e aprendizagem social).

Tecnologias, formação e robótica educacional

Os conceitos, características, técnicas, categorias e aplicações das tecnologias de informação e comunicação (TIC) são descritos e discutidos nesta seção, relacionando a contexto de ensino, às soluções assistivas e a mediação como agentes pedagógicos presentes em atividades de robótica educacional.

Desenvolvimento profissional docente nos processos de ensino-aprendizagem com integração das TDIC

Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) tratam de soluções e abordagens que se relacionam, em alguma medida, a dimensões virtuais de ambientes de ensino-aprendizagem, e têm sido aplicadas

pedagogicamente na escola. (RABELLO, 2015). Nesse contexto, uma das vertentes mais ativas tem sido o fomento a programas de formação docente voltados a integração das TDIC às práticas de ensino-aprendizagem. O grande desafio talvez seja que essas formações se configurem como ações alinhadas a desenvolvimento profissional docente numa perspectiva crítica, inovadora e transformadora, considerando as expectativas e necessidades dos professores quando a relevância, a apropriação e a aplicação na prática diária.

Tem-se ainda a necessidade de se medir o impacto e a estrutura dessas formações, considerando como parâmetro, características como:

- aprendizagem ativa, com atividades práticas;
- pedagogia centrada no sujeito;
- colaboração entre os participantes e redes de comunicação com e entre os docentes;
- aprendizagem de acordo com a necessidade do professor e apoio local;

Nesse contexto, as TDICs podem se alinhar a modelos de desenvolvimento profissional docente, e de utilização pedagógica, como: conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo (CTCP), e ciclo de aprendizagem tecnológica (CAT). (RABELLO, 2015). O modelo CTPC assume que a integração eficaz da tecnologia à educação, envolve três itens, sendo o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia, e suas interações:

- conhecimento de conteúdo (CC);
- conhecimento pedagógico (CP);
- conhecimento tecnológico (CT);

A interação sobre a interseção entre CC e CP gera o conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC); entre CP e CT gera o conhecimento tecnológico pedagógico (CTP); e entre CC e CT gera o conhecimento tecnológico de conteúdo (CTC); entre todos gera o conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo (CTPC). Portanto, o modelo CTPC pode servir de base para um ensino eficaz mediado pela tecnologia, e requer a compreensão da representação de conceitos usando tecnologias educacionais para ensinar conteúdo.

O modelo CAT, segundo Rabello (2015), tem sido usado para desenvolvimento profissional de docentes universitários na área pedagógica, e objetivado o auxílio a professores no desenvolvimento de um processo de aprendizagem que resulte na apropriação tecnológica, permitindo discriminar tanto as necessidades quanto as mudanças requeridas em relação a tecnologia e à pedagogia no decorrer do tempo.

Tecnologias assistivas

Tecnologias assistivas (TA) têm sido identificadas por conjuntos de recursos e serviços que auxiliam na integração e ampliação de habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, conseqüentemente, sua interação ao meio social, visando e promovendo inclusão (MANTOAN *et al*, 2001). Tratam-se de soluções aplicadas para minorar os problemas funcionais dessas pessoas, como alternativas complementares a comunicação, ao desenvolvimento de habilidades de aprendizado e trabalho, a mobilidade, e controle autônomo de seu ambiente. O conceito é parte denominativa do Comitê de Ajudas Técnicas – CAT, da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (SEDH/PR). (ANDRÉ, 2008).

Os recursos de TA são organizados ou categorizados de acordo com os objetos funcionais a que se aplicam: auxílios para a prática do cotidiano; comunicação aumentativa e alternativa; auxílio a interação computacional; sistemas de controle de ambiente; acessibilidade e mobilidade; órteses e próteses; adequação postural; auxílio a ampliação da visão; auxílio a ampliação da audição; auxílio a recursos de aprendizado funcional e alfabetização. A tecnologia é considerada assistiva no contexto educacional quando as deficiências sensoriais, motoras ou cognitivas são transpostas, e não mais impedem/limitam o acesso à informação e o registro e expressão sobre conhecimentos adquiridos, promovendo assim a participação ativa e autônoma em projetos pedagógicos, a manipulação de objetos de estudo, e a interação direta em sala de aula. (PORCARO, 2006).

Robots como agentes mediadores pedagógicos e assistivos na educação

Robótica educacional (pedagógica) é denominada como o ambiente de aprendizagem em que o aluno planeja, prototipa, simula, monta/constrói, testa automação, controla dispositivos mecatrônicos e programa logicamente um *robot*. (STEFFEN, 2002). Essa gama de ações que envolve uma atividade da natureza da robótica educacional, naturalmente, requer interações interdisciplinares, bem como processos de motivação e colaboração entre os participantes. Assim, como o *robot* é uma ferramenta de trabalho interativa, a aprendizagem é fundamentalmente uma experiência social, pela linguagem e ação.

O uso de *robots* como agentes mediadores pedagógicos não novidade. Desde 1960, quando Seymour Papert iniciou alguns trabalhos nessa área, ao mesmo tempo que o construtivismo piagetiano emergia – influenciando a concepção do construcionismo papertiano, o ideário de um processo de ensino mediado por *robots* era vislumbrado e perseguido. (PAPERT, 2008). O referido pesquisador identificava facilidades oferecidas pelo computador que poderiam ser usadas como recursos de aprendizagem por alunos das etapas iniciais de escolaridade, concebendo assim uma linguagem e programação didática, voltada a crianças. A intenção de Papert (2008) sempre foi conceber um agente mediador que transpusesse a barreira das dificuldades do sujeito nas interações em situação de ensino, permitindo que conceitos e procedimento complexos fossem acessíveis a todos. Nessa linha, a robótica educacional tornar-se um conjunto de processos e procedimentos, envolvidos em propostas de ensino-aprendizagem, que por meio de mediadores pedagógicos, objetivam experiências de construção de conhecimento. Os objetivos da robótica educacional são então, caracterizados pelos desenvolvimentos de:

- autonomia (capacidade de elaboração de projetos, participação em tomadas de decisões coletivas);
- capacidade de trabalho em grupo e empatia;
- projetos com base em diversas áreas (multidisciplinaridade);

- múltiplas soluções para um problema;
- competências da lógica, pensamento matemático, organização e planejamento;
- interdisciplinaridade, com integração de conceitos de contextualizados;

Tais objetivos são consonantes às premissas estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases para o Ensino Fundamental, assim também o são aos princípios estabelecidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCN) e ainda ao que preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). (BRASIL, 1996; 1997; 2017).

A natureza sócio interacionista da robótica educacional e a educação especial

A teoria sócio-interacionista de Lev Vygotsky (seção anterior) é referencial para várias contribuições práticas na educação, em que as características psicológicas do desenvolvimento humano são essenciais para a discussão de alternativas, diretrizes e formulações no plano pedagógico. Aliado a isso, e em conjunto com pesquisas na área das engenharias, sistemas computacionais e robótica avançada; podemos defender a perspectiva sócio interacionista como fundamento para as atividades de robótica educacional ao conceber o *robot* como um instrumento de transformação que altera materialmente o ambiente, não apenas pela sua condução (uso), mas também por permitir investigação sobre cada ação realizada, indicando a interiorização de novos sistemas simbólicos. Assim, um *robot* assume a função do objeto, que media as relações físicas e cognitivas do aluno (sujeito) com o meio no qual está inserido.

Os elementos básicos da teoria de Vygotsky sobre o desenvolvimento do indivíduo podem auxiliar na orientação metodológica e pedagógica para com a robótica educacional, em que esta assume o interacionismo no aprendizado, tanto como uma ferramenta física, como uma ferramenta simbólica, considerando a diferença entre as pessoas, e consequente especificidade de interação com o meio, e não os seus déficits em relação a capacidades e/ou habilidades de apreender o ambiente.

Artigo. 27. A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurado o sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, com constante desenvolvimento de seus saberes, propriedades sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características e necessidades de aprendizagem”

Estatuto da Pessoa com Deficiência/2015, capítulo IV: Do direito à educação). (BRASIL, 2015).

Para uma sociedade inclusiva de fato, a deficiência deve ser concebida como uma diferença, e não como um déficit. Em ambientes escolares inclusivos, a concepção de identidade e diferenças é fundamental para uma relação subjetiva da oposição binária de conceito, e então não se caracteriza uma identidade como norma privilegiada em relação às demais. (MANTOAN, 2007; FREIRE, 2002). Há uma necessidade constante de se levantar questionamentos acerca da artificialidade nas identidades *normais*, para entender que as diferenças são resultantes da multiplicidade, da diversidade e não da *anormalidade*. Não há como proceder inclusão sem quebrar o paradigma opressor vigente da (a)normalidade.

A declaração de Salamanca (UNESCO, 1990), destaca que o princípio fundamental das escolas inclusivas consiste em que todos os alunos aprendam juntos, com suas especificidades e diferenças. As escolas inclusivas devem reconhecer as necessidades diversas dos seus alunos, considerando os vários modelos de aprendizagem com currículos, organização escolar, estratégias psicológicas, recursos e metodologia de interação adequados e que fomenta a cooperação entre sociedade e escola.

A educação especial, enquanto área de conhecimento, deve conceber a escola como um espaço de todos e para todos, celebrando diferenças e possibilidades diversas de interação e construção com e de conhecimento, expondo tensões, qualificando questionamentos, expressando contradições e conflitando a escola dos diferentes com a escola das diferenças. (BRASIL, 1961; 1971; 1988).

A escola regular comum na perspectiva escolar inclusiva

A pedagogia da escola das diferenças, que se enquadra como a escola na perspectiva inclusiva, deve questionar, criticar, discutir, contrapor-se, construir e reconstruir as práticas aplicadas, que mantêm ainda a exclusão através de processos de ensino indiscutíveis, impostos e alocados sobre a desconsideração dos excludentes. Para que a escola comum se torne inclusiva, deve-se reconhecer as diferenças dos alunos diante do processo educativo, e objetivar a participação e progresso de todas, com práticas pedagógicas inovadoras e transformadoras. (BRASIL, 2013).

No ambiente escolar, um ensino de qualidade é aquele que permite coexistir e prover iniciativas que envolvam professores, gestores, especialistas, família e alunos, convergindo a uma proposta para o Projeto Político Pedagógico (PPP), contendo as especificidades e características que atenda ao coletivo imerso na diferença. (BRASIL, 1996). Considerando a perspectiva da inclusão, a educação especial se integra à proposta pedagógica da escolar regular comum, com atendimento aos alunos com deficiência, altas habilidades e transtornos globais de desenvolvimento. Ainda, pode-se atuar de forma adaptada, com orientação e atendimento *a posteriori* destes alunos.

É a chamada educação especial, enquanto modalidade institucionalizada de educação formal, se ocupa de processo educacional caracterizado pelo atendimento às especificidades dos alunos com deficiência, concebendo orientações às organizações de redes de apoio, à formação continuada de profissionais, ao desenvolvimento de práticas colaborativas e à identificação de recursos e serviços. Dessa forma, o conceito que defendemos de educação especial se relaciona à materialização da inclusão, regulando e regulamentando atendimento pedagógico, orientações, recursos e serviços que celebre a diferença, sem frisar as barreiras e imposições de déficits.

Atendimento educacional especializado e robótica educacional

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e o Plano Nacional de Educação (PNE), elaborados com base na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), já prescreviam orientar estratégias para a educação de alunos com deficiência (BUENO, 1993; BRASIL, 1996; 1997; 2008). Com isso, para prover orientações, apoio e auxílio pedagógico a esses alunos instituiu-se o atendimento educacional especializado (AEE), com a função de identificar, elaborar, organizar recursos pedagógicos e didáticos de acordo com as necessidades específicas de cada aluno durante o aprendizado em sala de aula, e após o período letivo, através de salas de apoio pedagógico especial, como tarefas complementares de auxílio. Ainda, são oferecidos o ensino de linguagens, códigos específicos de comunicação, sinalização, uso de tecnologias assistivas e aplicações computacionais para estimular a escolarização do AEE com a proposta pedagógica do ensino comum.

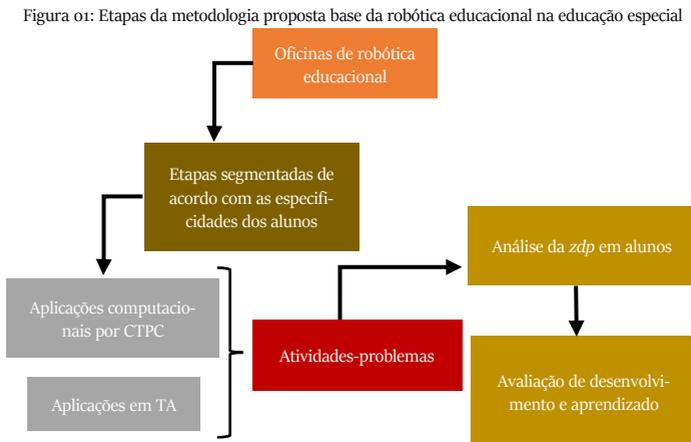
A robótica no contexto da educação especial se destaca ao contribuir com a possibilidade de oferecer mediadores, associado ao uso de *robots*, na interação entre o sujeito que aprende e o objeto a ser apreendido. (MURPHY, 2000; PAZOS, 2002; RUSSEL; NORVIG, 2004). Nesse sentido, uma postura consonante a um referencial teórico, como o sócio interacionista ou o bioecológico por exemplo, permite implementar ações alinhadas a uma base pedagógica como princípio de construção intelectual e social. (WINER; TUDEL, 1991; WOOLDRIDGE, 1993; WILSON; WALLIN; REISER, 2003; WILLIS; TRANTER, 2006). Desta premissa, tem-se como contribuições e possibilidades práticas:

- projetar oficinas de robótica educacional com alunos das séries iniciais do ensino fundamental;
- construir etapas de desenvolvimento físico e simbólico da robótica educacional segundo as características de alunos com deficiência sensorial, motora e cognitiva.
- desenvolver aplicações computacionais como CTPC associadas a TA como auxílio no acompanhamento didático durante as oficinas;

- prototipar atividades-problemas, relacionando o lúdico de conjuntos laboratoriais (*hardware*) e a lógica de programação facilitada (*software*)
- analisar como se inicia e se mantém a zona de desenvolvimento proximal em alunos com deficiência e sem deficiência, durante as oficinas;
- identificar e avaliar o desenvolvimento do aluno como interação em sala, e o aprendizado segundo suas especificidades.

Proposições a partir do nosso histórico com pesquisas na área

Há alguns anos temos nos dedicado a pesquisas com robótica avançada e mais recentemente o nosso interesse tem se inclinado para as tecnologias assistivas. Dessa trajetória constituímos repertório de dados que nos permite prospectar e implementar metodologia para inserção de atividades de robótica educacional em redes de ensino que tem a política de atendimento educacional especializado a alunos com deficiência. Segue um fluxograma do que temos defendido em termos de implementação:



Fonte: AUTOR

Nessa proposta, alunos com distúrbios/transtornos no desenvolvimento global são caracterizados em conjunto com alunos com deficiências, estes relacionados a características de interação com o mundo imposta pela deficiência (sensorial, motora e intelectual, etc) uma vez que os AEE se correspondem, geralmente, com essas características. Na metodologia

aplicada nas oficinas de robótica, pretende-se também adequar os conteúdos à etapa de escolaridade (educação infantil, ensino fundamental, etc), mas observando as interações de entre os alunos e o desempenho em função das condições de aprendizagem dispostas.

Os professores são assessorados por monitores capacitados no uso da robótica, desejável um certo conhecimento de engenharias e computação, uma vez que a formação destes é trabalhada em conjunto com as inferências de fato, pedagógicas, na mediação durante as oficinas. Fluência em língua de sinais também é privilegiada nos nossos planejamentos e tido como necessária.

Os materiais e plataformas são estruturados em conjuntos didáticos experimentais, nesse sentido há os kits comerciais que já vêm pronto para o uso, dispensando maiores conhecimentos de engenharia e computação (com diversos tipos adequados a determinadas categorias de montagens), ou construímos o aparato a ser utilizado (com materiais de uso comum, customizados a atender montagens específicas, ou uso reciclável/descartável).

As atividades de robótica educacional são suportadas por equipamentos que interagem, diretamente, com o aluno em atividade planejamento, construção e controles dos agentes mediadores de aprendizagem, os *robots*. São planejadas várias possibilidades de organização das atividades que sempre atentam para a faixa etária, as especificidades de cada deficiência e o contexto pedagógico desejado, ainda se observando o conteúdo escolar adequado e os objetivos da educação básica, segundo as prescrições curriculares oficiais. A seleção de métodos propostos como ferramentas lógicas para corresponder os trabalhos práticos com o uso dos materiais (conjuntos didáticos) deve atender a tipagem de modos e funções numa determinada linguagem de programação, que também, são disponíveis comercialmente, mas com adaptações, se necessário.

Ainda, as ações dos interlocutores (professores, formadores, monitores, pesquisadores) dos alunos nas oficinas são sempre planejadas para corresponder as necessidades de linguagens para uma comunicação efetiva. Os planos de atividades sempre contemplam uma variada de

métodos, mesclando modelos expositivo, dialogado, demonstrativo, de acordo com a organização sistemática das oficinas em consonância com os objetivos previstos. Por fim, as ações de verificação da efetividade das ações planejadas são avaliadas. Notem que não são os alunos, nem mesmo os seus desempenhos, puramente, a serem avaliados, no caso estes são apenas evidências consideradas para avaliar as ações de ensino das oficinas. O que nos interessa é analisar a efetividade das nossas ações ao intervir junto às características relacionadas às deficiências em busca de práticas inclusivas.

Os resultados da interação entre os experimentos com robótica educacional e alunos com deficiência numa sala regular visa atender:

- *pensamento lógico*: na robótica educacional são oferecidas oportunidades ao aluno de ambientes que promovem o manuseio, a criação, a programação por si mesmo e auxiliada, que através da prática lúdica, desenvolve o pensamento lógico;
- *criatividade*: necessidade de criar e recriar a todo momento, com estímulo a capacidade de analisar, planejar e executar projetos, dando-lhe autonomia no decorrer das suas construções e garantindo sua própria análise no desenvolvimento das atividades;
- *desenvolvimento da coordenação motora*: métodos de organização durante o manuseio de peças e materiais diferentes, de forma eficiente e eficaz;
- *incentivo ao planejamento e projeto*: definição do que se pretende como protótipo, seleção do material necessário e estrutura das condições, como tempo e espaço. Assim, o estímulo ao pensamento de plano de projeto é realizado. O professor atua como mediador que legitima a possibilidade e dá condição para a criança refletir sobre a viabilidade ou não do projeto planejado;
- *trabalho em equipe*: incentivo ao trabalho em pequenas equipes, promovendo a relação interpessoal, e fortalecendo o respeito ao trabalho do colega e às ideias dos outros membros da equipe, gerando atitudes de cooperação, participação e empatia mútua. Os alunos são estimulados a construir em equipe, a dividir tarefas, a identificar as relevâncias das funções dos colegas para concretizar determinada atividade.

Considerações finais

Ao longo deste capítulo, sinteticamente, buscamos apresentar e defender a pertinência de referenciais teóricos, a saber o sócio interacionista

e o bioecológico, para fundamentar atividades de robótica educacional e ao fazê-lo relacionamos às tecnologias assistivas e a práticas inclusivas, abordagens que têm se feito presente em nossos interesses de pesquisas.

A teoria sobre desenvolvimento e ensino-aprendizagem de Lev Vygotsky, postulados da mediação dialética do ensino e da interdisciplinaridade. A bioecologia de Brofenbrenner e o contexto interacionista, as tecnologias e formação da/na/pela robótica como mediadores pedagógicos, e os aspectos característicos da educação especial foram explorados e relacionados de modo homogêneo na construção analítica pretendida a este capítulo, fomentando a base necessária para a contextualização entre robótica educacional e educação especial, para uma efetiva inclusão social na escola.

Referências

- GALVÃO FILHO, T. A.; DAMASCENO, L. L. **Tecnologia assistiva em ambiente computacional**: recursos para a autonomia e inclusão sócio-digital da pessoa com deficiência. Programa *InfoEsp*: Prêmio Reina Sofia 2007 de Rehabilitación y de Integración. In: Boletín del Real Patronato Sobre Discapacidad, Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, Espanha, n. 63, p. 14-23.
- LOPES, L.; SANTOS, L. M. M.; SOUZA, L. F. F.; BARROSO, M. F. S.; SILVA, C. V.; SERPA, B. R.; PEREIRA, E. B. A robótica educacional como ferramenta multidisciplinar: um estudo de caso para a formação e inclusão de pessoas com deficiência. **Revista Educação Especial**, v.28, n°53, p.735-750, 2015.
- POZO, J. **Teorias cognitivas da aprendizagem**, 3ª edição, Artes Médicas, Brasil, 1998.
- SILVA, A. F. **Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**, Tese de Doutorado Acadêmico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, 2009.
- SILVA, A. A. R. S. **Robótica e Educação**: uma possibilidade de inserção sócio-digital. 146 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, 2010.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 14^a edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p. 58.

FRAWLEY, W. **Vygotsky e a ciência cognitiva**: linguagem e integração das mentes social e computacional, Artes Médicas, 2000.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e linguagem**, Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**, 1998.

ARNONI, M. E. B. Análise histórico-ontológica da aula: uma introdução a práxis educativa. X SEMINARIO DE LA RED ESTRADO. Derecho a la educación, políticas educativas y trabajo docente en América Latina. Experiencias y propuestas en disputa. Salvador/Bahia: Brasil. **Anais ... X SEMINARIO DE LA RED ESTRADO** de Salvador. 2014. ISSN 2219685-4.

VYGOTSKY, L. **Psicologia pedagógica**, Martins Fontes, 2004.

BAQUERO, R. **Vygotsky e a aprendizagem escolar**, Artes Médicas, 1998.

VEER, R; VALSINER, J. **Vygotsky**: uma síntese, Edições Loyola, São Paulo/SP, 2005.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico, Scipione, 1997.

MOYSES, L. **Aplicações de Vygotsky à educação matemática**, Papirus, 1997.

FERREIRO, E.; CASTORINA, J. A.; LERNER, D.; OLIVEIRA, M. K. **Piaget Vygotsky: novas contribuições para o debate**. Ática, São Paulo, Brasil, 2008.

BRONFENBRENNER, U. **The ecology of human development**. Cambridge (US): Harvard University Press, 1979.

BRONFENBRENNER, U. **Bioecologia do desenvolvimento humano**: tornando os seres humanos mais humanos. Brasil: Artes Médicas, v. 2, 2011.

BRONFENBRENNER, U. **A ecologia do desenvolvimento humano**: experimentos naturais e planejados. Brasil: Artes Médicas. (Trabalho original publicado em 1979). 1996.

RABELLO, C. R. L. **Tecnologias digitais de ensino superior: uma experiência de desenvolvimento profissional docente na UFRJ**, Tese (Doutorado Acadêmico), Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Linguística Aplicada, Faculdade de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

MANTOAN, M. T. E.; RAPOLI, E. A.; SANTOS, M. T. C. T.; MACHADO, R. **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar: a escola comum inclusiva**, MEC – Secretaria de Educação Especial, Universidade Federal do Ceará, Brasil, 2010.

ANDRÉ, C. F. **Guia de tecnologias educacionais** – MEC, Secretaria de Educação Básica, 2008.

PORCARO, R. M. **Tecnologias de comunicação e informação: políticas e estratégias de inclusão digital no Brasil**, IPEA, 2006.

STEFFEN, H. H. **Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição**. 113 f. Dissertação de Mestrado – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

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

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)**. Lei nº 9.394/1996.

BRASIL, **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Lei nº 13.146/2015.

MANTOAN, M. T. E. **Igualdade e diferenças na escola: como andar no fio da navalha**. Educação, v. 32, n. 2, p. 319-26, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

UNESCO. **Declaração mundial sobre educação para todos: satisfação das necessidades básicas de aprendizagem**, 1990. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/>> .

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 05 de outubro de 1988. Brasília, 1988.

- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 4.024**, de 20 de dezembro de 1961. Brasília, 1961.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 5.692**, de 11 de agosto de 1971. Brasília, 1971.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.796**, de 04 de abril de 2013. Brasília, 2013.
- BRASIL. Presidência da República. Congresso Nacional. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.
- BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, 2008.
- BUENO, J.G.S. **Educação Especial Brasileira: Integração/Segregação do Aluno Diferente**. São Paulo, EDUC, 1993.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos PCNs**. Brasília, 1997.
- ZILLI, S. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e prática**. 89p Dissertação de Mestrado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MURPHY, R. R. **Introduction to AI Robotics**, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2000.
- PAZOS, F. **Automação de sistemas e robótica**, Axcel Books, Brasil, 2002.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**, Elsevier, 2004.
- WINER, L. R.; TUDEL, H. Children in an education robotics environment: experiencing discovery, **Journal of Computer in Children Education**, 2(4), 41-53, 1991.
- WOOLDRIDGE, M. **An introduction to multiagent system**, John Wiley & Sons, 1993.
- WILSON, K. R.; WALLIN, J.; REISER, C. Social stratification and the digital divide, **Social Science Computer Review** 21(2), 133-143, 2003.

WILLIS, S.; TRANTER, B. Beyond the digital divide: internet diffusion and inequality in Australia, **Journal of Sociology** 42(1), 43-59, 2006.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, Sem II. 2008.

FREITAS, M. T. A. A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa. **Caderno de Pesquisa**, n° 116, 2005.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica, **Revista Brasileira de Educação e Pesquisa**, 2005.

Robótica na educação infantil na perspectiva das interações e brincadeiras

*Andrea Braga Moruzzi*¹

*Giovana Alonso*²

Introdução

Este se propõe a realizar explicações e promover reflexões a respeito do uso de um Kit de Robótica com crianças pequenas. O capítulo é derivado dos resultados obtidos numa pesquisa experimental e colaborativa onde inicialmente se tinha como objetivos investigar as potencialidades do uso do material robótico numa prática pedagógica e problematizar as necessidades formativas da docente que colaborou com a pesquisa. A pesquisa sob o título “Robótica na Educação Infantil: Limites, Possibilidades e Necessidades formativas dos Docentes” foi realizada pelas autoras, no âmbito de um projeto de Iniciação Científica.

A pesquisa foi permeada por questionamentos e estes se tornaram combustível para sua realização. Com as interrogações iniciais e aquelas que surgiram no decorrer da proposta, respondemos, ao final desta explanação, às seguintes questões: “primeiramente, é possível robótica na educação infantil?”, “Quais são as potencialidades pedagógicas da robótica para este

¹ Doutora em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Professora Doutora do Departamento de Teorias e Práticas Pedagógicas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). deab.moruzzi@gmail.com.

² Graduada em Pedagogia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq). gyovanaalonso@hotmail.com.

nível da educação básica?”, “Quais são as necessidades formativas da professora colaboradora no que diz respeito ao uso desta tecnologia?”

Preocupava-nos, desde o início, inserir a robótica de forma interativa e lúdica, respeitando àquilo que é prescrito para as crianças nesta fase do ensino e sem antecipação de conteúdos. Na perspectiva das interações e brincadeiras teve-se como resultado um conjunto de potencialidades no uso da robótica, tais como: o estímulo ao desenvolvimento da autonomia, o trabalho grupal, a convivência com os pares, a resolução de conflitos, o uso crítico e criativo de materiais, a descoberta e a experimentação de ideias. No que diz respeito às necessidades formativas da professora colaboradora, verificou-se que a prática pedagógica coesa com a perspectiva adotada depende de uma formação reflexiva e disposta à inovação.

Para experimentar o Kit escolhemos e tivemos receptividade em uma Unidade de Educação Infantil universitária localizada em uma Universidade Federal do interior do Estado de São Paulo. Tivemos como colaboradora uma professora de educação infantil atuante com um grupo de 20 crianças de 5 a 6 anos de idade.

Este capítulo está estruturado de forma que inicialmente se torne compreensível o campo em que a proposta se deu, qual seja, a Tecnologia e a Educação. Na sequência apresentamos o panorama geral da Política Nacional para a Educação Infantil e a forma como a robótica se insere neste contexto, seguindo para uma rápida discussão sobre Robótica Educacional. Num segundo momento faremos a apresentação dos resultados da pesquisa com robótica e a forma como esta se traduz em limites e possibilidades para práticas futuras. Ao final, temos uma síntese de nossas pretensões no item conclusões.

Justificando o título adotado para este capítulo, consideramos **experimentações** o conjunto de atividades e ideias que foram desenvolvidas com as crianças no decorrer das Oficinas de Robóticas. Essas **experimentações** dizem respeito não só às crianças com o uso do material como também experimentações a respeito da prática pedagógica da professora colaboradora e da pesquisadora. Quando utilizamos a palavra **explorações**, estamos

ênfatizando, da parte das crianças, as possibilidades de conhecimento, de descobertas, da criatividade colocada em ação dentro e fora da escola; quando pensamos na atuação dos professores, a **exploração** se coloca como oportunidade de estudar, conhecer e significativamente **explorar** campos do conhecimento não cultivados e pouco divulgados, neste caso, o uso da Robótica na Educação Infantil. Por fim, quando optamos pelo uso do termo **interações**, estamos, no que diz respeito às ações das crianças, nos referindo às relações que são estabelecidas no espaço escolar (na Educação Infantil), onde as crianças, a partir dos agrupamentos, da troca de materiais, do trabalho em grupo e das construções coletivas, se instituem crianças possuidoras de desejos, de interesses e de identidade. Quando pensamos no uso do termo **interações** para a construção do significado do ser professor da Educação Infantil, estamos pensando no profissional que se constitui, se constrói e se reconstrói na própria prática, a partir da (inter)ações que estabelece com as crianças. Esse profissional é aquele que também aprende a ser professor com e nas brincadeiras, na escuta, na observação e na ação de seu trabalho.

Tecnologia e Educação: um campo de exploração

A tecnologia apresenta-se, tanto dentro quanto fora da escola, como uma possibilidade para solucionar problemas, como possibilidade de inovação e modernização, de acompanhamento das mudanças contemporâneas. Utilizar tecnologia significa fazer uso de instrumentos e ferramentas que visem a facilitação do trabalho humano. Leite (2004) critica a imposição da tecnologia e defende que seu uso não se dê ao acaso, sem instrução, sem envolvimento e tampouco sem entendimento.

Para que se faça uso das tecnologias nas escolas, faz-se preciso condições adequadas e escolha por parte do professor. A tecnologia que é imposta não é bem vista e por isso mesmo é recusada. Assim como às demais práticas pedagógicas, é preciso que o professor tenha domínio da tecnologia, é preciso que saiba lidar com esta linguagem e suas diferentes formas de expressão. Da mesma forma:

O domínio do professor deve se concentrar no campo crítico e pedagógico, decidindo-se pela opção de integrar ou não a tecnologia em seu currículo, de acordo com os objetivos, e ainda escolher o momento apropriado para fazê-lo, evitando, assim, a imposição da tecnologia na sala de aula. O professor não pode perder a dimensão pedagógica (LEITE, 2004, p. 5).

Gomes *et al.* (2013) partem da mesma premissa ao pensarem e sistematizarem a importância do uso, com qualidade, da tecnologia na educação. Os autores evidenciam a importância da formação docente neste contexto, uma vez que parte deste uma mudança de postura em relação àquela. Reunindo uma série de textos e pesquisas tendo a educação e a tecnologia como descritores, Gomes *et al.* (2013) fundamentam as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) como aquelas intrínsecas à sociedade moderna, fortemente influenciadoras da condição humana e possível de auxiliar a produção e reprodução de conhecimento. Segundo um dos trabalhos analisados por eles:

Se a escola é responsável pela formação das novas gerações, as instituições devem ser preparadas para participar ativamente da sociedade e atender as demandas providas desse contexto social. Neste aspecto é preciso pensar na inclusão da tecnologia como apoio a prática docente (BRANDÃO; SPAGNOLO; TEDESCO, 2012 *apud* GOMES *et al.*, 2013, p. 4096).

A maioria dos trabalhos analisados por Gomes *et al.* (2013) apontam as tecnologias como meros aparatos, instrumentos visionados a elevar a qualidade na educação. Pelo contrário, defende-se que o professor, capacitado ao uso da tecnologia com qualidade, seja capaz de modificar culturalmente e promova um novo pensar a partir delas. Por isso:

O professor precisa buscar conhecer e estar consciente de que a adoção de tecnologias da informação e da comunicação na área educacional tem reflexos na sua prática docente e nos processos de aprendizagem, conduzindo para a apropriação de conhecimentos (PEREIRA, 2009 *apud* GOMES *et al.*, 2013, p. 4097).

Este domínio se traduz em uma percepção global do papel das tecnologias na organização do mundo atual e na capacidade do professor de lidar com as diversas tecnologias, interpretando sua linguagem e criando novas formas de expressão, além de distinguir como, quando e por que são importantes e devem ser utilizadas no processo educativo (SAMPAIO; LEITE, 1999 apud MEDEIROS; VENTURA, 2009 apud GOMES *et al.*, 2013, p. 4101).

Faz-se necessário senso crítico para não se cair no que Gomes *et al.* chamam de consumo tecnológico, principalmente para as crianças onde os produtos são apresentados atrativamente. E assim, segundo Gomes *et al.* (2013):

É preciso, em meio a essa explosão de consumo que a tecnologia permite, que se saiba, primeiro, escolher o que queremos ter, ouvir e ler; segundo, que saibamos usufruir desses produtos, inter-relacionando-os entre si e relacionando-os com o que acontece ao nosso redor; e terceiro, que essa inter-relação seja resultado da consolidação de objetos que reflitam nossos reais interesses, a nossa cultura e a construção de um mundo mais humano (GOMES *et al.*, 2013, p. 4100).

Nesta dimensão de consumo de tecnologia também podemos destacar a robótica. O uso de robótica nas escolas vem se tornando cada vez mais atrativo. Faz-se necessário problematizar e analisar a maneira pela qual essa tecnologia vem sendo posta nestes contextos e em especial, na educação infantil, que traz uma forma muito particular de organização curricular e pedagógica.

A robótica e a Política Nacional para a Educação Infantil

A pesquisa, de modo geral, inseriu-se na temática Educação e Tecnologia, com ênfase na Educação Infantil. O kit de Robótica, cedido pela empresa PETE, foi mobilizador da proposta que se desenvolveu na Unidade de Atendimento à Criança da Universidade Federal de São Carlos. A pesquisadora e a professora que aceita participar da pesquisa e com ela colaborar, fizeram uso do kit, preocupando-se em tornar o uso desta ferramenta condizente ao

prescrito pela Política Nacional de Educação Infantil, em especial, às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (2010).

A robótica, ou Oficinas de Robótica como passaram a ser chamadas pelas próprias crianças do grupo em que o trabalho foi desenvolvido, não foi considerada apenas mais uma ferramenta do trabalho pedagógico para com as crianças. Ao contrário disto, a robótica inseriu-se no grupo de crianças como uma possibilidade de experimentação, como recurso capaz de proporcionar a exploração das diferentes linguagens, já expostas e exigidas nas DCNEI (2010):

A proposta pedagógica das instituições de Educação Infantil deve ter como objetivo garantir à criança acesso a processos de apropriação, renovação e articulação de conhecimento e aprendizagens de diferentes linguagens, assim como o direito à proteção, à saúde, à liberdade, à confiança, ao respeito, à dignidade, à brincadeira, à convivência e à interação com outras crianças. (BRASIL, DCNEI, 2009, p. 18).

Observa-se que a Diretriz traz em seu escopo a articulação entre diferentes linguagens, indicando também a utilização das linguagens tecnológicas, condizentes com a atual modernização dos conhecimentos, assim como a utilização de ferramentas tecnológicas que venham a facilitar o processo de desenvolvimento infantil e ampliar as experiências das crianças.

As práticas pedagógicas na Educação Infantil devem ser norteadas pelos eixos curriculares chamados “interações” e “brincadeiras” de modo a garantir experiências educacionais e sociais diversas. Dentre as experiências que devem ser promovidas, destacam-se o conhecimento de si e do mundo, o respeito aos desejos das crianças, o favorecimento da inserção em diferentes linguagens, experiências que promovam o convívio com os diferentes gêneros textuais e orais, recriando contextos e relações, ampliando a participação das crianças em atividades individuais e coletivas. Destaca-se também a possibilidade de situações de aprendizagem mediadas que promovam a autonomia, o cuidado pessoal e auto-organização, assim como atividades que alarguem os padrões de referência e de identidades no diálogo e reconhecimento da diversidade.

Incentivar a curiosidade, a exploração, o encantamento, o questionamento e a indagação, experiências que também se expressam nas DCNEI (BRASIL, 2010), abrindo a possibilidade para o uso de gravadores, projetores, computadores, máquinas fotográficas, e outros recursos tecnológicos e midiáticos.

Indo um pouco além do que prescreve a política nacional para a educação infantil, é possível observar que as linguagens tecnológicas se tornaram cada vez mais presentes no universo infantil. As crianças, de diferentes classes sociais, têm tido cada vez mais acesso a computadores, tablets e celulares, com diferentes aplicativos etc. Observa-se, inclusive, que há também o desenvolvimento de termos, conceitos e vocabulários próprios que se derivam do uso das tecnologias.

A robótica Educacional e a robótica na Educação Infantil

Dentre as diversas possibilidades do uso de tecnologias na Educação, a Robótica apresenta-se como um recurso disponível e que vem sendo considerado positivo quando se pretende possibilitar experiências diversificadas, interações, explorações e manipulações de diferentes materiais e construção de conhecimentos. Quando falamos em Robótica, estamos fazendo referência a equipamentos e materiais que possibilitam a construção de protótipos de robôs, máquinas e/ou equipamentos que visam facilitar a vivência humana.

A linguagem Logo, primeira linguagem de programação utilizada pela Robótica, segundo Filho (2000), teve origem nos anos sessenta, ganhando importância no plano da educação desde então. Pela sua facilidade, assim como mencionado também por d'Abreu (1999), a linguagem Logo pode ser usada por crianças muito pequenas. De acordo com o autor:

(...) No ambiente Logo a relação é inversa: a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle- a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a 'pensar', a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-

se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram. (PAPERT, 1980, p. 35 apud FILHO, 2000, p. 96).

Entre as diferentes linguagens tecnológicas existentes, a Robótica vem ganhando destaque por possuir grande proximidade com a vida cotidiana (uso de eletrodomésticos, aparelhos eletrônicos, computadores) e por esse motivo é altamente propícia ao processo de aquisição de novos conhecimentos, com a possibilidade de colocar a criança como sujeito deste processo. É Litwin (2004) também quem expõe:

A tecnologia posta à disposição dos estudantes tem por objetivo desenvolver as possibilidades individuais, tanto cognitivas como estéticas, através das múltiplas utilizações que o docente pode realizar nos espaços de interação grupal. (...) Desconhecer a urdidura que a tecnologia, o saber tecnológico e as produções tecnológicas teceram e tecem na vida cotidiana dos estudantes nos faria retroceder a um ensino que, paradoxalmente, não seria tradicional, e sim, ficcional. (LITWIN, 1997, p. 10 apud ZILLI, 2004, p. 15).

Silva (2009) é clara ao observar que a utilização de robôs no processo de ensino aprendizagem ainda é complexa para o universo escolar, tanto pelo seu custo, como pela gama complicada de conceitos robóticos. Afirma-se, portanto, que a realização de oficinas de robótica pode permitir a interação direta entre os alunos, professores e membros da comunidade escolar, auxiliando nas necessidades formativas dos docentes e por consequência, trazendo benefícios para todos os envolvidos.

O fato da tecnologia problematizar o modelo de aula tradicional e ao mesmo tempo, o fato de ser uma linguagem com possibilidade de ser inserida na educação infantil motivou a realização da pesquisa citada. Nessa proposta experimental nos dispusemos a fazer uso um Kit de robótica disponível no mercado diferente do Kit de Robótica convencional. Utilizou-se o kit da empresa PETE, sediada na cidade de São Carlos, que participou desta pesquisa como doadora dos materiais utilizados. O Kit Alpha Mecatrônica, fornecido pela empresa PETE, é diferenciado por ser versátil e de uso fácil, com estruturas que permitem a utilização de materiais

alternativos, com sensores e atuadores que estimulam a criatividade na construção dos trabalhos. Legal é o nome dado à linguagem utilizada na programação dos robôs, construído num ambiente de uso da Língua Portuguesa, contanto com uma interface de fácil utilização, acompanhando o nível cognitivo daqueles que irão manuseá-la.

A partir deste estudo procuramos desmistificar o uso da robótica na educação infantil e, ao mesmo tempo, alavancar discussões sobre as formas de se utilizar essa ferramenta neste nível de ensino. Ao problematizarmos também as necessidades formativas da professora colaboradora, esperamos fazer coro às discussões que envolvem formação de professores e uso de tecnologias.

Podemos entender que o uso de robôs em ambiente educacional é entendido a partir de dois enfoques. O primeiro enfoque diz respeito à área específica da robótica e a produção de conhecimentos envolvendo mecânica, sistemas de controle e sensores, visão de máquina, uso industrial etc. O segundo é referente ao chamado pedagógico-educacional (D' ABREU, 1999), onde propicia-se a construção de ambientes que levam em conta o uso de dispositivos robóticos para fins de permitir a construção de conhecimentos em diferentes áreas das ciências. Segundo D' ABREU (1999):

Ambientes de aprendizagem baseado no uso de dispositivos robóticos tem possibilitado, de forma simples, econômica, rápida e segura, disponibilizar recursos tecnológicos para a aprendizagem, não só de robótica, mas de ciências de uma maneira geral. (...) Um outro aspecto importante a se considerar, é a questão da interdisciplinaridade inerente a atividade de montar e controlar robôs via computador. (D'ABREU, 1999, s. p.).

Os estudos e utilização de Robótica no campo Educacional surgem na década de 1960, num projeto versando sobre a linguagem Logo, desenvolvido por Daniel Bobrow e Wallace Feurzeig, acompanhados por Seymour Papert, do *Massachussets Institute of Technology*, como consultor. (FILHO, 2000). O objetivo do projeto desenvolvido pelos três investigadores era permitir às pessoas o uso de programas de computador de maneira mais simples, inusitada até então. A ideia era estender o contato com

computadores às crianças cada vez menores, chegando finalmente às crianças da pré-escola. (FILHO, 2000).

O *construcionismo*, termo cunhado por Papert (1986), parte da ideia de que as pessoas aprendem efetivamente bem quando o que se procura parte de seus interesses e quando esse aprendizado pode ser compartilhado posteriormente. Papert baseia-se basicamente em Jean Piaget. O conceito *construcionismo* liga-se ao conceito de *construtivismo* (de Piaget), que vê o indivíduo como sujeito ativo no processo de construção de seu próprio conhecimento. Esse modelo contraria o modelo tradicional de educação, centrado no professor e nos seus métodos de ensinar e transmitir conteúdos. (Filho, 2000). O *construcionismo* foca a elaboração de novos caminhos que propiciem aos alunos aprenderem por si só e aos professores uma postura de instrução e mediação. Nessa postura, o professor coloca-se preparado a **enriquecer** esses caminhos desejados, criando contextos ricos e significativos.

É notório o desenvolvimento da criatividade, da expressão verbal, de ideias relevantes quando se faz uso de computadores na educação. Essas são algumas das vantagens apresentadas por Filho (2000) ao se utilizar a linguagem Logo, além da abstração de conceitos, sejam eles matemáticos, geográficos ou físicos e no caso da Educação Infantil, a possibilidade de experimentação de novas linguagens, de interação com diferentes noções espaciais, noções matemáticas, interações com a linguagem de programação, a observação e planejamento desta programação pelas crianças etc., enriquecendo também suas experiências, tal como preconizam as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil.

É possível compreender que Papert (1985) presume uma atividade condizente à experiência e que esta não se iguala a todos os indivíduos. Para o autor, cada indivíduo, cada criança, cada sujeito possui uma experiência e esta pode ser diferente mesmo que ocorra com um mesmo objeto. Ainda com referência a sua experiência pessoal, sua aptidão a aprendizagem das engrenagens e sua experiência com elas não poderia ser comparada, tampouco transferida a qualquer outra criança ou adulto.

Nega-se a utilização de computadores por um viés de instrução e de auxílio, defendendo-se a possibilidade de real utilização e exploração de tais máquinas. Defende-se ainda que a criança seja quem programa o computador e faça dele uso, e não o contrário a partir de uma relação em que o indivíduo se vê refém da tecnologia seja pelo vício ou pela extrema necessidade. Assim, segundo o próprio autor:

Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas ideias mais profundas da ciência, da matemática, da arte de construir modelos intelectuais. (PAPERT, 1985, p. 18).

Ressaltamos que Papert (1985) não fazia referência a utilização de computadores com crianças pequenas, ou seja, não pressupunha a utilização da tecnologia na Educação Infantil. Suas ideias dirigem-se às crianças maiores, ao que na realidade brasileira condiz com as crianças dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, como forma de alterar e transformar o esquema curricular tradicional que pouco ou nenhuma oportunidade dá aos alunos de produzir seus conhecimentos a partir de situações que partam de seus interesses. O autor propõe uma nova relação entre o objeto de conhecimento e o sujeito da aprendizagem, transcendendo dessa forma limitações e dificuldades, uma vez que a relação se basearia na naturalidade, na aprendizagem por descoberta e construção. Procura ainda demonstrar a forma como a aprendizagem pode ser aprendida. Defendendo um movimento diferenciado, permitindo relações mais humanizantes entre o que se deseja aprender e quem deseja aprender, relações estas mais pessoais e menos alienantes.

Papert (2008) considera que muitas e importantes aprendizagens ocorrem fora dos padrões impostos pela escola; “os bebês aprendem a falar sem currículo ou lições formais. As pessoas desenvolvem habilidades em *hobbies* sem professores; o comportamento social não é aprendido pela instrução em sala de aula” (PAPERT, 2008, p. 27). Ao contrário, como o próprio autor expõe:

(...) sempre ansiei (yearned) por maneiras de aprender pelas quais as crianças pudessem agir como criadores em vez de consumidores de conhecimento, mesmo sabendo que os métodos propostos sempre pareciam ser apenas um pouco superiores, quando muito, aos estilos antigos. (PAPERT, 2008, p. 27).

No capítulo que faz referência aos professores e suas aptidões para o trabalho com o uso de computadores, Papert (2008) expõe uma série de problemas que impediriam esta prática voltada para a inovação e transformação, tais como a falta de recursos materiais e de preparo, ou seja, formação inadequada. O autor defende um estilo pessoal de ensinar que se daria a partir de uma construção pessoal, de uma renovação e transformação interior que o docente, comprometido com a mudança e com práticas que de fato tornem possíveis o aprender, proponham situações e espaços de efetiva produção das crianças e alunos.

O interessante na obra e nos estudos de Papert (2008) é a possibilidade de transferir todas as suas ideias e suposições para o campo da Educação Infantil de maneira absoluta quando temos, para este nível da Educação Básica, políticas que respaldam a intencionalidade e a necessidade de práticas pedagógicas pautadas na experimentação, na manipulação e no uso das diferentes linguagens.

Compreendemos dessa maneira que, no cerne da discussão sobre robótica, pautada principalmente em Papert, está uma concepção criativa e criadora de uma ação pedagógica não escolar, baseada na experimentação e na construção de uma relação horizontal entre professores e alunos, de tal forma que compreendemos ser possível sim pensar na robótica na educação infantil nesta perspectiva. A pesquisa trazida neste capítulo traz as potencialidades deste trabalho na educação infantil a partir de uma pesquisa empírica com crianças e professora de educação infantil. Trazemos abaixo os entornos desta pesquisa.

A robótica na Educação Infantil: uma dentre muitas possibilidades

A pesquisa empírica foi desenvolvida em uma Unidade Educacional Infantil no período de maio a dezembro de 2016. Fomos acolhidos por uma professora que atuava com um grupo de 14 crianças de 5 a 6 anos de idade. Esta professora se destacava por seu perfil e formação: muito atuante na área de formação de professores, com pesquisas e estudos envolvendo o uso de tecnologias e a educação. No primeiro semestre de 2016 fizemos duas inserções por semana nas quais eram realizadas oficinas de robótica com as crianças envolvidas em conjunto com a professora colaboradora. No segundo semestre de 2016 sentimos a necessidade de realizar as oficinas de modo mais espaçado, quinzenalmente desde então. Ao todo foram realizadas quatorze oficinas durante o ano de 2016.

O referencial teórico-metodológico que respaldou as inserções e a construção das oficinas foi a pesquisa colaborativa. Nesta perspectiva as inserções não eram feitas de forma desarticulada ao planejamento da professora colaboradora. Ao contrário, todas as oficinas foram planejadas de forma conjunta com a docente, com o propósito de inserir a robótica no contexto de seu planejamento.

O objetivo da pesquisa-colaborativa é problematizar situações e elaborar projetos seguidos de intervenção. Assim como apresentado em Pimenta (2005), o objetivo da pesquisa-ação-colaborativa não é o de avaliar os professores, mas verificar quais dos seus saberes são pertinentes e quais são os necessários para uma prática mais integrada, respondendo às diversas situações com as quais estão lidando.

Ao considerar a pesquisa colaborativa positiva para o desenvolvimento da referida pesquisa, consideramos a possibilidade de construção de uma consciência profissional, do espaço para a produção crítica de conhecimento, a organização de informação a partir da interação de diferentes sujeitos, a relação de valores e compromissos e principalmente a alteração nas ações cotidianas dos professores em sala de aula.

Além disso, menciona-se o compromisso político e público característico desta modalidade de pesquisa, relacionados com a transformação dos processos de aprendizagem das crianças e alunos, que enfatiza a construção coletiva dos saberes e que considera o professor um profissional crítico-reflexivo. De acordo com Pimenta (2005):

Essa perspectiva tem se configurado como fertilizadora para as pesquisas cujo enfoque é o de colaborar com os processos de construção identitária de professores. Entendendo que o exercício da docência não se reduz à aplicação de modelos previamente estabelecidos, mas que, ao contrário, é construído na prática dos sujeitos-professores historicamente situados. Assim, um processo formativo mobilizaria os saberes da teoria da educação necessários à compreensão da prática docente, capazes de desenvolverem as competências e habilidades para que os professores investiguem a própria atividade docente e, a partir dela, constituam os seus saberes-fazer docentes, num processo contínuo de construção de novos saberes. (PIMENTA, 2005, p. 529).

A pesquisa colaborativa prioriza o diálogo entre os sujeitos do processo, estabelecendo uma relação de parceria, problematizando situações cotidianas, dilemas e dificuldades no âmbito da sala de aula, na instituição escolar como um todo, assim como os anseios dos alunos e crianças.

Pimenta (2005) é perspicaz também em ressaltar os aspectos que configuram a pesquisa colaborativa, definindo a interação como primordial, a definição de prioridades dos problemas a serem pesquisados, a valorização da situação social que se apresenta, assim como dos problemas de diversas naturezas dela decorrentes.

Nos parece interessante mencionar ainda que, tomando como ponto de partida a pesquisa colaborativa também nos abrimos para o fato de que, não somente a universidade e os pesquisadores têm algo a ensinar, mas também os professores que estão em seus contextos profissionais e lidam cotidianamente com aspectos que não são vividos pelos pesquisadores. Além deles, nesta pesquisa tomamos também as crianças como colaboradoras. As Oficinas de Robótica eram realizadas levando em conta as demandas levantadas pelas próprias crianças. Assim, nos momentos de

roda de conversa, a professora e a pesquisadora buscavam ouvir as crianças e o que elas tinham a expressar no que diz respeito às suas curiosidades, interesses particulares e coletivos, vontades e desejos. Dessa forma, todas as Oficinas foram planejadas e realizadas a partir dos desejos expressos pelas crianças nos momentos de roda de conversa, procurando interagir e permear outras linguagens, como por exemplo as linguagens artísticas e corporais.

A cada Oficina as crianças eram organizadas em pequenos grupos, evidenciando o trabalho coletivo, o respeito aos desejos e colocações das demais crianças do grupo, desenvolvendo dessa forma o sentido do compartilhamento tanto de ideias quanto de materiais. Dispúnhamos de três Kits e por conta disso, organizávamos as Oficinas sempre em três grupos. Os grupos nunca eram os mesmos e a cada semana havia o intercâmbio das crianças entre eles.

O material utilizado, tanto os Kits quanto demais materiais pedagógicos – fitas, papéis, cola, materiais de papelaria em geral – eram de uso coletivo e a cada encontro reafirmávamos a necessidade do compartilhamento e do respeito.

Todas as Oficinas foram documentadas utilizando diferentes instrumentos de registro, tais como: Diários de Campo, filmagens, fotografias, registros das crianças e da professora, sempre com o consentimento de todos os envolvidos – crianças e familiares, professora e direção da Unidade. Ao final do processo da pesquisa, estruturamos e sistematizamos os registros de forma a produzir uma Documentação Pedagógica sobre o projeto de robótica. A Documentação Pedagógica nos possibilitou olhar para o projeto e analisar as questões propostas na presente pesquisa. O estudo sobre a Documentação Pedagógica, portanto, também incorpora os referenciais teóricos-metodológicos da presente pesquisa uma vez que contribui na forma de organizar, sistematizar e analisar os registros feitos no decorrer das inserções.

Neste momento damos uma pausa às reflexões sobre a prática com robótica realizada para contextualizar o que estamos entendendo como

Documentação Pedagógica, uma vez que o termo e o sentido que lhes são empregados estão sendo alvo de novas pesquisas por nossa parte.

De acordo com a política nacional para a Educação Infantil, especialmente as Diretrizes Curriculares para a Educação Infantil (2009), as instituições devem criar procedimentos que permitam o acompanhamento do trabalho pedagógico e também a visualização do desenvolvimento da criança. Não há nesses procedimentos a premissa de seleção, promoção ou classificação. Espera-se, por mecanismos capazes de pautar a prática docente, uma observação crítica e criativa das propostas pedagógicas, das atividades e das brincadeiras das crianças, assim como de suas experiências e interações. As DCNEI (2009) propõem a produção de uma “documentação específica” que permita à família e a comunidade acompanhar o desenvolvimento e a aprendizagem da criança na Educação Infantil. Os registros utilizados para produzir essa Documentação Pedagógica pelos adultos – assim como pelas crianças podem ser: relatórios, registros pictográficos (fotos, filmagens e desenhos), portfólios e álbuns.

Malaguzzi (1999) foi o pioneiro em pensar a Documentação Pedagógica nesta perspectiva e por ele entendemos que a documentação é uma estratégia para conhecer as crianças e as práticas, compreendendo-as como participativa e ativa. É uma estratégia para escutar as crianças e atender a seus anseios educacionalmente. A documentação pedagógica é um processo de reconstrução de significado para as situações pedagógicas e é direito garantido para que a criança participe de sua própria educação. Por meio de registros, imagens e falas (documentados) dá-se poder à criança para refletir, compreender, interpretar, analisar e descrever.

Para a educação infantil, portanto, a Documentação Pedagógica tem sido considerada fundamental para se avaliar práticas docentes, contextos educativos e também as crianças, fundamental também para comunicar e ser instrumento de reflexão docente para o planejamento de novos trabalhos e propostas em seus contextos profissionais.

Ao realizarmos esta pesquisa empírica de experimentação da robótica na educação infantil, consideramos fazer uso desta estratégia/ferramenta

tão significativa para este nível da educação para também analisarmos as questões postas em nossa pesquisa: ou seja, a documentação pedagógica produzida após 14 oficinas de robótica realizadas ao longo de 2016, refletida, no final do percurso, junto com a professora e crianças, nos possibilitou fazer análises sobre as potencialidades pedagógicas da robótica e também sobre as necessidades formativas da professora colaboradora. Apresentaremos esses resultados na seção seguinte.

Limites e possibilidades da Robótica na Educação Infantil

Iniciamos este artigo afirmando a preocupação em relação a inserção da robótica na educação infantil de forma lúdica e interativa, respeitando as indicações curriculares prescritas para Educação Infantil sob os eixos “interações” e “brincadeiras”. Nesta perspectiva, a inserção da robótica não foi feita para ensinar conteúdos específicos, mas para possibilitar às crianças experimentações com a linguagem tecnológica.

Entendemos como resultados que a robótica traz aspectos positivos para as experiências das crianças na Educação Infantil, mas ao mesmo tempo, a forma de conduzir o trabalho realizado pela professora refletiu muito significativamente neste resultado. A condução das oficinas de robótica era sempre mediada por rodas de conversas com as crianças sob a mediação da professora colaboradora e pesquisadora, e nesta ocasião as crianças indicavam, sugeriam, expressavam suas curiosidades e interesses bem como a forma pela qual queriam que as oficinas ocorressem. As interações entre as crianças, entre as crianças e os experimentos com a robótica, e entre as crianças e os adultos envolvidos (professora colaboradora e pesquisadora) foram valorizadas e estimuladas, possibilitando ampliar a experimentação das crianças, fato este que a robótica em si não necessariamente proporciona. A condução, portanto, do processo de experimentação, se torna fundamental para ser uma prática que respeite as crianças, seus interesses e suas necessidades. As interações mediadas pela brincadeira também foram centrais para potencializar essas experimentações.

Também podemos destacar os conhecimentos construídos a partir da construção dos robôs no que diz respeito às aprendizagens das próprias crianças. O manuseio dos materiais, a condução dos robôs (com o uso de lanternas e outros sensores que o faziam andar) e a realização da programação do robô para as atividades que seriam executadas, possibilitaram aprendizagens para as crianças na perspectiva do aperfeiçoamento dos movimentos e usos dos espaços, bem como, no aprimoramento da coordenação motora grossa (no âmbito dos movimentos amplos) quanto na coordenação motora fina (no âmbito da construção do próprio robô com suas peças montáveis) e no âmbito do raciocínio (em relação as reflexões que a programação do robô gerava).

Os momentos de programação do robô, no software denominado “Legal”, fornecido pela empresa PETE, permitiu que as crianças pudessem elaborar pensamentos a respeito do que o robô poderia ou não fazer e de que modo o fariam. Dessa forma, quando necessitavam que o robô andasse para a frente e em seguida virasse à esquerda, por exemplo, construíam pensamento a respeito de que botões de programação deveriam acionar para que o robô fizesse aquilo que estavam imaginando. As crianças podiam testar hipóteses sobre a programação, já que o software possibilitava que a programação fosse feita e refeita. Este momento de programação foi realizado com o auxílio da professora e da pesquisadora, mas procurou-se promover o protagonismo das crianças em todos os momentos das atividades.

Os registros feitos por meio de fotos, vídeos, desenhos, escritas das falas, etc, organizados em uma Documentação Pedagógica, foram fundamentais para analisar a potencialidade das experimentações. Destacamos algumas destas potencialidades:

- o estímulo ao trabalho em grupo;
- o estímulo ao desenvolvimento da autonomia;
- convivência entre os pares e resolução de conflitos;
- descoberta e experimentação de ideias.

Percebemos estas potencialidades no decorrer de diferentes usos da robótica, todos intermediados pela brincadeira. Destacamos algumas das brincadeiras realizadas durante a pesquisa:

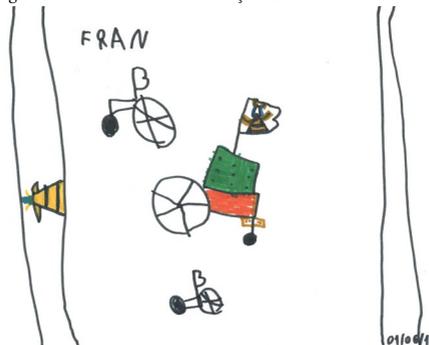
- Competições de corrida com os robôs;
- Jogos - como boliche e futebol;
- Desafios - caça ao tesouro;
- Construção de um robô - utilizando sucata, tornar-se o próprio robô - com a oficina em que em duplas, as crianças incorporaram os personagens “robô” e “programador”;
- Atividades que complementavam o planejamento da própria professora colaboradora- uma em que o robô ia ao supermercado e outra em que se baseava na história “O Pequeno Príncipe”, de Antoine de Saint-Exupéry.

Figura 01: Quadro elaborado pela professora e preenchido pelas crianças para contabilizar a pontuação das equipes na oficina “Corrida com Robô”

	CONE	SONICAM	SCOVEN
1ª		X	
2ª	X		
3ª	X	X	

Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 02: Registro em desenho de uma criança sobre a oficina “Corrida com o Robô



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 03: Crianças consertando um robô na oficina "Jogando Futebol". As crianças preparam um "kit de primeiros socorros" (caso o robô precisasse de ajuda)



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 04: Preparação do robô (criança) para a oficina "Eu sou o robô"



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 05: Robô confeccionado utilizando sucata para a oficina "Caça ao tesouro"



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 06: Uma sinalização de "programador" confeccionada pela própria criança



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 07: Robô confeccionado para a oficina "O pequeno príncipe". O personagem "Pequeno Príncipe" é acoplado ao robô.



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 08: Crianças testando o robô "Raposa" na oficina "O Pequeno Príncipe"



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

Figura 09: Registro em desenho sobre os planetas que o robô poderia visitar oficina "O Pequeno Príncipe"



Fonte: ARQUIVO DAS AUTORAS

As imagens anteriormente expostas e suas respectivas legendas apresentam, de modo bastante sintetizado, a forma como as Oficinas foram realizadas e os resultados delas originados.

As dificuldades e necessidades formativas da professora colaboradora eram, essencialmente, relativas às manipulações e programações do robô. Essas dificuldades eram levadas à empresa que auxiliou na formação da professora colaborada para o uso do material. Destacamos que a professora colaboradora tinha muita abertura e disposição para aprender e usar os materiais, fato este que também auxiliou nos resultados positivos desta pesquisa. Compreendemos, nesta dimensão, que a professora colaboradora atuou como uma profissional reflexiva.

Ser reflexivo é como ter um espelho e um prisma transparente nos quais se vê a própria prática. Atividades reflexivas podem ser concebidas como janelas. São veículos que auxiliam a voltar-se para trás e olhar o seu trabalho, possibilitando analisar a substância, a direção e a intenção de suas práticas (KNOWLES; COLE; PRESSWOOD, 1994 *apud* REALI; REYES, 2009). Ser um professor reflexivo é, portanto, estar atento aos detalhes e sinalizações que demonstram que uma proposta ou uma postura não estão adequados, que um comportamento da criança está apresentando incompatibilidade ao que dela se espera e a partir daí o profissional vai percebendo em que situações é preciso mais investimento, mais atenção, reformulação

e readequação. Reconhecendo a profissão docente como um *continuum* de aprendizagem, examinando criticamente suas próprias ações, tomando para si o desenvolvimento de sua própria ação, o professor torna-se um profissional autônomo no sentido da busca por formas de tornar sua prática vantajosa para si e para seus alunos, contribuindo para a construção de um ambiente profissional agradável e tal postura somente se dá tendo como recurso a observação atenta das experiências que estão sendo oferecidas às crianças e de que forma elas o estão.

Observar é um processo contínuo para que se sinta e signifique as experiências das crianças. Escutá-las e negociar junto a elas são processos que as valorizam e proporcionam que sintam interesse e vontade de estar na escola, de aprender, de ouvir o que o professor tem a compartilhar. Assim:

A escuta, tal como a observação, deve ser um processo contínuo no cotidiano educativo, um processo de procura de conhecimento sobre as crianças, seus interesses, motivações, relações, saberes, intenções, desejos mundos de vida, realizada no contexto da comunidade educativa procurando uma ética de reciprocidade (OLIVEIRA-FORMOSINHO e FORMOSINHO, 2011, s.p.)

Quando pensamos nas necessidades formativas da docente colaboradora, já apontamos a necessidade de reflexão para a prática pedagógica, assim como e sobre ela, a necessidade de reconstrução constante de suas propostas e seus ideais, a utilização de recursos que respaldem sua proposta (a Documentação para acompanhamento) e por fim, apontamos a necessidade de escuta da criança. A escuta é o processo de ouvir a criança e entendê-la como colaboradora e por isso, “tal como a observação, deve ser um processo contínuo no cotidiano educativo, um processo de procura de saberes (...). (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2011, s.p.).

Conclusões e importância do estudo

É possível robótica na educação infantil? Compreendemos a partir das discussões expostas no presente artigo que a robótica se mostrou como uma linguagem interessante e pertinente para a educação infantil, tanto

do ponto de vista de sua adequação para a faixa etária trabalhada (crianças de 5 a 6 anos), quanto pelas aberturas existentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil (2009).

Ressaltamos, entretanto, que a pertinência e a adequação desta linguagem na educação infantil se dão mediante uma prática reflexiva da professora e que se pautem nas interações e nas brincadeiras, tendo como premissa central a escuta das crianças e a construção de propostas que respeitem seus ritmos, suas necessidades e interesses.

Dentre as dificuldades sinalizadas pela professora colaboradora, destacam-se àquelas referentes propriamente ao uso dos dispositivos pela docente e pela pesquisadora, suplantadas nos momentos de formação em robótica proporcionados pela empresa doadora dos Kits. Ressaltamos nesta perspectiva que a inserção, na prática, de linguagens ou de propostas inovadoras ou diferentes das que habitualmente se recorrem, sempre exigirá do professor a abertura e a receptividade para novas aprendizagens. Colocar o professor como aprendiz também nos parece potencialmente pertinente e ruptor de paradigmas que polarizam o conhecimento e o ensino na figura do docente.

Aos professores e futuros professores que pretendem espelhar-se nesta pesquisa, indicamos que é fundamental estar aberto às experimentações e buscar, junto com as crianças e também em momentos paralelo, soluções para os desafios que se colocam nas práticas. Até mesmo os momentos de conflito são oportunidades para aprendizagens relativas ao trabalho em grupo. Nos parece também fundamental mencionar que a prática que se pauta nas necessidades e interesses das crianças, em um planejamento adequado e na escuta atenta aos desejos infantis, tem mais chances de serem bem-sucedidas e acolhidas pelas crianças e seus familiares.

Finalizamos este capítulo como uma síntese dos resultados da pesquisa com Robótica, dando ênfase à proposta organizacional deste livro, qual seja: explorar, panoramicamente, diversificadas relações entre Processos Formativos e conceitos, perspectivas, temáticas e/ou tendências em Robótica Educacional. Consideramos que nossa proposta perpassou tanto

as perspectivas didáticas e pedagógicas, quanto também políticas e culturais, contemplando não só os processos de ensino-aprendizagem, como também se responsabilizando com o oferecimento de uma experiência significativa envolvendo tecnologia digital com atividades de programação e robótica. Sendo assim:

- A proposta demonstrou-se pertinente uma vez que interagiu com as crianças através de seus próprios interesses, ou seja, as crianças, num processo de expressão e reflexão sob mediação da pesquisadora e docente por elas responsável selecionavam a forma como gostariam de desenvolver as oficinas;
- Através dos registros (fotos, vídeos, desenhos e etc) é possível verificar o desenvolvimento das Oficinas de Robótica e a forma como as crianças se expressam, dialogam e interagem em torno de um objetivo comum.
- As dificuldades e necessidades formativas da professora responsável pela turma eram levadas para os momentos de Formação em Robótica oferecidos pela empresa PETE, visualizando-se assim o comprometimento da docente em solucionar questões referentes à sua prática, colocando-se num processo de formação continuada e fundamentalmente reflexiva;
- O planejamento coletivo e o processo reflexivo sobre a própria prática podem ser colocados como resultados da pesquisa enquanto formativos à professora e também à pesquisadora. Sempre em diálogo, ambas se colocaram à pesquisa e demonstraram comprometimento com uma prática pedagógica que contemplasse os objetivos já expostos, contextualizando atividades e tornando as mesmas interessantes para as crianças;
- Ressignificou-se uma Educação Infantil pautada essencialmente no BRINCAR, o direito à brincadeira e à autonomia são as características que pautaram a pesquisa e são pressupostos que de fato se concretizaram.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil** (2009). Resolução nº 5, de 17 de dezembro de 2009. Brasília, DF, 2009.
- D'ABREU, J. V. V.. **Desenvolvimento de Ambientes de Aprendizagem Baseados no Uso de Dispositivos Robóticos**. In: Anais do X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Curitiba, 2009.

LEITE; L. S. (coord). **Tecnologia educacional**: descubra suas possibilidades na sala de aula. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

MALAGUZZI, L. História, ideias e filosofia básica. In: EDWARDS, et al. As Cem Linguagens da Criança – **A abordagem de Reggio Emília na Educação da Primeira Infância**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

OLIVEIRA-FORMOSINHO, J; FORMOSINHO, J. A perspectiva educativa na associação criança: a pedagogia-em-participação. In: OLIVEIRA-FORMOSINHO, Julia. **Modelos Curriculares para a Educação de Infância**: construindo uma práxis de participação. Portugal: Porto Editora, 2011.

PAPERT, S. **Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **LOGO**: Computadores e educação. São Paulo: BRASILENSE, 1985.

PIMENTA, S G. **Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente**. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 3, p.521-539, São Paulo 2005.

REALI, A. M. M; REYES, C. R. Unidade 2 A reflexão e a docência. In: _____ **Reflexões sobre o fazer docente**. São Carlos: EdUFSCar, 2009. pp. 25-37.

SILVA, A. F. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. 2009, 115 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, RN, 2009.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 2004, 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

Programando e brincando: robôs, crianças e culturas da infância

*Deise Aparecida Peralta*¹

*Thais Paschoal Postingue*²

*Andrew Felipe Silvério Souza*³

*Flavio Augusto Leite Taveira*⁴

Para início de conversa

Que as coisas continuem como antes, eis a catástrofe⁵

- Walter Benjamin

O projeto a ser descrito neste capítulo tem suas origens relacionadas às atividades de um grupo de pesquisa. A coordenadora e os bolsistas responsáveis pelo referido projeto são integrantes do Grupo de Pesquisa em Currículo: Estudos, Práticas e Avaliação (GEPAC), constituído em 2013, na Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus de Ilha Solteira. O GEPAC conta com, aproximadamente, quarenta pesquisadores – entre

¹ Doutora em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – campus de Bauru. Professora do Departamento de Matemática da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – campus de Ilha Solteira. Bolsista Produtividade do CNPq e líder do GEPAC. deise.peralta@unesp.br.

² Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – campus de Bauru. Professora na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. thaisppostingue@gmail.com. Bolsista FAPESP.

³ Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – campus de Ilha Solteira. andrew.souza@unesp.br. Bolsista FAPESP.

⁴ Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – campus de Ilha Solteira. flaviota-veira16@gmail.com. Bolsista CNPq.

⁵ Benjamin (1989, p. 491).

doutores, doutorandos, mestrandos, bolsistas de iniciação científica; graduandos e profissionais da educação — que se propõem, em suas investigações, a pensar a educação e a formação cultural contemporânea.

Em uma das linhas de pesquisa do GEPAC, a de Tecnologias, vem se configurando desde 2014 o projeto que, sinteticamente, nos ocuparemos em descrever: o Programando e Brincando que, dentre outros objetivos, discute formação com tecnologia digital em uma perspectiva de relação de mais autoria, e menos consumo acrítico de tecnologias, incluindo seus produtos e processos. A justificativa para o projeto reside na necessidade de essa perspectiva de autoria ser objeto de formação das pessoas desde as mais tenras idades, afinal tecnologias digitais são suporte contemporâneo de informação e conhecimento.

Inicialmente, o foco de interesse se deu no formato de atividade de extensão⁶ em creches com intuito de popularizar ciência entre crianças pequenas por meio de montagem e programação de robôs. No entanto, a atividade extensionista acabou por suscitar investigações e acabou por se tornar uma segunda linha de pesquisa a qual a primeira autora deste texto passou a se dedicar (a primeira é sobre Currículo na Educação Matemática). Essas investigações passaram a contar com financiamentos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)⁷ e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)⁸.

A partir da experiência⁹, acumulada nesse período em que o projeto é desenvolvido, muito poderia ser dito. Abordaremos, porém, apenas alguns tópicos que consideramos pertinentes de forma assistemática, aberta e fragmentária no sentido de tentarmos compor com o leitor uma visão panorâmica do que temos feito e o que nos tem inspirado e movido para a ação.

⁶ Projetos financiados pela Pró-reitoria de extensão universitária da UNESP (PROEX) e do Programa Núcleo de Ensino da Pró-reitora de graduação (PROGRAD).

⁷ FAPESP Processos 2013/21375-2, 2015/26166-8 e 2016/00107-8.

⁸ Processos CNPq 438016/2018-1 (Chamada Universal Edital MCTIC/CNPq n 28/2018 Universal) e CNPq 309203/2017-1 (Bolsa Produtividade em Desenvolvimento Científico e Tecnológico DT II).

⁹ Para narrar nossa experiência nos valeremos em muito de registros fotográficos, esclarecemos que tais registros foram expressamente autorizados por pais e responsáveis para constarem neste material.

Nossa percepção de tecnologia e formação se fundamenta em alguns aspectos do arcabouço teórico de Jurgen Habermas, filósofo e sociólogo alemão, expoente da Escola de Frankfurt¹⁰ e grande crítico do caráter instrumental que tem regido nossa sociedade. Habermas (2011), dentre tantas outras questões, tem nos alertado para como o desenvolvimento tecnológico, a forma de circulação de informações, o consumo de mídias e de suportes digitais; bem como a infinidade de formas de interação com o contexto social tecnológico impactam nos modos de construção, apropriação e compartilhamento de conhecimento, criando novas e constantes demandas para a educação.

O referencial habermasiano sempre nos impôs uma preocupação: buscar entendimento para a integração das tecnologias digitais da formação e comunicação (TDIC) à formação, em todos os níveis de escolarização, diferente daquele sentido, amplamente, empregado e carregado de racionalidade técnica, que restringe a capacidade de pensar e ser-agir a um ser-fazer instrumental.

Temos procurado vislumbrar formas de interação com as tecnologias que superem o agir instrumental a partir de novos modos de se relacionar com tecnologia. Essa perspectiva, no entanto, carecia de uma especificidade maior em relação à interação com crianças pequenas. Jurgen Habermas fundamenta ação entre adultos, inspirando possibilidades de ampliar para toda e qualquer relação entre seres humanos. No entanto, ele próprio não se ateve a especificar sua Teoria da Ação Comunicativa (HABERMAS, 2012a; 2012b), considerando as especificidades da infância.

O projeto Programando e Brincando se desenvolve com crianças de 04 anos a 05 anos e 11 meses de idade e desde o início de suas atividades sempre primou por fundamentos que embasassem nossa prática,

¹⁰ Quando falamos em Escola de Frankfurt “nos referimos ao pensamento de um grupo de intelectuais marxistas não ortodoxos, alemães, que, a partir dos anos 1920, desenvolveram pesquisas e intervenções teóricas sobre problemas filosóficos, sociais, culturais, estéticos gerados pelo capitalismo tardio e influenciaram sobremaneira o pensamento ocidental particularmente dos anos 40 aos anos 70 do século passado.” (PUCI, 2001). Alguns textos sobre Escola de Frankfurt: JAY, Martin. *La imaginação dialéctica: história de la Escuela de Frankfurt y el Instituto de investigación social (1923-1950)*. Versión española de Juan Carlos Curutchet. Madrid: Taurus ediciones, 1974; SLATER, Phil. *Origem e significado da Escola de Frankfurt*. Tradução de Alberto Oliva. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

adequadamente, considerando e respeitando a infância. Nesse sentido, os escritos de Anete Abramowicz, professora titular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, e o campo teórico dos Estudos Sociais da Infância desde 2014 tem nos acompanhado.

Em 2017, por ocasião de um estágio de pós-doutoramento da primeira autora deste capítulo, que também é coordenadora do Programando e Brincando, conhecemos Manuel José Jacinto Sarmento, do Instituto de Educação da Universidade do Minho, e suas pesquisas sobre as Culturas da Infância. Ainda por ocasião da estadia na Europa, em virtude do pós-doutoramento, a coordenadora do projeto conheceu *Reggio Emilia*, no norte da Itália, e a experiência educacional para a infância idealizada por Loris Malaguzzi. Esses referenciais, decididamente, mudaram os rumos que o projeto Programando e Brincando vinha trilhando desde 2014.

E assim, num movimento contínuo de repensar e incorporar novos fundamentos, temos tentado delinear ações que, por meio da Teoria Social Crítica de Jurgen Habermas e dos conceitos da Sociologia da Infância, rompem com a racionalidade técnica e com a ideologia tecnocrática, questionando as formas como a sociedade se relaciona com a técnica e com a tecnologia digital, respeitando o direitos das crianças à infância e suas culturas próprias.

Pensando sociedade, tecnologia e infância

Desinventar objetos. O pente, por exemplo.
 Dar ao pente funções de não pentear. Até que
 ele fique à disposição de ser uma begônia. Ou uma gravanha.
 Usar algumas palavras que ainda não tenham
 idioma.

-Manoel de Barros¹¹

Segundo Habermas (2011), a tradição cultural pode ser questionada a partir da reflexão crítica. Ao acreditar no compromisso prático e ético do

¹¹ Barros (2016, p.22).

desenvolvimento tecnológico na relação dialética entre teoria e prática, propõe como forma de superar qualquer tipo de dominação pelo contexto tecnológico, a *emancipação*, que se traduz pelo uso autoral das tecnologias, tendo como características a ação guiada para o entendimento racional (razão comunicativa) e a busca pela experiência da reflexão e autorreflexão constantes.

Os processos de formação humana se destacam nas atividades de preparação para agir com autonomia e crítica, com perspectiva emancipatória, na sociedade contemporânea cada vez mais tecnológica. Nesse sentido, ao inserir as TDIC na formação das crianças, estamos buscando ir além da sua apropriação baseada na lógica instrumental. Sendo assim, defendemos a interação com tecnologias digitais como expressão de criatividade e autoria, como objeto de estudo e como meio de produção e suporte contemporâneos de conhecimento. Afinal, criança é sempre contemporânea.

Ao buscar uma nova forma de razão (qualitativa – não manipuladora/não opressiva/não controladora) para interagir e criar com tecnologias digitais, concordamos com Habermas (2011, 2012a; 2012b) sobre o fato da razão instrumental, baseada nas ciências empírico-analítica, não permitir conhecer o mundo na sua plenitude e não considerar as relações culturais intimamente ligadas ao mundo da vida¹². Ainda, segundo o mesmo autor, se faz necessário propor uma via racional alternativa, de entendimento do mundo social, a partir da comunicação, da visão interdisciplinar e da interação crítica e dialética com o mundo e as pessoas. Portanto, não cabe outra postura que não a de propor **ser** e **estar** no mundo (uma nova racionalidade de instituição social), que rompa com a relação uso-consumo-dominação-alienação da natureza e da consciência humana, criando/integrando produtos e processos com tecnologias para criar/interagir e não para explorar/ser explorado.

¹² Mundo da vida/mundo vital num ideário habermasiano se refere a tudo aquilo que está em nossa trajetória de constituição do nosso ser – nossas experiências de vida, que nos constituem sujeitos diferentes e pertencentes a cultura. É a parte da subjetividade que levamos para a constituição da intersubjetividade.

Em termos de constituição da sociedade e sua relação com as tecnologias digitais, em função dos atores sociais, não é incomum o uso da terminologia “nativos digitais” (PRENSKY, 2001), fazendo alusão a uma experiência social e geracional e usada para dar visibilidade a características de comportamentos de crianças e jovens contemporâneos. Considerando que há um longo caminho teórico trilhado que nos mostra como a infância é uma construção social e histórica (ARIÈS, 1978) e assim o sendo, os fenômenos tecnológicos, especialmente os de caráter digital, que caracterizam a contemporaneidade podem lançar visibilidade sobre possibilidades e entendimentos de como crianças se desenvolvem e interagem em meios cada vez mais midiáticos e hiperconectados. (CHAGAS-FERREIRA, 2014; LEVY, 1996).

A infância, como categoria de análise da sociedade, tem requerido observâncias quanto a manifestações digitais diversas, a transformações dos lugares e espaços, a representações e configurações das famílias; a modos de interação com dispositivos móveis; ao brincar caracterizado pelo hibridismo entre o físico e digital; o lúdico relacionado ao tecnológico, a redes sociais e conectividade; entre outros. Esses fatores deslocam a criança para outros lugares nos sistemas de significação e representação cultural múltiplos que caracterizam o mundo social contemporâneo.

Apesar de criança não ser um constructo social novo, a ideia de infância remete à modernidade, onde, com mudança de ideário e comportamentos em relação à saúde pública, os sujeitos sociais mais jovens passaram a chamar atenção da medicina em virtude da mortalidade, falta de saneamento, miséria e trabalho infantil. Ser criança passa de condição humana, a partir de estatísticas e de delineamento biológico, a constituição de ser que merece interesse público.

Isso, pois, até o século XIX as crianças eram seres de existências potenciais que, durante grande parte da idade da Idade Média, foram considerados meros seres biológicos, sem lugar social nem autonomia de ser. Crianças eram partes do universo das mulheres e ali permaneciam até serem consideradas aptas para o trabalho ou para a guerra. (ABRAMOWICZ; OLIVEIRA, 2012; SARMENTO, 2004). Nesse sentido,

ainda que, paradoxalmente, “apesar de ter havido sempre crianças, seres biológicos de geração jovem, nem sempre houve infância, categoria social de estatuto próprio.” (SARMENTO, 2004, p.11).

Um pouco sobre culturas da infância e robótica educacional

A criança é feita de cem.
A criança tem cem mãos, cem pensamentos, cem modos de pensar,
de jogar e de falar.
Cem, sempre cem modos de escutar as maravilhas de amar.
Cem alegrias para cantar e compreender.
Cem mundos para descobrir. Cem mundos para inventar.
Cem mundos para sonhar.
A criança tem cem linguagens (e depois, cem, cem, cem),
mas roubaram-lhe noventa e nove.
A escola e a cultura separam-lhe a cabeça do corpo.
Dizem-lhe: de pensar sem as mãos, de fazer sem a cabeça, de escutar e
de não falar,
De compreender sem alegrias, de amar e maravilhar-se só na Páscoa e
no Natal.
Dizem-lhe: de descobrir o mundo que já existe e, de cem,
roubaram-lhe noventa e nove.
Dizem-lhe: que o jogo e o trabalho, a realidade e a fantasia, a ciência e a
imaginação,
O céu e a terra, a razão e o sonho, são coisas que não estão juntas.
Dizem-lhe: que as cem não existem. A criança diz: ao contrário,
as cem existem

-Loris Malaguzzi¹³

Historicamente, a psicologia tem apresentado certa hegemonia na estruturação e interpretação do que é ser criança. Essa área do conhecimento, “mediu a inteligência, prescreveu o desenvolvimento, dividiu as crianças por idades e capacidade mental, elaborando *standarts* para observar etapa por etapa da infância até a adolescência.” (ABRAMOWICZ;

¹³ Educador italiano que criou a “abordagem Reggio Emilia” (o nome faz referência à cidade onde foi concebida essa vertente pedagógica). Para ele, não só o que a criança pensa é válido, mas válidas são também as múltiplas linguagens da infância e as formas como as crianças pesquisam, produzem sentidos e conhecimentos.

OLIVEIRA, 2012, p. 48). Nesse cenário, a idade é tomada como marco, categoria prática, fixa e precisa, delimitando “desviantes”: as crianças imaturas, as que não aprendem, as que não se desenvolvem.

Nesse sentido, a infância passa a ser expressa em função de *déficits* ao se relacionar idade, período de desenvolvimento e etapa de vida em gráfico, descrevendo curvas de normalidade e desvios. A impressão apreendida é a de que as crianças deveriam crescer parametrizadas pela ideia de “algo padrão”, tendo o adulto como modelo.

A criança passa a ser objeto de um conjunto de saberes e alvo de um conjunto de prescrições atinentes a padrões de “normalidade”. Esses saberes, segundo Sarmento (2004), dicotomizam-se em ideários antagônicos de infância: as concepções rousseauianas e montaigneanas sobre a criança, que inspiraram o construtivismo e o comportamentalismo. Essa dicotomia, identificada por Ariès (1973; 1986) na modernidade (a criança-*bibelot* e a criança-irracional), vem sendo, com atualizações sucessivas, incorporada ao imaginário coletivo acerca de representações sociais modernas sobre as crianças e passa a ser analisada a partir de outros referenciais, dentre eles o sociológico.

A atenção dos sociólogos esteve muito tempo voltada para as instâncias institucionais encarregadas do trabalho de socialização, no sentido de auxiliar na constituição do ser que participa de um mundo social, principalmente, numa perspectiva estrutural-funcionalista. A sociologia em geral se ateve à orientação de vertente durkheimiana, desenvolvendo, nesse sentido, investigações sobre a criança como objeto sociológico. (QVORTRUP, 1994; CORSARO, 1997).

É principalmente por oposição a concepção da infância, considerada como um simples objeto passivo de uma socialização regida por instituições, que vão surgir e se fixar os primeiros elementos de uma sociologia da infância. Isso deriva de um movimento geral da sociologia, seja ela de língua inglesa ou francesa, de resto largamente descrito, que se volta para o ator, e de um novo interesse pelos processos de socialização. A redescoberta da sociologia interacionista, a dependência da fenomenologia, as abordagens construcionistas vão fornecer os paradigmas teóricos dessa nova construção do objeto. Essa

releitura crítica do conceito de socialização e de suas definições funcionalistas leva a reconsiderar a criança como ator. (SIROTA, 2001, p. 09)

A sociologia da infância se firma na década de 1990 para disputar o campo teórico: a criança e a infância, que não vinha sendo privilegiado pela própria sociologia, a partir de uma certa inflexão da concepção de socialização que, até então, se mantinha, como já dissemos, segundo os durkheimianos. Disso resulta uma importante contribuição, a saber, o reconhecimento de uma identidade da/para infância. Para Sarmento (2004), essa identidade

[...] reside, primordialmente, 1) no seu estatuto social face aos direitos sociais (as crianças não têm capacidade jurídica de decisão autónoma, necessitam de protecção e têm uma responsabilidade social em parte depositada em quem exerce o poder paternal), reside ainda 2) nos factores sociais que impendem sobre as crianças e que condicionam profundamente as suas formas de existência: (há estatisticamente mais crianças pobres que outro qualquer grupo geracional); 3) na compulsividade de frequência de uma instituição escolar – a escola – apenas obriga as crianças; 4) na dependência (imensa maioria das crianças não tem rendimentos económicos próprios). Essa identidade é também construída e continuamente investida pelo sistema económico que destina uma parte dos seus produtos às crianças, cuidando de autonomizar bem esse segmento de mercado, nas várias áreas em que ele se exprime. A identidade das crianças é também a identidade cultural, isto é a capacidade das crianças constituírem culturas não redutíveis totalmente às culturas dos adultos. (SARMENTO, 2004, p.16-17).

A expressão culturas da infância pode ser entendida, consonante a perspectiva da sociologia da infância, como representações simbólicas, expressões e comunicações próprias de um grupo de crianças, construídas nas interações entre pares em permanente diálogo entre elas e com a cultura adulta. Portanto, infância trata-se de um fenômeno geracional, sendo intra e intergeracional.

De acordo com Sarmento (2003, p. 3) “por esse conceito entende-se a capacidade das crianças em construir de forma sintetizada modos de significação do mundo e de ação intencional, que são distintos dos modos adultos de significação e ação”. Contudo, as culturas infantis,

invariavelmente, são sempre relacionadas a lugares, espaços e contextos históricos, sociais, culturais, étnicos e políticos dos quais as crianças fazem parte.

Corsaro (2011), teoriza o conceito de culturas infantis de pares ao se referir a grupos de crianças que ficam juntas por uma quantidade significativa de tempo, a saber, todos os dias, definindo-a como “um conjunto estável de atividades e rotinas, artefatos, valores e preocupações que as crianças produzem e compartilham em interação com as demais”. (CORSARO, 2011, p. 128).

Sarmento (2004) admite uma dimensão que ultrapassa os limites da inserção da criança na cultural local. Essa dimensão com traços de princípios de universalidade seria distintiva das culturas da infância que, pelo referido autor, pode ser interpretada como gramática dessas culturas, sendo expressa por características semânticas, sintáticas e morfológicas.

As características semânticas das culturas da infância podem ser evidenciadas quando as crianças, de forma autônoma, elaboram processos de referenciação e significação próprios. Aquele conhecido “era uma vez” não tem uma correspondência histórica e temporal, relacionada ao passado, mas orienta-se por uma temporalidade recursiva, contínua, que convoca o presente a todo momento, de tal forma que “era uma vez” é sempre a vez em que se apresenta ao ser evocada.

As sintáticas são evidências pelo fato de as crianças articularem elementos constitutivos de representações que, não se subordinando à lógica formal, sustentam a possibilidade da contradição do princípio de identidade. Aquela composição de personagens do “agora eu sou um super-herói” exprime o ideário de um ser que se transforma no que vê e projeta e, por isso, se apresenta articulado a e na ordem do discurso, relacionando o real e o imaginário, o ser e o não ser, o estar e o devir.

E por fim, as características morfológicas das culturas infantis se relacionam ao comportamento das crianças em atribuírem especificidades às formas que assumem cada um dos elementos constitutivos de suas culturas. A bolinha de gude do jogo da criança não é apenas um objeto

esférico, mas é a peça de jogo, a preciosa moeda de troca, o troféu que se obtém ou o artefato mágico que refrata a luz. A boneca é parte de sua família, compartilhando roupas, camas, comidas.

A gramática das culturas da infância, ilustrada por Sarmiento (2004), se expressa integrando ritos, artefatos, disposições cerimoniais a normas e valores que caracterizam as culturas em seus princípios universais. Ainda para o referido autor, essas se estruturam em quatro eixos principais:

1. Interatividade: a criança está em interação com o ambiente e com outros seres o tempo todo;
2. Ludicidade: para a criança entre brincar e fazer coisas sérias não há distinção, sendo o brincar o que de mais sério existe;
3. Fantasia do real: para a criança o que é fantasia e o que é real existe na imbricação entre os dois universos, os dois são referência para as crianças e se encontram associados sem distinção;
4. Reiteração: para a criança a não literalidade tem o seu complemento na não linearidade temporal.

Neste momento voltamos nossa atenção ao projeto, Programando e Brincando, e afirmamos que todas as nossas ações estão sendo conduzidas, num movimento de pensar e repensar as práticas, orientadas à progressiva aproximação do que é preconizado em termos de Gramática e Eixos Estruturantes das Culturas da Infância. As crianças são entendidas como detentoras de direitos e liberdades para construir significados e processos de referência próprios, articularem elementos constitutivos de representações e atribuírem especificidades aos elementos constitutivos de situações problemas. Ainda, numa tentativa de reafirmar compromisso com as culturas da infância, as crianças são incentivadas a enfrentarem desafios interagindo entre elas, brincando, fantasiando e reiterando possibilidades e novas formas de pensar o desafio a todo tempo.

Arce (2007) e Angotti (2008) denunciam que há uma tendência de dominação do paradigma grafocêntrico, em detrimento do direito das crianças à cultura própria da infância, está a invadir as atividades direcionadas a crianças pequenas. Ariés (1981) vêm alertando sobre a

necessidade de pensar em práticas que permitam e incentivem as crianças a serem crianças e vivenciarem a infância. (SARMENTO, 2004). Nesse sentido, só podemos pensar em programação e montagem de robôs com intenções educativas para crianças pequenas, antes de tudo, prezando por elas como seres sociais e a infância como produtora de cultura. E assim o sendo, temos pensado em robótica educacional para crianças sob duas hipóteses:

- H1: É possível desenvolver atividades de programação e robótica com crianças, respeitando as Culturas da Infância.
- H2: Tecnologias digitais são elementos culturais, sendo ainda suporte contemporâneo ao conhecimento, aos quais as crianças têm direito a conhecerem/interagirem/dominarem, numa relação de autoria, com racionalidade alternativa à instrumental.

O que queremos dizer é que há a necessidade de reafirmar que as crianças têm direito a interagirem com as tecnologias digitais, contemporâneas ao mundo social do qual fazem parte, e que crianças são sujeitos que podem criar e fazer tecnologia. Sobretudo, pensar programação e robótica para crianças de 04 a 05 anos e 11 meses, respeitando seu direito de ser criança e com atividades consonantes às culturas da infância, requer pensar outras e novas formas de socialização para a educação de novas crianças e outras infâncias. Isto posto, no sentido de pensar formas de educação e/para/com crianças pequenas que podem ser formadas a partir de uma sociologia da infância que aborde aspectos de nossa realidade social, cultural, econômica, racial, política e tecnológica.

Robótica educacional e/para/com crianças pequenas requer ainda pensar sobre como criar e produzir espaços fora das amarras da racionalidade técnica, da dominação sobre a mundo natural e social, da ideia tecnologia como fonte de poder que supere o ser. Robótica educacional neste contexto nada mais é que oportunizar espaço de protagonismo às crianças, mas “sem conversão em lucro para o capital, que tem sido hábil em lhes retirar o que tem de único e talvez último, que são sua potência e sua vida.” (ABRAMOWICZ; OLIVEIRA, 2012, p. 62). Ou seja, pensar em atividades de programação e robótica para crianças justificadas pela necessidade de

motivar futuros candidatos a carreiras em exatas e/ou tecnologias é o suprasumo da racionalidade instrumental, ou ainda, é apologia à colonização do mundo da vida pelo sistema. (HABERMAS, 2012a).

Rosemberg (1976), defende que os interesses e paradigmas da cultura adulta, altamente sistêmica, se impõem de forma a colonizar a infância, sendo desafiados pelo brincar como expressão do protagonismo infantil, como exercício de invenção da criança, como potência de criação. Então, montar e programar robôs por crianças deve ser uma ação (des)colonizadora do protagonismo infantil em relação ao paradigma adultocêntricos de relação com tecnologia.

Robótica educacional com crianças pequenas exige outra racionalidade que, compondo com a gramática das culturas da infância, ofereça um ambiente em que modelos únicos ou ações subordinadas às dimensões e interesses predominantes/dominantes da visão sistêmica não tenham vez.

Programando e Brincando: fragmentos

O robô
Os adultos, sempre sérios,
Sabem só me programar.
Se eles não brincam comigo,
Com criança eu vou brincar.
-Toquinho¹⁴

Na impossibilidade de, em 20 páginas, apresentar tudo que já experienciamos com o Programando e Brincando, elencaremos alguns fragmentos que caracterizem um pouco dessa nossa trajetória e dos principais objetivos almejados.

O projeto vem sendo desenvolvido, desde 2014, em um Centro de Educação Infantil (CEI) da rede municipal de uma cidade do noroeste do estado de São Paulo e até o ano de 2015 também em um Centro de Convivência Infantil, destinado a filhos de servidores, de uma universidade estadual

¹⁴ TOQUINHO. **O ROBÔ**. Casa de Brinquedos. São Paulo: Polygram,1983.

paulista. Ao longo do período de execução do projeto já passaram pelas nossas oficinas, aproximadamente, 360 crianças (de 03 a 05 anos e 11 meses).

O referido CEI se localiza na área central da cidade. No entanto, as crianças matriculadas são residentes em bairros periféricos e assentamentos rurais. A maioria das crianças utiliza transporte escolar para se locomover até a escola, pertencem a famílias beneficiárias de algum Programa Social de complementação de renda e não tem acesso a computadores e/ou aparato de tecnologia digital em casa.

Contando um pouco sobre as oficinas

As atividades são desenvolvidas em encontros semanais, que nos habituamos a chamar de oficinas¹⁵ e são conduzidas por três pesquisadores (bolsistas), dos quais, dois responsáveis pela condução da oficina (cuidando para que todas as crianças participem) e um fica responsável pela observação de cada criança (registrando evidências acerca de questões investigadas, por exemplo, manifestação e ou expressão de pensamento computacional, relações de gênero, etc.). De forma geral, as oficinas têm um planejamento estrutural prévio que objetiva orientar as ações dos bolsistas na condução das atividades com as crianças. Tal planejamento é antecedido por estudos acerca de conceitos relacionados à sociologia da infância e de programação e robótica. Além de um tempo para conhecer o material (kit de robótica) a ser utilizado.

Quadro 01- Síntese do Planejamento das Oficinas

OFICINAS	ATIVIDADES
O que são robôs?	Caracterização e definição de robôs (apresentação da proposta das oficinas e de todos os participantes, roda de conversa, desenho e dramatização).

¹⁵ O termo acabou por permanecer depois de, nos primeiros encontros em 2014, uma criança fazer analogia das nossas atividades com a profissão do pai em uma oficina mecânica. Chamar de oficina também facilita as crianças não confundirem as atividades do projeto com as demais “aulas” que dizem ter. Estabelecemos que chamaríamos de Oficina ao conjunto de encontros em que são desenvolvidos o começo, o meio e o final de uma sequência de atividades sobre o mesmo tema com as crianças. Uma oficina dura um, dois, três ou até mesmo cinco encontros de 50 minutos cada.

O que é comunicação?	Caracterização acerca de conceito e formas de comunicação e as possibilidades de “falar” com o nosso robzinho e ele nos “responder” (roda de conversa, dramatização, Brincadeiras tipo Jogo de Mímica, apresentação do Robô Zero ¹⁶).
O que é linguagem?	Definição de linguagem e especificação de tipo de linguagem que possibilita comunicação com nosso robzinho (roda de conversa, Brincadeiras do tipo Telefone sem Fio, Tentativas de se comunicar com o Robô Zero).
O que é programação?	Apresentação do conceito de rotina e de sequência de procedimentos a serem realizados com frequência e ordem adequados, e a construção coletiva da ideia de programação relacionada a um conjunto de instruções dispostas em sequência de procedimentos para que algo seja executado (roda de conversa, Brincadeiras do tipo Seu Mestre Mandou, apresentação do LEGAL ¹⁷ como linguagem a ser utilizada para programar o Robô Zero e exploração das funcionalidades do computador e do LEGAL por cada uma das crianças).
Montando robô!	Apresentação, exploração e atividades de montagem de robôs (orientações acerca de cada componente do aparato de robótica ¹⁸ , manipulação dos itens, montagem e personalização dos robôs).
Robôs em Ação!	Montagem, personalização, programação (organização em grupos de crianças, distribuição de tarefas, montagem dos robôs, personalização, planejamento de uma ação a ser executada pelo robô e programação).
Hora de usar sensores!	Conceito de sensor e de robôs equipados com sensores; função dos sensores de cor, de luz, de proximidade e de faixa (roda de conversa, orientações acerca de cada sensor, montagem e personalização dos robôs, planejamento de uma ação a ser executada pelo robô usando cada um dos sensores, programação e execução do programa)
Desafios	1.Desafio proposto pelos pesquisadores de uma série de ações a serem executadas pelo robô de cada um dos grupos (roda de conversa, apresentação do desafio pelos pesquisadores, organização dos grupos para planejarem qual programação e quais sensores devem ser usados para que o robô execute o Desafio 1, programação e execução do programa). 2.Desafio a ser proposto pelas próprias crianças utilizando tudo que aprenderam nas oficinas (roda de conversa, planejamento e apresentação do desafio pelos grupos de crianças, organização dos grupos para planejarem a programação e quais sensores devem ser usados para que o robô execute o Desafio 2 que elas mesmas propuseram, programação e execução do programa). 3.Desafio proposto pelos pesquisadores, em conjuntos com as crianças, de uma série de ações a serem executadas pelo robô usando todos os sensores estudados nas oficinas anteriores (roda de conversa, apresentação inicial dos pesquisadores de uma proposta de Desafio 3 e pedido para que as crianças complementem com sugestões de ações a serem executadas pelo robô, programação e execução dos programas).

Fonte: AUTORES

¹⁶ Nome dado ao robzinho mascote da oficina que ainda não apresenta customização, programação a ser executada e nem está equipado com sensores.

¹⁷ O LEGAL é um software de programação desenvolvido pela PETE Educacional. A versão que utilizamos foi especialmente pensado para crianças que nunca tiveram contato com programação, possui interface em português e usabilidade facilitada por ícones muito intuitiva, sendo possível, com poucos comandos, “Ensinar” o robô a executar tarefas complexas. na estrutura do LEGAL, antes de iniciar uma programação é preciso inserir, por favor, e no fim, obrigado, caso contrário, não há sucesso na programação. Estas funções também desenvolveram outras habilidades retratadas aos professores, como melhora no convívio com os colegas, professores da instituição e até familiar.

¹⁸ A escolha do aparato de robótica para o desenvolvimento das oficinas teve como referência um artigo, de pesquisadores da UNICAMP, que analisa alguns kits disponíveis no mercado, comparando suas facilidades e dificuldades de uso (MORELATO et al, 2010). Foi feita opção pelo uso de um kit de robótica, comercializado pela empresa PETE, que foi apresentado pelos pesquisadores como o de peças de montagem mais resistentes, de ambiente de programação simples com interface de fácil interação e o que não exigia a necessidade de acompanhamento por técnico de informática para implementação de projetos, facilitando a autonomia de crianças e professores. A versão usada neste projeto apresenta melhorias em relação à analisada por Morelato *et al.* (2010) no que se refere a usabilidade para crianças menores de 6 anos.

No CEI participante do projeto as crianças são agrupadas por faixa etária e participam das atividades do projeto nas mesmas turmas que convivem diariamente. Sendo assim, as oficinas acontecem com grupos de crianças de 3 anos e 11 meses a 4 anos e 11 meses e de 5 anos a 5 anos e 11 meses. No entanto, o conteúdo das oficinas é o mesmo apesar da diferença de faixa etária que cada grupo abrange. Os bolsistas são orientados a observarem e responderem à cada turma de acordo com a forma como as crianças respondem às atividades propostas. O importante é estarem atentos e atuarem em função do comportamento das crianças não atrasando feedbacks necessários, nem antecipando auxílios.

As crianças são estimuladas a pensarem e testarem comunicação e comportamentos para os robôs (via programação). Nesse sentido, são feitos estudos para incorporar o ideário das cem linguagens preconizada pelo Loris Malaguzzi, da escola italiana de *Regio Emilia*, nas atividades planejadas para as oficinas. Os processos formativos e de socialização, defendidos por Papert (2008), em nossas oficinas com crianças pequenas são potencializados e revestidos de afetividades e redes de solidariedade, visando a possibilidade de um devir-criança. (ABRAMOWICZ; LEVCOVITZ; RODRIGUES, 2009).

Em todas as 12 vezes que a Oficina 01 foi aplicada, ao longo dos anos, invariavelmente as crianças associaram robôs a forma humanoide e citaram filmes, desenhos animados e séries de TV como fontes de imagens de robôs das quais se lembravam. Até mesmo as crianças com menos de 04 anos, cujo os desenhos não aparentavam formas conhecidas, quando convidadas a apresentar seus desenhos descreviam partes do robô como partes do corpo humano (pernas, braços, cabeça, barriga, etc).

Figura 01: Desenhos provenientes de desenvolvimento da Oficina 0 que são robôs



Fonte: AUTORES

Ao atribuírem ações ao robô, todas as crianças mencionam aquelas típicas de super poderes (visão de raio laser, cuspir fogo, força para levantar casas, correr mais rápido que trem, voar como avião, etc) e também as típicas de comportamento humano (dançar, andar, correr, jogar bola, comer, etc). E quanto mais novas as crianças, mais citavam comportamentos humanos para os robôs e quanto mais idade tinha a criança, mais poderoso costuma ser o robô. As dramatizações registradas em todas as edições também se relacionam a expressar robôs com características e comportamentos de seres humanos.

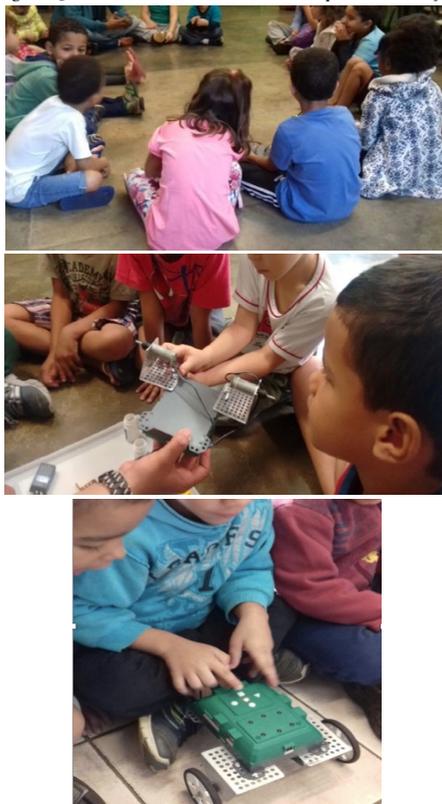
Sempre ao final da primeira oficina, ou início da segunda, o kit de robótica é apresentado para as crianças interagirem livremente com ele. O objetivo é que as crianças conheçam as peças do material (parafusos, porcas, peças metálicas, chaves de fenda e de boca e os sensores), explorando, manuseando. Os bolsistas participam desse processo, apresentando e orientando sobre usos, funções e sobre segurança. Explorando as peças, as crianças criam objetos, imagens ou representações ilustrativas do imaginário.

Figura 02: Kit utilizado nas oficinas



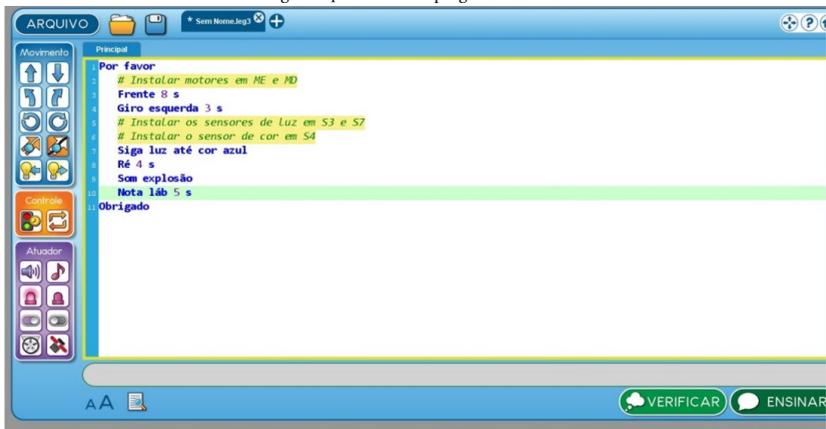
Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Figura 03: Atividades realizadas na Oficina O que é comunicação



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Figura 04: Interface do programa LEGAL



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Figura 05: Atividades realizadas na Oficina O que é linguagem



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Os conceitos de comunicação, linguagem e programação são construídos a partir da necessidade, fomentada pelos pesquisadores, de fazer com que “nosso amigo robô entenda o que eu digo e responda o que eu preciso. E que língua devemos usar para isso?”. A partir dessa demanda, algumas situações são colocadas e passam a ser explorados exemplos de formas de comunicações, como desenhos, música, pinturas e mímicas. Após situações de expressão e indagações, ocorrem brincadeiras (Telefone sem Fio,

Jogo de Mímica, Adivinhar o Desenho do Colega, sempre acontecem), danças e dramatizações.

O conceito de programação, baseado em comportamentos de rotina e sequência, é experienciado com as crianças, inicialmente, por uma brincadeira como a *Seu Mestre Mandou* (em algumas edições da Oficina 04 a brincadeira da *Boneca de Lata*, variações do *Seu Donato Tinha um Sítio* também já foram usadas). A intenção é sempre que as crianças compreendam que rotina é uma sequência de procedimentos, costumes e habilidades que realizamos com frequência e generalizem para um conceito de programação relacionada a instruções inseridas no computador que descrevam o que o robô deve executar como tarefa.

Após esses momentos de brincadeiras e conversas, a atividade centra-se em apresentar o computador com o programa LEGAL para que as crianças explorem com curiosidade a interação com o programa. E só depois de muita exploração livre, de montagens de robôs com liberdade de personalização, testes livres de funcionamento do LEGAL, muitas situações imaginadas com os personagens criados para cada robô montado, é que as ações dirigidas para programar tarefas para o robô executar são desenvolvidas.

As oficinas posteriores (06, 07 e 08) focam, principalmente, os sensores de cor, de luz, de faixa e de proximidade. Algumas discussões são levantadas e exemplos sempre são dados pelas crianças como, por exemplo: controles de televisores, sensores de portas, entre outros apresentados e conhecidos por elas. As discussões são levadas a convergirem para a utilidade dos sensores para os robôs e são eles os responsáveis por fazer com que o robô reconheça o ambiente em que ele está. As crianças em todas as edições destas oficinas associam os sensores com os sentidos humanos (tato, olfato, paladar, audição e visão), relatando analogias entre o robô se utilizar dos sensores para interagir com o meio em que está e as pessoas também por meio dos órgãos dos sentidos.

Figura 06: Atividades realizadas na Oficina O que é Programação



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Figura 07: Atividades realizadas na Oficina Montando robô



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Figura 08: Atividades realizadas na Oficina Hora de usar sensores



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Atividades de Programação e Robótica e Culturas da Infância: prolongando um pouquinho a prosa

Após 2016, ou seja, após entrarmos em contato com os estudos da sociologia da infância, todas as atividades do projeto passaram a ser pautadas pelo compromisso de garantir o direito das crianças de interagirem com o mundo, expressando suas culturas. Sendo assim, as atividades de programação e robótica, no escopo do Programando e Brincando, não objetivam que crianças pequenas aprendam a programar. Isto, pois se torna consequência das oportunidades de interação com um aparato contemporâneo de tecnologia digital. No entanto, como objetivo temos que crianças pequenas possam elaborar processos de referenciação e significação próprios, podendo fazer uso de temporalidade recursiva (dimensão semântica das culturas da infância); possam articular representações, subvertendo à lógica formal (dimensão sintática); possam ainda atribuir especificidades às formas que cada elemento de sua cultura assume em seu mundo (dimensão morfológica).

Em todas as atividades propostas de montagem e programação de robôs, todas as crianças brincam muito enquanto montam robôs,

enquanto planejam roteiros, enquanto elaboram o programa e enquanto executam programação, sem fazer distinção entre o que é tarefa requerida pelos pesquisadores para a oficina e o que é brincadeira de livre escolha delas. As crianças criam realidades alternativas e imaginam histórias para os personagens robôs que são montados, sempre inventando novas formas de começar de novo a montagem de um robô, um roteiro de uma programação, a sequência de um programa. A dimensão afetiva pode ser observada, pois todos os robôs montados recebem nomes, são acariciados, abraçados e beijados.

Os robôs também são personalizados de acordo com enredos e roteiros imaginados. As crianças são sempre observadas a atribuir características, qualidades e personalidade ao robô. As crianças personificam os elementos da situação assim como Sarmento (2004) defende que elas o fazem, especificando a Gramática das Culturas da Infância. O robô, após montado, não é mais entendido nos grupos como um artefato e sim como um amigo, um ente animado com história e a programação quando executada deixa de ser uma sequência de encadeamentos lógicos e passa a ser a vida de um amigo das crianças. Ou seja, interatividade, ludicidade, fantasia do real e a não literalidade, associada a não linearidade temporal, podem ser comprovadas em todas as Oficinas.

Há muitas situações registradas nas oficinas que descrevem os robôs e peças de montagem sendo usados pelas crianças como extensão dos seus corpos. Sendo comum registros de crianças abraçadas, e segurando os robôs no colo, durante a elaboração dos roteiros da programação e mesmo em interação com o LEGAL. Muitas crianças apertam os robôs, simulam o comportamento do robô, interpretando-o, ao selecionarem os comandos, dramatizam com peças e sensores nas mãos, numa aparente demonstração de pensar com o corpo todo.

Figura 08: Crianças montando e personalizando robô



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Uma pincelada sobre Robótica e Pensamento Computacional¹⁹

No Programando e Brincando também investigamos evidências acerca de comportamentos/habilidades/capacidades características ao desenvolvimento de pensamento computacional (PC), a saber, divisão de um problema complexo em problemas menores, facilitando sua resolução (proceder decomposição), verificação aprofundada de um problema menor e a notação de semelhanças que permitirão a automação do processo, ou seja, o que poderia ser replicado (reconhecer padrão), reconhecimento do que é importante para entender e planejar a (re)solução de uma situação problema, além do imediatamente aparente (abstrair) e organizar um conjunto de passos necessários para se chegar a (re)solução de uma situação problema (esquematizar um algoritmo). (WIN, 2006).

¹⁹ Jeannette M. Wing, professora do Departamento de Computação da Universidade de Columbia (USA), em 2006, utilizou a terminologia Pensamento Computacional em um artigo discutindo como pensa um cientista da computação e os benefícios que, esta forma de pensar, poderia trazer a todos, passando a ser uma das principais referências para as pesquisas da área.

Afora o encantamento que os robôs suscitam nas crianças, uma vez que interagir com aparato de robótica é algo bem distante da realidade da maioria das crianças participantes do projeto - que nem ao menos tem contato com computador em casa, as atividades de programação atreladas às atividades de montagem de robôs permitem às crianças manipularem os artefatos, enquanto pensam com e sobre ele. Essa natureza concreta parece privilegiar que as crianças, até mesmo as mais novas, atribuam múltiplos significados para os objetos construídos (narram histórias, classificam, quantificam, descrevem eventos, relacionam causa e efeito, formulam hipóteses para a atuação do robô para uma série de possibilidades de programação).

Os comportamentos das crianças nas oficinas são expressos por ações que evidenciam características de PC: constroem um robô - essa construção é sempre permeada por discussões de conceitos, hipóteses e elaboração de roteiros, discriminando ações que compõe a tarefa (decomposição, abstração), elaboram uma sequência de ações a serem desempenhadas pelo robô (reconhecimento de padrões e algoritmos), testam a programação a partir do comportamento do robô. Nos registros das oficinas há descrição de episódios em que as crianças conjecturam: *SE usarmos esse comando, o robô vira à direita; SE o robô virar à direita, vai sair da sala*. Ou ainda grupos que, ao idealizarem os Desafios, decompõem a situação em situações menores, organizam o programa a ser escrito, preveem comportamento do robô e elaboram roteiros de forma algorítmica.

Figura 09: Situações em que puderam ser caracterizados comportamentos compatíveis com proceder decomposição, esquematizar um algoritmo, reconhecer padrão, abstrair.



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Neste momento cabe aqui um lembrete: estamos a falar de PC em crianças pequenas. Crianças tem culturas e se comportam segundo racionalidades próprias. A definição de problema (para podermos falar em (re)solução de problemas, generalização, abstração, decomposição de um problema, algoritmos para propor solução), segundo uma criança, não pode ser entendida pelos parâmetros de um adulto.

Por fim, mas não menos importante: relações de gênero e étnico-raciais

Ao iniciar as atividades do Projeto Programando e Brincando, em 2014, ainda como atividade de extensão e sem muitas expectativas acerca de investigações, nos preocupávamos com questões acerca das dificuldades enfrentadas pelas meninas ao desenvolverem atividades, tradicionalmente, mais populares entre os meninos. E, influenciados pelos estudos de Sullivan e Bers (2012), nos ocupamos em analisar como meninos e meninas respondiam, em termos de desempenho, a tarefas de programação e montagem de robôs.

Assim como as referidas pesquisadoras também obtivemos resultados que mostram meninos e meninas, de 4 a 5 anos de idade, igualmente bem-sucedidos em uma série de tarefas de construção e programação de robôs. As tarefas consistiam em cinco encontros sobre robótica e programação, com duas turmas diferentes (N = 28 alunos).

No entanto, atualmente, julgamos que esse tipo de resultado, apesar de importante, não basta para romper com uma série de comportamentos que reforçam barbáries que se instalam na sociedade e cujas as raízes se firmam em uma racionalidade que perspectivas binárias²⁰ não dá conta de discriminar e combater. Estamos a falar da necessidade de investigações que demarquem a capilaridade da heteronormatividade²¹ no mundo social, onde ela atua, disseminando discriminação, preconceito e violência.

Nesse sentido, atualmente, as nossas atividades estão começando a se organizar de forma a não replicar, reforçar ou naturalizar relações e condutas que dão margem a possibilidades de compactuar com características da sociedade que tendem a forçar que diversidades – culturais, sexuais, étnicas e raciais– sejam suprimidas, silenciadas, subestimadas ou invisibilizadas.

Atividades com o potencial de criação, e desenvolvimento de habilidades de pensar, como as que caracterizam robótica educacional não podem compactuar com estratégias de padronização do mundo social, muitas vezes, ditadas por instituições, incluindo a escola. Educação que padroniza é arma no processo de transformação dos indivíduos em sujeitos normais, ou seja, moldados para aceitar as relações de dominação já impostas. Sendo assim, alguns processos forma[ta]tivos podem fomentar

²⁰ Ao falar em binarismo estamos a nos referir ao que não aceita o espectro, que existe na matriz de gênero, que separa o gênero feminino do masculino. A não-binaridade concebe que esse espectro é extremamente amplo – e ainda maior quando observamos gêneros que não se enquadram na linearidade entre os polos masculinos e femininos desse espectro. (REIS; PINTO, 2016).

²¹ Historicamente estabeleceu-se uma norma para parametrizar as condutas ditas normais, baseada em relações de poder, em que o parâmetro é o homem heterossexual, branco, cristão, urbano e de classe média. Todos aqueles que não se encaixam neste padrão são denominados “outros” e que serão definidos em contraponto ao modelo. A heteronormatividade que se define por uma norma compulsória à heterossexualidade, está apoiada na ligação entre sexo, gênero e expressão da sexualidade. (LOURO, 2009. p. 90).

essa normalização, produzindo sujeitos de corpos e mentes dóceis e adestrados (FOCUALT, 1987; BUTLER, 2007).

As ações do Programando e Brincando tem centrado esforços em romper com o modelo heteronormativo encontrado dentro da escola, empreendendo esforços para que as atividades com robôs não se prestem a repetir modelos padronizados de feminilidades e masculinidades, reiterando marcas amplamente divulgadas e aceitas em nossa sociedade, dentro dos processos de normalização de condutas (CARVALHAR, 2009, p. 17). As oficinas são pensadas para não reforçar desigualdades, ao passo que lida com as diferenças como elemento social a ser celebrado e valorizado.

O planejamento se atenta às escolhas, à presença ou ausência de conteúdos e práticas que podem categorizar, impor, oprimir e/ou excluir. Ao montar o robô ou programar uma rotina a ser executada, as crianças não precisam reproduzir as histórias dos comerciais de margarina: papai sai para trabalhar de carro e com pasta de executivo; a mamãe esbelta e bem vestida, por vezes loira de cabelos lisos compridos e olhos azuis, é quem fica em casa, cozinha e cuida dos filhos; as meninas de laço e cabelo escovado brincam de bonecas e os meninos sempre felizes ao lado de amigos brincam com carrinho, estabelecendo, lugares e categorias para todos.

Nas nossas oficinas, os robôs recebem nomes sem a preocupação com categorização; a customização tem sido feita com cores e adereços de acordo com o gosto da criança e não com a preocupação de categorizar o personagem; os enredos e roteiros imaginados para o personagem se relacionam mais a brincadeiras e jogos que as crianças costumam participar e a expressões de afetividade que com papéis sociais pré-determinados (pai bravo q trabalha, mãe dócil que cuida da casa, chefe manda, empregado obedece). Os robôs são animais, são super-heróis, são pais, são mães, são avós, são irmãos, são professoras, são mecânicas, são felizes, são tristes, ficam doentes, tem cabelos compridos, tem cabelos pretos, tem cabelos verdes. Enfim, ao procurarmos não reforçar a reprodução de padrões, damos espaço para mais liberdade de criação.

O processo de construção e programação de robôs nas oficinas está intimamente ligado ao processo de socialização das crianças. O modo como as crianças experienciam a criação, por meio do aparato de tecnologia digital, é determinante e determinado na e pela forma com a qual enxergam o entorno e a si próprias. Ou seja, terem a oportunidade de participarem de atividades planejadas para que não repitam padrões heteronormativos (próprios da cultura superiorizada relativa a homem, a branco, a heterossexual, a rico e a ocidental) da sociedade corrobora, em última instância, para que as suas escolhas e preferências sejam em favor da não reprodução desses padrões. Dizemos isso, pois escolhas tendem a serem feitas tendo por base a moral do meio, a qual delimita certas fronteiras entre sujeitos e/ou grupos sociais.

Os processos formativos, operacionalizados em sociedade por diversas práticas, terão forte influência nesse modo como as pessoas escolhem, se entendem e projetam ações a partir disso. “O que se ensina sobre a cultura dos povos indígenas, por exemplo, irá contribuir para a formação de um ideal identitários dessa cultura, o mesmo acontece com as culturas negras e, também com os gêneros.” (REIS; PINTO, 2016, p.16).

Entendemos que a construção de ideais, a que se refere Reis e Pinto (2016), é o que de mais característico se tem em termos curriculares, atualmente, e a escola, espaço de vivência de currículos, tem o papel de aceitar e incentivar, ou reprovar e reprimir conceitos, concepções e condutas ideais.

O que fazemos na nossa escola, sem dúvida, interfere na construção da nossa sociedade local, regional e global - e vice-versa. A forma como a ação educativa é pensada e, mais ainda, a forma como se concretiza na sala de aula - e em tantos outros espaços da escola - pode provocar transformações ou (re)produzir uma série de exclusões e desigualdades. (BORTOLONI, 2014 *apud* REIS; PINTO, 2016, p.16).

Nesse sentido, interpretamos nossas ações com as crianças como sendo de extrema reponsabilidade, ainda que como Louro (2000) não entendemos ter a escola todo o poder ou toda a responsabilidade na construção de identidades (de gênero, de raça, de etnia, de classes sociais), mas certamente não

queremos que nossas atividades com robótica educacional venha a corroborar padrões preconceituosos, excludentes e opressivos em relação a sujeitos e culturas que já são socialmente marginalizados.

Figura 10: Imagens das Oficinas



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Em nossas oficinas meninas e meninos decoram os robôs com laços e adereços coloridos e reluzentes; todas as crianças apertam parafusos, montam e programam robôs; são incentivadas a não hierarquizar as participações dos colegas, a fazerem rodízios nas funções a serem desempenhadas nos grupos de trabalho, a pensarem em identidades para os robôs para que celebrem, não categorizando, as diferenças e se atentem às diversidades de pessoas, culturas e comportamentos existentes no mundo (num movimento de suscitar e vivenciar alteridade) e a criarem narrativas próprias para cada experiência nas oficinas.

Finalizando esta prosa, mas já sinalizando a necessidade de muitas outras...

Durante esse tempo, em que estivemos - e continuamos a estar- envolvidos com o Programando e Brincando, temos visitado e (re)visitado referenciais sobre a infância e isso tem nos motivado a (re)inventar o projeto a cada nova edição de uma das oficinas. E nesse sentido, sem romper com as bases iniciais da robótica educacional, cujas estacas iniciais foram, brilhantemente, fincadas por Papert (2008), mas vislumbrando outras

contribuições epistemológicas a elas, propomos os princípios da sociologia da infância como perspectiva teórica para atividades de montagem e programação de robôs para crianças pequenas.

A psicologia vinha, hegemonicamente, contribuindo com interpretações das formas de racionalidade e comportamento das crianças e, conseqüentemente, influenciando as formas de conceber a relação tecnologias digitais e crianças pequenas. No entanto, o nosso trabalho no Programando e Brincando contraria as concepções de déficit assinalados por algumas vertentes da psicologia, pois temos vivenciado no projeto que a criança não é um ser a devir, a tornar-se. Criança é um ser contemporâneo, com racionalidade própria, constituindo-se dentro de cultura própria e de pares. Não sendo, portanto, o projeto de um ser a constituir-se, exige que as atividades a ela dirigidas o sejam em consonância com a sua contemporaneidade.

As atividades de robótica educacional para crianças pequenas não carecem de especificidade porque são elas carentes de pensamento objetivo, ou por estarem ainda em desenvolvimento segundo parâmetros adultocêntricos, ou mesmo porque ainda são incompletas suas perspectivas racionais de interpretação da realidade. As atividades têm que ser específicas, pois o são as crianças de acordo com suas culturas.

Na verdade, toda essa nossa prosa poderia ser resumida neste parágrafo, a saber, na seguinte fala: programação e robótica com crianças pequenas deve ser entendida como atividade para e na infância, portanto diferindo qualitativamente do que venha a ser programação e robótica para e com pessoas adultas. E isso acontece por uma razão simples, crianças pequenas não são adultos em miniaturas e nem ao menos são um estágio anterior a ser adulto, ainda que sejam sujeitos inter e intra geracional. Crianças são seres próprios que se constituem em contato com adultos, mas que conservam especificidades de culturas que lhes são próprias, conferindo subjetividade e intersubjetividade na cultura por pares. As culturas da infância nos mostram que socialização não se trata de arranjo de contingências para adaptação e interiorização, de algo entendido

como adequado para criança vir a ser, mas tem a ver com apropriação, livre interpretação e reprodução da realidade social. (CORSARO, 2003).

A guinada epistêmica na construção social da infância na modernidade centrada na sociologia da infância, e a partir dos anos de trajetória do Programando e Brincando, nos incentiva a nos atrevermos a cogitar transcender, sem romper com o construcionismo. Isto posto, num movimento de acompanhar o que a sociologia tem a nos dizer sobre crianças pequenas e perspectivas para uma educação que lhes sejam pertinentes.

Referências

- ABRAMOWICZ, A.; LEVCOVITZ, D.; RODRIGUES, T. Infâncias em educação infantil. **Revista Pró-posições**. Campinas (SP): UNICAMP, v. 20, n. 3 (60), 2009.
- ABRAMOWICZ, A.; OLIVEIRA, F. de. As relações étnico-raciais e a sociologia da infância no Brasil: alguns aportes. In: BENTO, M. A. S. (Org). **Educação infantil: igualdade racial e diversidade**. São Paulo: CEERT, 2012.
- ANGOTTI, M. Educação infantil: para que, para quem e por quê? In: _____. **Educação infantil: para que, para quem e por quê?** Campinas: Alínea, 2008. cap. 01.
- ARAGÃO, L. M. C. **Razão Comunicativa e teoria social crítica em Jürgen Habermas**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2006.
- ARCE, A. O Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil e o espontaneísmo: (re) colocando o ensino como eixo norteador do trabalho pedagógico com crianças de 4 a 6 anos. In: ARCE, A.; MARTINS, L. M. (Org.). **Quem tem medo de ensinar na Educação Infantil?** Em defesa do ato de ensinar. Campinas: Alínea, 2007. p. 13-36.
- ARIÈS, P. **História social da infância e da família**. 2TM ed., Rio de Janeiro: Guanabara: 1973.
- BARROS, M. **O livro das ignoranças**. Rio de Janeiro: Alfaguara, 2016.
- BENJAMIN, W. **Paris, capitale du XIX siècle**. Paris: Cerf, 1989.

BUTLER, J. Corpos que pesam: sobre os limites discursivos do sexo. In: LOURO, Guacira Lopes. **O corpo educado: pedagogias da sexualidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. p. 153-172.

CARVALHAR, Danielle Lameirinhas. Relações de gênero no currículo da educação infantil: a produção das identidades de princesas, heróis e sapos. 2009.170 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CHAGAS-FERREIRA, J. F. **Cibercultura e virtualidade: desafios para o desenvolvimento humano**. Curitiba: Appris, 2014.

CORSARO, W. **The sociology of childhood**. Califórnia: Pine Forge, 1997.

CORSARO, W. **We're friends, right?** Inside kids' culture. Washington, DC: Joseph Henry Press, 2003.

FOUCAULT, M. **Vigiar e punir: nascimento da prisão**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1987.

GAITÁN, L. La nueva sociología de la infancia. Aportaciones de una mirada distinta. **Política y Sociedad**. v. 43, n.1, 2006, p. 9-26.

HABERMAS, J. **Teoria do Agir Comunicativo**. Vol 1. Racionalidade da ação e racionalização social. São Paulo, Martins Fontes, 2012a.

HABERMAS, J. **Teoria do Agir Comunicativo**. Vol 2. Sobre a crítica da razão funcionalista. São Paulo, Martins Fontes, 2012b.

HABERMAS, Jürgen. **Técnica e Ciência como ideologia**. 3a edição. Lisboa: Edições 70. Reimpressão, 2011.

JAY, M. **La imaginação dialéctica: história de la Escuela de Frankfurt y el Instituto de investigación social (1923-1950)**. Versión espanhola de Juan Carlos Curutchet. Madrid: Taurus ediciones, 1974.

LEVY, P. **O que é virtual?** São Paulo: Editora 34, 1996.

LOURO, Guacira Lopes. Heteronormatividade e homofobia. In: JUNQUEIRA, R. D. (Org.). **Diversidade sexual na educação: problematizações sobre homofobia nas escolas**. Brasília: Ministério da Educação/UNESCO, 2009. v. 32. p. 85-93.

MALAGUZZI, Loris. História, ideias e filosofia básica. In: EDWARDS, Carolyn; GANDINI, Lella; FORMAN, George. **As Cem Linguagens da Criança**: a abordagem de Reggio Emilia na educação da primeira infância. Porto Alegre: Artmed, 1999. p.59-104.

MORELATO, L.A *et al.* Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação. **REnCiMa**. São Paulo, v. 1, n. 2, 2010, p. 80-96.

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

PRENSKY, M. Nativos digitais, imigrantes digitais parte 1. **No horizonte**, v. 9, n. 5, 2001, p. 1-6.

PUCCI, B. Teoria crítica e educação: contribuições da teoria crítica para a formação do professor. **Espaço Pedagógico**, v. 8, 2001, p. 13-30.

QVORTRUP, J. et al. **Childhood matters: social theory, practice and politics**, Avebury: Aldershot, 1994.

REIS, N; PINHO, R. Gêneros não-binários: Identidades, expressões e Educação. **Reflexão e Ação**, v. 24, n. 1, 2016, p. 7-25.

ROSEMBERG, F. Educação para quem? **Revista Ciência e Cultura**, Campinas, v.28, n.12, 1976, p. 1466- 1471.

SARMENTO, M.J. As culturas da infância nas encruzilhadas da 2ª modernidade. In: SARMENTO, M.J.; CERISARA, A.B. (Org.). **Crianças e miúdos**: perspectivas sócio-pedagógicas da infância e educação. Porto: Asa, 2004. p. 9-34.

SIROTA, R. Emergência de uma sociologia da infância: evolução do objeto e do olhar. **Cadernos de pesquisa**, 2001, p. 7-31.

SLATER, P. **Origem e significado da Escola de Frankfurt**. Tradução de Alberto Oliva. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

TOQUINHO. **O ROBÔ**. Casa de Brinquedos. São Paulo: Polygram,1983.

Robótica educacional nos anos iniciais do ensino fundamental e no ensino médio e técnico

*João Vilhete Viegas d'Abreu*¹

*Cintia Kimie Aihara*²

Introdução

A Robótica Educacional (RE), muitas vezes também denominada de Robótica Pedagógica, é uma área de conhecimento interdisciplinar da qual podem participar diferentes disciplinas nos mais variados níveis de ensino. Ancorada ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na educação, a prática da RE no contexto dos Ensinos Fundamental, Médio e Técnico, nas últimas décadas, vem se difundindo, o que tem se constituído em uma forma de se ampliar e se diversificar a maneira como ocorre o aprendizado de conceitos científicos. Neste capítulo, discutiremos como o uso da RE pode contribuir com o processo de produção do conhecimento científico, abordando, para tanto, relatos de experiências na formação de professores, nos anos iniciais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio e Técnico, finalizando com exemplos de projetos que utilizam recursos de RE.

Sendo assim, a robótica apresenta-se como uma ferramenta interdisciplinar capaz de atrair os estudantes de forma lúdica para o conhecimento ou para a concretização de novos temas. Nesse sentido, a robótica passou

¹ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Pesquisador no Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED/UNICAMP. joao.vilhete@gmail.com.

² Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professora do Departamento de Mecânica do Colégio Técnico de Campinas (COTUCA/UNICAMP). cintia@cotuca.unicamp.br.

a ser fortemente citada como ferramenta estratégica educacional de apoio no processo de ensino-aprendizagem nos diversos níveis educacionais. Para Santos *et al.* (2010),

[...] a construção de protótipos, em geral, faz com que o aluno questione e seja capaz de relacionar diferentes conhecimentos e aptidões, de forma a solucionar um problema. A busca por soluções estimula o espírito investigativo, fortemente motivado pela curiosidade, e permite que o aluno extrapole os conhecimentos individuais de cada disciplina. Assim a robótica assume o papel de uma ponte de ligação interdisciplinar visando à construção do conhecimento coletivo através da aplicação com a realidade. A observação prática tem evidenciado que dentro do contexto do ensino de computação em cursos técnicos e tecnológicos de outras áreas, tais como eletrônica, eletrotécnica ou automação, a metodologia tradicional do ensino voltada para a resolução de problemas, especialmente aqueles que envolvem lógica de programação, pode ocasionar um baixo rendimento e/ou desinteresse na disciplina por uma ausência de comprovação prática de seu funcionamento. (p. 1305)

Baseados no contexto apresentado e na vivência adquirida, podemos afirmar que o conhecimento do estudante é mais efetivamente assimilado se for possível integrar conceitos teóricos a uma aplicação prática. (VARGAS *et al.*, 2012).

Trazendo essas ideias para o contexto de cursos técnicos, podemos entender a robótica como uma área tecnológica caracterizada por se relacionar fortemente com a mecânica, a eletrônica e a computação, ou seja, trata-se de estudos de sistemas compostos por máquinas automáticas e controladas por circuitos integrados programáveis. (MIYAGI; VILANI, 2004).

No contexto de automação, segundo Groover (1987; 2010), os sistemas de produção automatizados operam na fábrica sobre o produto físico. Eles executam operações como processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais e, algumas vezes, várias dessas tarefas são realizadas pelos sistemas robotizados. São denominados automatizados porque os robôs e/ou máquinas executam suas operações com um nível reduzido de participação humana se comparado ao processo manual equivalente.

Sob essa ótica, compreendemos que o estudante, uma vez inserido nesse fascinante universo da robótica, terá mais condições de perceber o seu crescimento no aprendizado de conceitos científicos mais densos ao correlacionar e praticar de maneira concreta esses conceitos do que em uma aula tradicional, em que são apresentados somente de forma teórica. Não podemos perder de vista que, na atualidade, a denominada “geração Z” vive constantemente conectada a dispositivos eletrônicos e faz desses recursos muitas vezes seu maior apoio educativo. Sendo assim, na utilização de tecnologias digitais em atividades educacionais, com o objetivo de gerar uma aproximação do processo de ensino-aprendizagem, a realidade dessa geração deve ser modificada para suscitar mais interesse e despertar a sua curiosidade.

Trabalhos correlatos em robótica educacional

O estudo da Robótica Educacional se iniciou nos EUA, no início dos anos 1980, com uma pesquisa sobre a linguagem de programação Logo. (PAPERT, 1985). A RE tem como objetivo o aprendizado de ciências de forma lúdica, despertando, dessa maneira, o interesse dos alunos pelas áreas tecnológicas. No Brasil, há mais ou menos três décadas, a RE vem sendo implementada, inicialmente, por instituições públicas de Ensino Superior e, posteriormente, por outras instituições públicas e/ou privadas nos âmbitos de Ensinos Fundamental e Médio.

Na atualidade, a RE abrange todos os níveis de ensino, do Fundamental ao Superior. Diversos trabalhos no contexto nacional e internacional podem ser citados como formas de embasamento teórico do uso de RE no processo de ensino-aprendizagem. Experiências como a de Maia *et al.* (2009) tinham o objetivo de fornecer um ambiente para a programação de código aberto, utilizando a robótica na educação para ajudar os alunos a melhorarem a aprendizagem de linguagens de programação em disciplinas de engenharia de *software*, através de um estudo de caso em que foi usado o Kit Educacional Lego *Mindstorms*. Ribeiro *et al.* (2011) propõem

uma metodologia para realizar estudos que esclareçam sobre o planejamento de um conjunto de sessões de RE para os alunos seguirem e a validação de instrumentos para aplicar avaliação quantitativa e qualitativa de RE como ferramenta pedagógica. Cho (2011) explora formas de introduzir atividades “hands-on” robóticas práticas não somente em programas extracurriculares, mas também em currículos formais, como matemática, ciências, línguas e artes.

Todos esses autores trazem uma importante contribuição para a área de RE, na medida em que assinalam e ampliam os campos de conhecimento que ela pode alcançar. Por fim, vale destacar que a RE é um ambiente que possibilita ao professor estimular os alunos a refletirem sobre suas próprias ideias, encorajando-os a compararem-nas com o conhecimento cientificamente aceito e procurarem estabelecer um elo entre os dois. (JÓFILI, 2002).

Robótica educacional no contexto da formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental

A formação de professores e alunos tem buscado, a partir da realidade da escola e com base no currículo, produzir conhecimentos científicos que auxiliem o aprendizado de conceitos que, na maioria das vezes, são somente anunciados e nunca trabalhados de forma contextualizada. (D'ABREU; BASTOS, 2015, p. 60). Nessa perspectiva, o processo de formação de professores se constitui em uma ação importantíssima e indispensável. Em nosso caso, na maioria das vezes, esse processo se inicia com a realização de palestras para alunos, professores e direção escolar. Em seguida, são ministradas oficinas piloto para alunos e professores interessados em trabalhar com a RE. Essas oficinas, que têm, em média, uma duração de 30 horas, possibilitam o aprendizado dos conceitos e princípios básicos para o desenvolvimento de projetos de robótica. Terminadas as oficinas piloto, os professores iniciam o desenvolvimento de atividades com seus alunos. Nessa fase, normalmente, os professores são

assessorados pelos pesquisadores da universidade, processo que se dá por meio de encontros esporádicos de pesquisadores na escola e discussões a distância, utilizando recursos de internet. Finalizada essa fase, passa-se à etapa de consolidação da RE na escola, na qual o professor e a direção escolar devem desenvolver atividades visando à sustentabilidade do projeto e à implantação robótica no currículo.

Por fim, eventualmente, pode-se avaliar se a cultura de uso da RE foi incorporada às atividades pedagógicas da escola, ou seja, se a robótica foi inserida no currículo e se ela passou a fazer parte do Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola. Todavia, essa é uma questão de cunho político inerente à administração escolar, muitas vezes, de âmbito Municipal, Estadual ou Federal, portanto, fora da ingerência dos pesquisadores da universidade. Enquanto fomentadores da implantação da RE, os pesquisadores basicamente atuam na formação de professores. (D'ABREU, 2016).

Um exemplo de trabalho de formação que podemos citar foi o projeto implementado entre 2010-2013 em Campinas, na EMEF Elza Maria Pellegrini de Aguiar. Nele, o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED/UNICAMP) desenvolveu pesquisas na área da RE, na referida escola, com vistas à formação de professores e alunos para a utilização da RE integrada ao currículo. A população envolvida foi de professores e alunos, mais especificamente, alunos de duas turmas do 5º ano (turma A e B) e as duas professoras. Cada turma era composta por aproximadamente quarenta alunos, perfazendo um total de oitenta estudantes. Com o acompanhamento de pesquisadores da universidade, o grupo desenvolveu, durante o ano de 2012, oficinas semanais em sala de aula. (D'ABREU; BASTOS; GIACHETTO, 2012).

Para os pesquisadores da universidade, as oficinas tinham um caráter de pesquisa fundamentada na investigação científica, buscando observar/estudar a contribuição da RE integrada ao desenvolvimento do currículo de 5º ano do Ensino Fundamental I, de modo que o desafio consistiu em criar uma metodologia para tal finalidade. A modalidade de pesquisa utilizada durante o estudo foi a pesquisa qualitativa,

especificamente a pesquisa-ação, na qual a prática foi se aprimorando na medida em que as ações da investigação aconteciam, efetivando-se de forma cíclica (TRIPP, 2005). Essa opção de pesquisa-ação se constituiu em um instrumento fundamental para percebermos as transformações que ocorriam de maneira concomitante à formação das professoras junto à dos alunos das duas turmas. As professoras, ao mesmo tempo que registravam, interpretavam e planejavam as atividades, com base nas diretrizes curriculares da Prefeitura Municipal de Campinas, recebiam a formação em Robótica Pedagógica. Dessa maneira, efetivava-se uma formação em serviço.

O estudo envolveu pesquisa de campo, utilizando instrumentos como registros fotográficos, registros em vídeos com depoimentos dos alunos, relatórios de autoria dos alunos e, como foco principal, oficinas em sala de aula com duas professoras do 5º ano (A e B). O objetivo era inserir a robótica no currículo, no contexto dos eixos temáticos da escola, de acordo com o planejamento. O planejamento das oficinas foi focado em três eixos temáticos: ética, cidadania e meio ambiente. Para colaborar com a discussão dos temas relacionados a ética e cidadania, foram apresentados durante as oficinas vídeos sobre a função social dos robôs programados para auxiliar na acessibilidade de pessoas com deficiência ou utilizados em indústrias, substituindo o homem na realização de tarefas repetitivas e perigosas. Nessas atividades, ficaram evidentes os conhecimentos prévios sobre robô, além do fato de que quase todos os robôs apresentados tinham características específicas.

Durante as oficinas, o foco era a relação da robótica com o currículo proposto nos eixos temáticos: ética, cidadania e meio ambiente. Os conteúdos abordados foram:

- a) Língua Portuguesa: diversos gêneros textuais, ortografia, produção de texto e oralidade.
- b) Matemática: cálculos, problemas, sistema de numeração decimal, comparação (maior, menor e igual) e lógica.
- c) Ciências: ser humano, qualidade de vida, sustentabilidade e reutilização de materiais.

- d) História e Geografia: conhecer projetos de robótica de outros países e da Unicamp, organização espacial, função social dos robôs, presente, passado e futuro.
- e) Artes e Mídia: elaboração de programas no ambiente de programação Scratch integrando imagens, sons e músicas ao movimento dos robôs a partir de acionamento de sensores.

Vale a pena ressaltar que, no contexto de implantação da RE na escola, além da formação dos professores, faz-se necessário haver: a criação de um espaço no qual essa atividade possa ser desenvolvida, a aquisição de material como kits de montagem, componentes eletroeletrônicos e *software* específico da área, dentre outros insumos que juntos podem dar sustentabilidade ao projeto. (D'ABREU, 2016).

Robótica educacional no ensino médio

No trabalho que desenvolvemos nesse âmbito, as atividades de RE têm sido realizadas envolvendo alunos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para Ensino (PIBIC-EM). A seguir, descreveremos sucintamente como a RE é trabalhada nesse Programa.

Ensino Médio: Programa PIBIC-EM

O Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED/UNICAMP) vem interagindo, há pelo menos 10 anos, com escolas públicas de Ensino Médio da Região Metropolitana de Campinas (RMC) por meio de Programas como Ciência & Arte nas Férias (CAF) e Programas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM), com vistas à difusão do uso da robótica com alunos desse nível de ensino, buscando, por um lado, contribuir com a escola pública e, por outro, incentivar os alunos, sobretudo os futuros ingressantes no Ensino Superior, a se interessarem pela área das exatas e tecnológicas. Nesse contexto, uma das atividades de ensino e pesquisa desenvolvidas por D'Abreu e Garcia (2016) consistiu na utilização da

Robótica Pedagógica junto aos alunos do Programa de Iniciação Científica para o Ensino Médio. Segundo esses pesquisadores,

o PIBIC-EM é um programa do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) que tem por objetivo fortalecer o processo de disseminação das informações e conhecimentos científicos e tecnológicos básicos e desenvolver atitudes, habilidades e valores necessários à educação científica e tecnológica dos estudantes. Os alunos de Ensino Médio, deste programa, que atuam no NIED, desenvolvem atividades de Robótica Pedagógica. Duas vezes por semana esses alunos se deslocam para NIED/UNICAMP e, junto aos seus orientadores e monitores, desenvolvem projetos na área de robótica, numa abordagem interdisciplinar que contribui com a sua formação. Esses alunos recebem, durante um ano, uma bolsa do CNPq e a eles são atribuídos um perfil de pesquisador júnior, com obrigações de apresentarem e aprovarem relatórios parcial e final de suas pesquisas. Podemos caracterizar as atividades desenvolvidas por esses alunos como uma ação de educação integral em escola de tempo integral em função da ampliação do tempo da jornada escolar, realizada nos territórios da UNICAMP. (D'ABREU; GARCIA, 2016, p. 92).

Entendemos, portanto, que esse programa cumpre um papel especial que pode ser caracterizado como uma formação específica de aproximação dos alunos do Ensino Médio com a área de pesquisa em robótica. Nesse contexto, as atividades acontecem em um ambiente específico de pesquisa, dentro da universidade, portanto, fora da sala de aula tradicional, o que pode contribuir para a definição futura na escolha desses alunos, tanto para a vida acadêmica, ingressos em um curso de nível superior, quanto para a vida profissional, para aqueles que se inserirem no mercado de trabalho após o Ensino Médio. Para exemplificar, apresentamos, a seguir, extratos dos trabalhos elaborados pelos alunos desse Programa em 2016.

Os trabalhos normalmente são constituídos de resumo, introdução, projeto desenvolvido e conclusão. No resumo, os alunos relatam as suas vivências no PIBIC-EM, desde o momento em que ingressam até as atividades por eles desenvolvidas. Na introdução, eles ressaltam a familiarização com a área de RE do NIED, destacando as aulas teóricas das quais participaram como responsáveis pela aquisição de conhecimentos

que lhes possibilitaram entrar em contato com a área de Robótica Pedagógica do Núcleo.

Além das aulas teóricas, eles citam o desenvolvimento de miniprojetos para familiarização com alguns princípios mecânicos simples de robótica e com programas básicos de acionamento de atuadores e sensores. Além disso, por se tratar de um programa de iniciação científica, os alunos são incentivados a participarem do Congresso de Iniciação Científica, realizado anualmente na Unicamp. A presença nesse evento propicia uma visão mais ampliada sobre o PIBIC-EM e a Iniciação Científica da Unicamp, bem como indica os passos a serem seguidos.

Em seguida, descrevem a metodologia utilizada no desenvolvimento dos dispositivos robóticos por eles construídos. Na fase de construção dos dispositivos robóticos, os alunos do PIBIC-EM são auxiliados por bolsistas dos cursos de graduação que atuam no Núcleo. São desenvolvidos alguns projetos focados primordialmente na concepção, na construção, na automação e no controle de dispositivos robóticos e utilizados ambientes de programação, como: SuperLogo, Scratch, RoboLab e Arduino. Portanto, essa é a fase da criatividade, da liberação da percepção das possibilidades de alcance/abrangência da RE. Os alunos são liberados para construir o que lhes vem à mente. Terminada essa fase, tanto as construções dos robôs quanto a programação destes passam a ser mais elaboradas, focadas na utilização de princípios mecânicos que envolvem a aplicação de conceitos de Física, Matemática, Química, Condicionais e o uso de variáveis na programação, dentre outros.

Para a construção de dispositivos robóticos, os alunos utilizam materiais de padrão comercial de kits LEGO e materiais alternativos “sucatas”. Dos projetos desenvolvidos, vale destacar: Carrinho LEGO com sensor, Semáforo Interativo, Gato Dançarino e Dançarinos de *Break* e Display Aéreo Rotativo. Depois de cumprida a fase anterior, os alunos passaram a desenvolver seus projetos específicos. A seguir, apresentamos esses projetos, incluindo o do Display Aéreo Rotativo, que foi o projeto final dos alunos em 2016.

Carrinho LEGO com sensor

Nesse projeto, utilizaram a criatividade com as peças de LEGO, montando uma estrutura contendo eixos, cabine, rodas e chassis, com o formato de um carro, como mostrado na Figura 01.

Figura 01: Carrinho de LEGO³



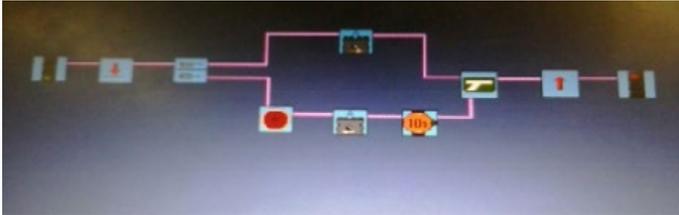
Fonte: Santos *et al.* (2016)

O sensor instalado na parte dianteira permitia que o carro, ao bater na parede, voltasse para trás. Elaboraram uma programação que movimentava o carrinho pelo local e quando o sensor de toque – que ficava localizado na parte da dianteira do carro – batia em algo o carro parava, mudava a direção em que se movimentava e andava para trás por 10 segundos. Em seguida, após esse tempo, repetia-se o ciclo com o carrinho andando para frente, até se deparar com algum obstáculo. Experimentaram, assim, a ideia de carro bate e volta, sendo que o movimento para trás era de 10 segundos. O princípio mecânico, combinando eixo e polia, fazia com que o giro do eixo dianteiro (do motor), via polia, fosse transmitido

³ Foto tirada durante a exposição dos projetos na Unicamp de Portas Abertas (UPA) de 2016.

para o eixo traseiro do carro, possibilitando que este se movimentasse. Portanto, tratava-se de um carro com tração nas rodas traseiras.

Figura 02: Programação do carrinho feita no ROBOLAB



Fonte: Santos et al. (2016)

A Figura 02 representa a programação desse carro, utilizando o *software* para robótica RoboLab, um dos programas utilizados para automação e controle de dispositivos robóticos LEGO.

Semáforo Interativo

Neste projeto, os alunos utilizaram, dentre outros recursos, os seguintes materiais: Placa Arduino, protoboard, resistores, Leds de cores vermelha, verde e amarela, sensor de luz LDR, cabo USB, computador e programa Scratch. Foi criada, assim, uma programação que permitia acionar cada Led de uma vez, conforme a intensidade da luz do ambiente.

Com duas perguntas em mente, “Como criar a programação? e Como vamos fazer o computador entender o que queremos?”, os alunos elaboraram um diagrama indicando o que iria acontecer com cada Led. Dessa maneira, conseguiram identificar todas as possibilidades de acertos e erros, além de programar com perfeição os comandos que iriam afetar cada Led. Foi a partir dessa situação que começaram a programar. A ideia era criar um semáforo com as luzes de Led, alimentado e ligado à placa Arduino. Os alunos realizaram a montagem dos circuitos como apresentado na Figura 3. Esse projeto serviu para o aprendizado da programação da placa Arduino, a familiarização com protoboard e a montagem de um circuito eletrônico simples utilizando resistores, Leds de cores vermelha, verde e amarela e sensor de luz LDR.

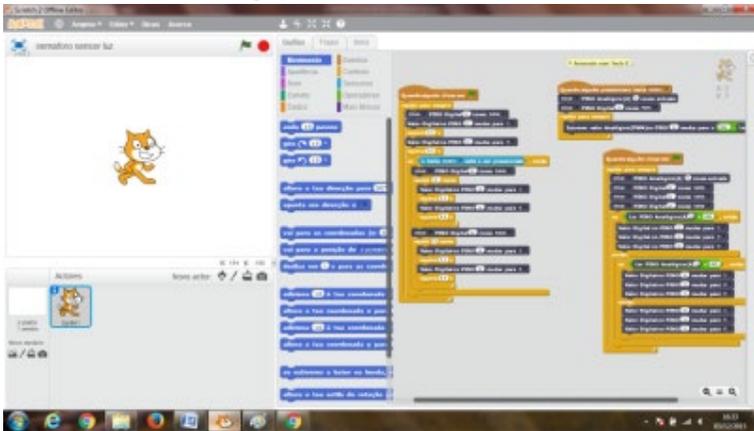
Figura 03: Equipamentos utilizados na construção do semáforo:
Protoboard, Arduino, Leds, Resistores e LDR



Fonte: Santos *et al.* (2016)

Os alunos trabalharam com três faixas de intensidade luminosa de luz ambiente (baixa, média e alta) diferentes, sendo: baixa intensidade, que fazia o Led vermelho piscar; média intensidade, que acendia o Led amarelo; e alta intensidade, que acendia o Led verde. A programação para a automação do semáforo na linguagem Scratch está apresentada na Figura 4. A verificação da intensidade luminosa do ambiente se dava em função dos valores atribuídos como parâmetros de entrada, sendo que para a luz de maior intensidade (>600) acendia o Led verde, intensidade intermediária (200-600) acendia o Led amarelo e menor intensidade (<200) acendia o Led vermelho. A visualização da intensidade luminosa do ambiente era percebida em função dos movimentos realizados pelo Gato, como mostrado na Figura 4. O Gato fazia vários movimentos diferentes, tais como: aumentar o seu tamanho, movimentar suas pernas ou até se retorcer. Associada aos movimentos do animal, havia uma música que variava suas batidas, sendo, com isso, possível pensar em um cenário animado de uma boate, denominado de Gato Dançarino, que possibilitou desenvolver uma outra ideia que chamaram de Dançarinos de *Break*, descrita a seguir.

Figura 04: Scratch, *software* responsável pela programação realizada no semáforo



Fonte: Santos *et al.* (2016)

Dançarinos de *Break*

Este projeto se constituiu em um aprimoramento do projeto Semáforo Interativo, no qual o Gato Dançarino (Figura 4) realizava diferentes movimentos em função da intensidade luminosa percebida no ambiente. Com isso, foi desenvolvida a ideia de animação de personagens, substituindo o Gato por dançarinos de Break, conforme representado na Figura 5.

Os dançarinos foram criados especificamente para se movimentarem em função da intensidade luminosa do ambiente. Os três dançarinos de Break faziam movimentos sincronizados de acordo com a música. Cada um deles tinha seus movimentos programados, por esse motivo, foi preciso definir a quantidade certa de movimentos que seriam sincronizados com a música.

Foi elaborado um esboço original do projeto, conforme representado na Figura 7. A partir daí, separaram todos os materiais desejados e montaram o projeto passo a passo, cortaram e lixaram a placa. Em seguida, fixaram os Leds e o Arduino sobre a placa, soldaram todos os Leds e conectaram o motor na bateria e o seu eixo na hélice. A sequência de montagem desse projeto está demonstrada na Figura 08.

Figura 08: Alunos trabalhando na montagem do projeto



Fonte: Santos *et al.* (2016)

O projeto⁴ propiciou unir a mecânica e a programação de forma a criar um dispositivo divertido de se olhar. Desse modo, brinca-se com a visão do espectador, em um desafio de tentar entender conceitos como movimento angular e ilusão ótica de uma maneira mais didática e, ao mesmo tempo, com um exemplo que saísse totalmente do abstrato.

Ensino técnico concomitante ao ensino médio: contexto interdisciplinar em sala de aula

A grade curricular brasileira, fragmentada como tal, não permite estabelecer essa relação interdisciplinar que a robótica proporciona,

⁴ Maiores informações sobre o trabalho desenvolvido pelos alunos do PIBIC-EM 2016, consultar SANTOS *et al.*, 2016, DOI: 10.19146/pibic-2016-50953.

entretanto, o que buscamos, de algum modo, é a mudança desse paradigma. Em qualquer projeto de RE, pelo menos três a quatro disciplinas de referência (Matemática, Física, Português e Química) podem estar envolvidas. Resta-nos, portanto, criar situações de aprendizagem envolvendo o uso de RE, que possibilita a realização dessa interdisciplinaridade. Nessa perspectiva, apresentamos o desenvolvimento de experimentos para validar conceitos da área da Física. Trata-se de um trabalho conjunto entre as áreas de Física, Linguagem e tecnológica (Eletricidade, Eletrônica, Mecânica, Arquitetura, dentre outras).

Equipes formadas por até cinco participantes desenvolveram um sistema de validação de alguns conceitos de Física. O desenvolvimento desse trabalho compreendeu as seguintes etapas:

- Desenvolvimento do conceito da Física junto à disciplina correlata;
- Desenvolvimento do aparato (experimento) para validação do conceito trabalhado;
- Desenvolvimento de manuais de utilização do aparato (experimento) junto à área de Linguagem.

Metodologia desenvolvida

Uma vez discutidos os aspectos teóricos relativos ao tema do núcleo comum à área técnica, foi elaborada uma metodologia para o desenvolvimento do aparato estruturado nas seguintes etapas:

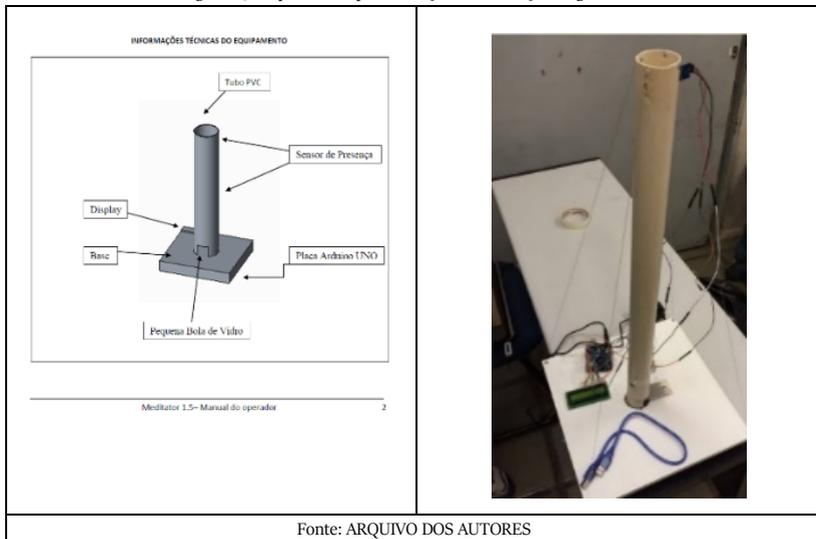
- Concepção do aparato;
- Desenho técnico;
- Desenvolvimento técnico mecânico e eletrônico;
- Montagem;
- Validação da teoria;
- Desenvolvimento dos manuais de utilização.

Através das etapas relacionadas, o professor auxiliar da área de Linguagem pode desenvolver atividades concernentes a formas de linguagens, concepção e estrutura de manuais de operação e usuário,

paralelamente às demais atividades. Por esse viés, as áreas de Física e Linguagem puderam trabalhar seus conteúdos de modo interdisciplinar.

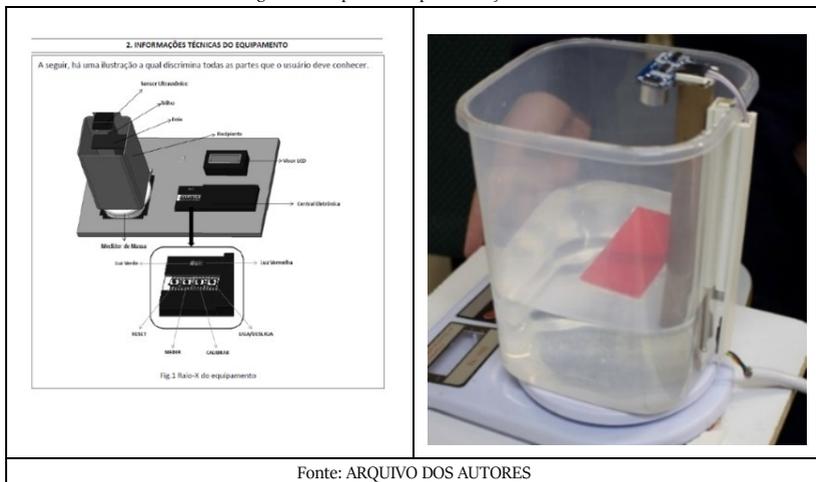
A área técnica, após a apresentação dos elementos que compõem a RE, já demonstrados neste capítulo, concebeu o projeto e seu desenvolvimento técnico. As Figuras 9 e 10 a seguir explicitam os dois aparatos.

Figura 09: Experimento para medição da aceleração da gravidade



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Figura 10: Experimento para medição de massa



Fonte: ARQUIVO DOS AUTORES

Uma vez que os aparatos estavam prontos, os alunos validaram tanto o sistema desenvolvido quanto as teorias, concretizando a aprendizagem apresentada.

Ensino técnico no contexto de uma disciplina de formação técnica

Nos últimos anos, em virtude da globalização, as indústrias passaram por grandes modificações, com o intuito de se tornarem mais competitivas. Foi necessária a modernização de seus parques industriais, visando à competitividade de seus produtos, através do aumento da qualidade, da redução de custos e de preços acessíveis. Com a finalidade de alcançar tal objetivo, foi criado um conjunto de técnicas denominadas de automação, as quais permitem executar, com um nível reduzido de participação humana, operações, como, por exemplo: processamento, montagem, inspeção e gerenciamento de materiais. (GROOVER, 1987, 2010).

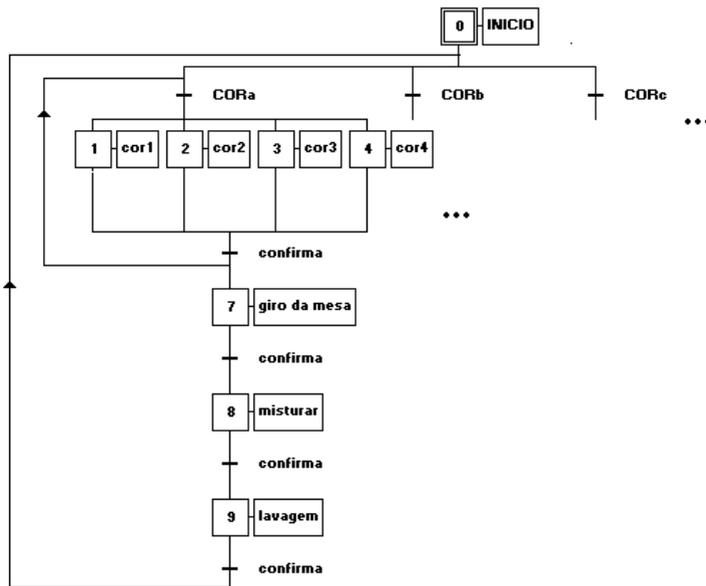
Baseados nesse contexto, apresentamos uma experiência aplicada ao ensino de automação realizada com estudantes de nível técnico, utilizando-se de recursos de RE na concretização da aprendizagem na área. A metodologia adotada nessa experiência foi iniciada com o objetivo de apresentar os elementos e o sistema que podem ser integrados em um ambiente automatizado. Optamos inicialmente por explorar os principais conceitos no que tange à automação, como uma linguagem que permita sua descrição de modo a não evidenciar possibilidades de ambiguidades quanto à sua concepção, pois, com a complexidade crescente dos sistemas automatizados de produção, o usuário passou a encontrar grandes dificuldades em obter, de uma maneira clara, concisa e não ambígua, as especificações funcionais associadas a sistemas automatizados. Essa complexidade tende a aumentar com a utilização de um número elevado de informações de entradas e saídas. Nesse contexto, conhecer ferramentas de descrição adequadas se faz necessário.

O Sistema Automatizado de Produção desenvolvido como parte integrante da atividade experimental dessa experiência foi idealizado em uma

Plataforma Didática para Mistura de Cores composta de uma Parte Comando, contendo um CLP e sensores, e de uma Parte Operativa, que engloba motores elétricos, manipuladores robóticos e bombas. Para a integração desses elementos, utilizou-se de uma linguagem consistente como o SFC, pois, com isso, a facilidade de interpretação e uma estruturação adequada favorecem o alcance do objetivo final de integração entre todos os componentes.

Neste trabalho, a estruturação das tarefas e das etapas a serem realizadas garante a versatilidade e uma maior flexibilidade do conjunto, através da possibilidade de implementação de novos produtos (cores). Pode-se descrever o funcionamento da plataforma segundo o SFC funcional, indicado na Figura 11.

Figura 11: SFC funcional da plataforma

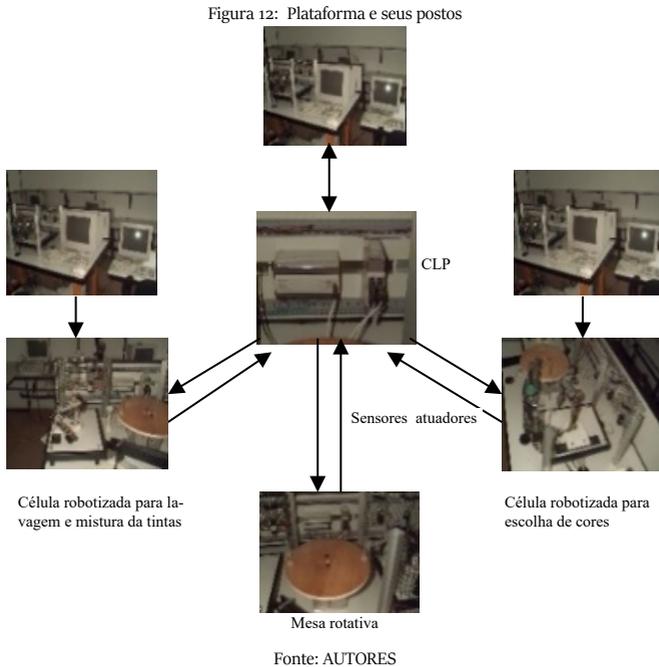


Fonte: AUTORES

O SAP foi fracionado em postos de trabalho, de modo que cada um continha sua Parte Comando e sua Parte Operativa, exceto o CLP, que possuía somente a Parte Comando, e a mesa rotativa, que tem apenas a Parte Operativa. Os postos puderam ser descritos como:

- célula robotizada para escolha das cores: tem como PC as entradas e saídas do manipulador robótico e o microcomputador e como PO as bombas e o manipulador robótico;
- célula robotizada para lavagem e mistura da tinta: tem como PC as entradas e saídas do manipulador robótico e o microcomputador e como PO a bomba, o misturador e o manipulador robótico;
- mesa rotativa;
- CLP.

A Figura 12 aponta os postos do SAP proposto e a interação da PC e da PO através de sensores e atuadores, conforme descrito anteriormente:



Neste experimento, mediante a utilização de recursos da RE, equipes compostas de alunos puderam desenvolver um posto de trabalho, visando à integração dentre eles para a constituição de um sistema automatizado de produção.

Exemplo de projetos para ensino técnico

Diferentemente das propostas de uso da RE com os alunos de EM, os programas para os cursos técnicos, de modo geral, têm como objetivo a aquisição de habilidades tecnológicas da atualidade como forma de instrumentalização para a inserção no campo profissional. Nesse sentido, o ensino e a aprendizagem estão focados na aquisição de conhecimentos para a participação atualizada em algum ramo profissional e não no envolvimento em situações de aprendizagem mais duradoura e de contexto humano e global. Todavia, esse aspecto reducionista trata-se de um viés também socialmente importante. A seguir, apresentamos alguns trabalhos desenvolvidos por alunos de escolas técnicas de alguns estados brasileiros com essa abordagem.

Ensino de Ciências Integrado à Informática: Controladores Automatizados Aplicados ao Cultivo de Plantas em um Sistema Hidropônico

Este projeto teve como objetivo desenvolver sistemas inovadores que possibilitam a automação e a aquisição de dados que facilitam o cultivo de plantas e o fluido d'água em ambientes reduzidos e controlados. Alguns desses dados são: pH, condutividade elétrica, solubilidade de sais e vazão da solução nutritiva. Normalmente, tais dados são obtidos pelos horticultores de forma manual, mostrando-se, portanto, imprecisos. Desse modo, o propósito do projeto era desenvolver um sistema automatizado de tecnologia hidropônica que tivesse como vantagem minimizar o desperdício de água, energia, insumos etc.

Jogos Didáticos Computadorizados para uso em Atividades de Fixação e Revisão de Conteúdos de Literatura e de Língua Portuguesa

Esse projeto teve como objetivo central desenvolver jogos computadorizados que pudessem ser utilizados na promoção do letramento literário de

alunos do Ensino Médio de escolas públicas e privadas. No referido projeto, foi aplicada a seguinte metodologia: conhecimento dos jogos já desenvolvidos; verificação da possibilidade de transposição para ambiente virtual; identificação de espaços e jogos virtuais existentes visando à promoção do letramento literário; criação do roteiro para desenvolvimento dos jogos e eleição dos programas e linguagens a serem usados na confecção destes; desenvolvimento dos jogos a partir de roteiros previamente estabelecidos; aplicação/teste dos jogos desenvolvidos; análise dos dados. Nessa perspectiva, o projeto propiciou aos jovens: centralidade na construção da aprendizagem; interação com iguais; assimilação de regras; aprimoramento da capacidade de compreender enunciados; e melhoria da capacidade de desenvolver competência em leitura.

Corpo Humano CH3D

Este projeto teve como objetivo desenvolver um *software* de exibição de esqueleto humano em diferentes ângulos. Segundo seus desenvolvedores, trata-se de um *software* de fácil interação de licença livre, no idioma português, passível de ser utilizado no contexto educacional para o estudo de corpo humano com imagens produzidas em 3 dimensões.

Monitor Acústico Marinho Passivo

Esse projeto objetivou a construção de um medidor de nível sonoro subaquático portátil e de fácil utilização capaz de prover confiabilidade metrológica dos resultados obtidos através da calibração do elemento sensor (hidrofone). O medidor pode ser utilizado para mensurar o ruído produzido por embarcações, prospecções sísmicas de petróleo e gás no mar, assim como para monitorar a vida marinha. O medidor é composto por um hidrofone com resposta em frequência de até 100 kHz, um amplificador de carga, um osciloscópio para medições e um *software* para gravação, exibição dos dados e cálculo do nível sonoro (dB).

Todos esses projetos tratam da questão de uso da RE num contexto de produção de ferramentas e/ou construtos tecnológicos que fazem parte do dia a dia⁵.

Considerações finais

Traçando um panorama sobre os tópicos abordados neste capítulo, em síntese, para a realização dos projetos, os alunos contaram com os materiais disponibilizados nos espaços de aprendizagem institucional. O primeiro objetivo da atividade de desenvolvimento de projetos foi trabalhar com kits e materiais avulsos de robótica, de padrão comercial ou não, que possibilitaram a implementação de princípios mecânicos simples e a construção de protótipos envolvendo a utilização de motores e sensores diversos. Essas montagens propiciaram a construção de mecanismos que se movimentavam, como carro, porta automática, esteiras, dentre outros.

O segundo objetivo relacionou-se ao aprendizado sobre a interface eletrônica de controle e a programação de Arduino em diversas plataformas, tais como Scratch, Arduino Web Editor, IDE Arduino, as quais permitem automatizar dispositivos robóticos e realizar movimentos para, por exemplo, animação de personagens. Os alunos vivenciaram uma experiência muito agradável e concluíram as atividades com um conhecimento a mais, que poderá lhes ser útil num ambiente de trabalho. Entendemos que, a partir dessa atividade, os alunos passaram a ter uma nova visão sobre robótica, programação, funcionamento de um motor, atrito, entre outros conceitos. Nesse sentido, pudemos visualizar, mais uma vez, na prática, a importância da inclusão da robótica no meio pedagógico como uma ferramenta mediadora do processo de ensino e aprendizagem.

No âmbito dos alunos do PIBIC-EM, percebemos que houve uma intensa participação deles no desenvolvimento de todas as atividades daquele ano. Embora a forma de atuação dos alunos tenha sido, anteriormente,

⁵ Outros exemplos de projetos desenvolvidos podem ser acessados em:

<http://www.mostradetrabalhos.cotuca.unicamp.br/images/Caderno_de_Resumos_Mostra_2015.pdf>.

apresentada em dois momentos distintos, na prática de desenvolvimento de atividades, no dia a dia do laboratório, esses momentos se misturam, e as ações se dão de maneira concomitante, não existindo somente a montagem do robô e depois a programação, mas também a montagem e testes de funcionamento, depuração de erros de programação ou de montagem, testes novamente, depuração novamente, enfim, isso tudo acontecendo de forma cíclica com vistas ao aprimoramento do projeto em execução, envolvendo situações de aprendizagem que acontecem em um ciclo de espiral crescente. (RESNICK, 2007). Nesse caso, ocorreu na forma de desenvolvimento de projetos de dispositivos robôs para a realização de uma determinada tarefa que envolve concepção, implementação, construção, automação e controle utilizando tecnologias digitais. (D'ABREU; GARCIA, 2010; D'ABREU; BASTOS; GIACHETTO, 2012; D'ABREU; GARCIA, 2016). O estudante, uma vez inserido nesse processo, a cada construção de um novo dispositivo robótico, tem seus conhecimentos adquiridos anteriormente reelaborados e aprimorados, de modo a permitir que a espiral seja percorrida em um nível superior, possibilitando assim crescimento no aprendizado de conceitos científicos mais densos. É nesse contexto que ocorre o aprendizado não somente de robótica, mas também de outras áreas necessárias para a vida.

No processo de desenvolvimento das atividades, os alunos elaboram textos descritivos técnicos e/ou manuais de equipamentos que possuem todas as características de um trabalho científico, o que é muito importante para nós pesquisadores, pois se constituem em um *feedback* que auxilia na melhoria/aprimoramento de nossa atuação. A conclusão de atividades dos alunos se dá na elaboração e apresentação de um relatório final de pesquisa.

Ao longo do capítulo, destacamos que o processo de aprendizagem, quando exposto apenas de forma expositiva, resulta, na maioria das vezes, em déficit de aprendizagem e no desinteresse pelo estudo das Ciências Naturais aplicadas, o que não permite que os alunos desenvolvam e apliquem suas ideias no mundo onde estão inseridos, o que pode justificar a carência de projetos inovadores que abordem os conteúdos programáticos dos currículos de forma diferenciada, contextualizada e interdisciplinar. No contexto

de uso da RE nos anos iniciais do Ensino Fundamental I e II, observamos que o grande esforço tem sido no sentido de se integrar essa área de conhecimento ao currículo e de se desenvolver ações que levem à sustentabilidade da RE nas escolas, a fim de que o seu uso não seja somente um ato esporádico e isolado desvinculado do currículo e da realidade da escola. Podemos abordar ao longo do capítulo que, no contexto de estudos e pesquisas de uso da robótica como ferramenta de ensino, dois cenários têm sido vivenciados: primeiro, cada vez mais, surgem novos kits e novos materiais que podem ser adequados para uso em situações educacionais; segundo, muitas instituições públicas e privadas nos âmbitos de Ensino Fundamental I, Fundamental II, Médio e Técnico têm se interessado na utilização da robótica como recurso educacional.

No que diz respeito aos projetos de uso da RE nos cursos técnicos, destacamos que estes permitiram, por exemplo, criar condições para que professores e alunos pudessem desenvolver produtos inovadores, que contemplam experimentação, debate, hipóteses sobre água; nutrição, fisiologia e desenvolvimento de vegetais; meio ambiente; sais minerais e formulação de soluções nutritivas, constituindo uma importante e versátil ferramenta no processo de gestão da inovação. Por fim, vale ressaltar que o uso educacional da robótica ganhou e vem ganhando cada vez mais espaço e se tornando imprescindível para o processo de ensino e aprendizagem e, nesse cenário, faz-se necessária a formação de professores para atuar nessa área, principalmente na educação básica.

Referências

AIHARA, C. K.; ROSÁRIO, J. M. Desenvolvimento de metodologias aplicadas ao ensino e pesquisa em automação. Valparaíso: COCIM - CONAE, 2000.

CHO, H. On the Use of Robot-Enhanced Learning Activities across Formal and Informal K-12 Curricula. In: **Proceeding** INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROL, AUTOMATION AND SYSTEMS, 11. p. 26-29, oct. 2011. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6106315/?reload=true>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

- D'ABREU, J. V.; BASTOS, B. L.; GIACHETTO, G. F. Educational Robotics In One Laptop per Student-UCA Project. In: CONSTRUCTIONISM 2012, Athenas. Constructionism 2012 **proceedings**. v. 1. p. 575-579.
- D'ABREU, J. V.; BASTOS, B. L. Robótica Pedagógica e Currículo do Ensino Fundamental: Atuação em uma Escola Municipal do Projeto UCA. **Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)**, v. 4, n. 23, p. 56-67, 2015. DOI: 10.5753/RBIE.2015.23.03.56. ISSN: 1414-5685.
- D'ABREU, J. V.; GARCIA, M. F. Robótica Pedagógica no Currículo Escolar: uma Experiência de Transposição Didática. In: CONFERÊNCIA IBÉRICA INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO COM TIC, 4. Bragança. **Anais...** v. 1, p. 83-97, 2016. ISBN 9789727452095.
- D'ABREU, J. V. Cultura no uso da Robótica Educacional. Organização de M. T. Mantoan. **LEPED**, Campinas, v. 1, p. 82-104, 2016. ISBN 9788585783679.
- D'ABREU, J. V.; GARCIA, M. F. Robótica Pedagógica e Currículo. In: WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL WRE, 2010, São Bernardo do Campo. de Joint Conference 2010 - SBIA-SBRN-JRI, Workshops., **Anais...** 2010. p. 1-6.
- GROOVER, Mikell. **Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing**. USA: Prentice-Hall International, 1987. 808 p.
- GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufaturas**. 3. ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2010.
- JÓFILI Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a Construção do Conhecimento na Escola. **Educação: Teorias e Práticas**, Rio de Janeiro, ano 2, dez. 2002.
- MAIA, O. D. *et al.* An experience to use Robotics to improve Computer Science Learning. In: **Proceeding ASEE/IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE**, 39. 2009. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5350417/>>. Acesso em: 06 nov. 2017.
- MIYAGI, P.; VILLANI, E. Mecatrônica como solução de automação. **Revista Ciências Exatas**, Taubaté/SP, v. 9-10, n. 1-2, p. 53-59, 2004.
- PAPERT, S. **Logo: computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

RESNICK, M. All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In: CONFERENCE ON CREATIVITY COGNITION, 1-6. **Proceedings...** Washington, 2007.

RIBEIRO, C. *et al.* **A proposal for the Evaluation of Educational Robotics in Basic Schools.** 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268188460_28_>. Acesso em: 06 nov. 2017.

SANTOS, F. L. *et al.* REDUC: a Robótica Educacional como abordagem de baixo custo para o Ensino de Computação em cursos técnicos e tecnológicos. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 30. **Anais...** Belo Horizonte, p. 1304-1313, 2010.

SANTOS, O. *et al.* Display Aéreo Rotativo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 24. **Anais...** Campinas, v. 2, n. 1, 2016. Disponível em: <<https://proceedings.galoa.com.br/proceedings/48/papers/50953>>. DOI: 10.19146/pibic-2016-50953. ISSN 24475114.

TRIPP D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set.-dez. 2005.

VARGAS, M. N. *et al.* Utilização da Robótica Educacional como ferramenta lúdica de aprendizagem na Engenharia de Produção: introdução à produção automatizada. In: COBENGE. **Anais...** Belém, 2012.

Robótica educacional, processos criativos e visualidades

*Rosangela Matias*¹

“A diferença entre a ciência e as artes não é que sejam lados diferentes da mesma moeda [...] ou mesmo partes diferentes do mesmo contínuo, mas sim são manifestações da mesma coisa. As artes e as ciências são avatares da criatividade humana.”

-Mae Jemison.

Pensar a robótica educacional no espaço escolar

Este é um capítulo escrito a partir da ótica extraída das vivências, pesquisas e observações sobre a presença da Robóticas em espaços educacionais e como ferramenta pedagógica. São ponderações de uma professora, pesquisadora e artista visual que percebe indicações de possibilidades de incentivo da criatividade a partir das conexões entre as artes visuais e a robótica. O que trato neste texto são frutos de anotações desse percurso de experiências e contatos com o universo robótico, associando as minhas atividades pedagógicas e artísticas com as especificidades criadoras das artes visuais.

As relações entre tecnologias e as artes não é algo novo, do mesmo modo que a presença de tecnologias em sala de aula não é nenhuma novidade. Durante a trajetória histórica da educação, diferentes recursos tecnológicos vêm sendo empregados nos processos pedagógicos com a

¹ Mestra em Artes Visuais pela UFPB/UFPE. Docente da Rede Municipal de João Pessoa-RMJP/ Membro do Grupo de Pesquisa em Educação e Artes Visuais GPEAV. rosartematias@gmail.com.

finalidade de tornar as aulas mais instigantes para os educandos e, em decorrência, “facilitar” as relações estabelecidas no ambiente escolar.

Diante disso, sabemos que as intencionalidades em torno do uso de tecnologias contemporâneas em sala de aula são responsáveis pela atuação desses recursos como “positiva” ou não para os estudantes e os processos formativos. De fato, é preciso ressaltar a importância de reflexões sobre as relações de saber e poder que podem definir as parcerias entre humanos e máquinas. Em razão disso, as contribuições das invenções tecnológicas dependem dos objetivos de utilização, podendo servir para a “melhoria ou destruição de vidas”. O uso consciente das tecnologias é um ponto destacável nos estudos sobre processos educativos na contemporaneidade. Para Behrens (2009, p.99) os recursos tecnológicos, no caso a Robótica Educacional, são importantes se forem utilizados a partir de projetos educativos seriamente pensados, essa constatação é exposta a seguir:

Torna-se importante considerar que esses recursos informatizados estão disponíveis, mas dependem de projetos educativos que levem à aprendizagem e que possibilitem o desenvolvimento do espírito crítico e de atividades criativas. O recurso por si só não garante a inovação, mas depende de um projeto bem arquitetado, alimentado pelos professores e alunos que são usuários. O computador é a ferramenta auxiliar no processo de “aprender a aprender.

Acredita-se que uma formação consciente para o uso das tecnologias na atualidade deve ser iniciada desde os primeiros contatos do indivíduo, tanto na família, como no ambiente escolar. O contato e as relações com as tecnologias robóticas, mesmo que apenas no campo da observação, podem se efetivar de modo coletivo e cultural, mediada pelos meios de comunicação, nas escolas e no cotidiano. O universo da robótica também costuma atrair, especialmente, o público infante-juvenil. São inúmeros os desenhos, filmes, séries e quadrinhos com essa temática, destinada a esse público. Por isso, os estudantes são facilmente encorajados e atraídos para participarem de estudos com a Robótica Educacional.

O caráter transformador das tecnologias na atualidade foi diagnosticado e estabelecido, conforme afirma Sancho (2006), em três tipos de

efeitos: 1) alteram a estrutura de interesses (as coisas em que pensamos); 2) mudam o caráter dos símbolos (as coisas com as quais pensamos) e 3) modificam a natureza da comunidade (a área em que se desenvolve o pensamento). Perceber a importância desse alcance na sociedade é uma das inúmeras responsabilidades da escola. O trabalho docente precisa ser realizado a fim de desenvolver modos de uso das tecnologias para potencializar aprendizagens mais significativas. Qualificar o ensino, incentivar os discentes, criar redes de colaboração para tornar mais prazerosa e envolvente a aprendizagem continuam sendo os desafios da docência nas escolas. Nesse sentido, o uso da robótica como ferramenta pedagógica tem trazido resultados eficazes.

A robótica no campo educativo vem sendo cada vez mais utilizada nos últimos anos, os objetivos estão entrelaçados com a busca de novas possibilidades que auxiliem os processos de ensinar e aprender. A Robótica Educacional tem um caráter destacável para possibilitar um uso criativo nas escolas, a capacidade de desenvolver infinitas relações temáticas e proporcionar estudos interdisciplinares a partir de diversos campos de conhecimento. A robótica no ambiente escolar tem a função de ambiente de aprendizagem, cujo impacto é positivo nas aprendizagens dos alunos e pode ser encarada como uma nova estratégia de aprendizagem. (TORCATO, 2012).

Esta ferramenta pedagógica está presente em diversas escolas no Brasil, como exemplo a Rede Municipal de João Pessoa/PB (RMJP) que possibilita estudos com robótica desde 2007, correlacionando diferentes possibilidades pedagógicas. Os estudantes da RMJP participam de campeonatos, mostras e outros eventos educativos sobre robótica, inclusive de alcance internacional. Durante uma pesquisa de mestrado que realizei com os estudantes da rede supracitada, pude perceber algumas características do trabalho docente com o uso da Robótica Educacional, entre outras, destacam-se:

- a realização de projetos educativos, pautados nas vivências dos sujeitos envolvidos,
- a preocupação com a construção do saber em equipe, uma construção compartilhada e atenta aos envolvimento dos estudantes,
- a autonomia nos estudantes nas ações pertinentes a esse tipo de atividade,

- a participação da família e de outros membros da comunidade escolar,
- a oportunidade de se estudar temáticas atuais, emergentes e não apenas o consagrado e estabelecido nos currículos escolares.

Para a realização de suas atividades educacionais as escolas contam com os recursos e espaços indispensáveis para o desenvolvimento de práticas educativas a partir da robótica, além de uma formação para os profissionais que utilizarão tais recursos. Esses são pontos importantes para a atuação eficaz da robótica no ambiente escolar. É um investimento que pode garantir a capacidade dos alunos em criar seus próprios mecanismos de aprendizagem, numa perspectiva de formação na qual possam aprender “perguntando e respondendo os desafios educativos e formativos da sociedade atual”. (SANCHO, 2006, p.31).

A presença da arte como proposta educacional e o ensino das artes visuais no Brasil

Os processos de ensino e aprendizagem em arte estão legitimados pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB), na qual as artes visuais, a dança, a música e o teatro são as linguagens desse componente curricular. Segundo a LDB, o ensino de arte deve ser obrigatório na Educação Básica, ou seja, na Educação Infantil (Creche e Pré-Escola), no Ensino Fundamental e no Ensino Médio e suas práticas educacionais direcionadas, especialmente, nas expressões regionais. Vale ressaltar que, infelizmente, a presença de aulas de artes como disciplina obrigatória em todas as fases da Educação Básica ainda é uma realidade longe de ser percebida nas escolas brasileiras. Outro impacto é a formação adequada para exercer a função de arte-educador, visto que em muitas escolas essa disciplina fica a cargo de professores de outras áreas de conhecimento.

O ensino de arte tem um importante papel na formação dos estudantes, uma vez que somente um professor comprometido com a ação educativa pode contribuir com a sua formação como cidadão capaz de

conhecer a sua cultura, de produzir e fruir arte, fomentar diálogos pertinentes sobre processos de criação artística e formas de expressão, pois

A arte na Educação como expressão pessoal e como cultura é um importante instrumento para a identificação cultural e o desenvolvimento individual. Por meio da arte é possível desenvolver a percepção e a imaginação, aprender a realidade do meio ambiente, desenvolver a capacidade crítica, permitindo ao indivíduo analisar a realidade percebida e desenvolver a criatividade de maneira a mudar a realidade que foi analisada. (BARBOSA, 2012, p.19)

As artes visuais podem ser compreendidas como as formas de expressão realizadas para serem percebidas pelo olhar, tais como a pintura, a fotografia, a escultura e as performances, entre outras categorias. O ensino das artes visuais propicia modos de perceber como as imagens são recebidas e interpretadas. Muito além de curiosidades sobre artistas e obras, as aulas de arte podem conduzir a reflexões sobre como a imagem dialoga em diferentes contextos, sendo produzidas com intenções históricas, culturais e sociais. Trata-se de oportunizar uma ampliação dos conhecimentos sobre a cultura, as formas de expressão com recursos diversos, criando vínculos entre imagens e contextos de criação e recepção (os modos de ver e olhar).

Uma possibilidade interessante de campo de estudo e pesquisa em artes visuais é a proposta da Cultura Visual, que tem como foco as visibilidades disseminadas no cotidiano pelas diferentes mídias tecnológicas. Preocupa-se principalmente com as conexões entre os processos interpretativos dos sujeitos com as imagens. Incentiva a criticidade do olhar, investigando as relações sociais associadas com os modos de ver e ser visto pelas imagens. É um convite “à deslocalização do olhar e ao reposicionamento do sujeito” (HERNÁNDEZ, 2011, p.31). Nesse sentido, o ensino de arte enfatiza diferentes tipos de imagens, consagradas ou não, para estabelecer relações interpretativas nos sujeitos. Os robôs, pensados, construídos e utilizados pelas estudantes nas aulas podem ser verdadeiras fontes imagéticas, entendidas como artefatos visuais carregados de significados e processos criativos.

Ao rabiscar, projetar e construir robôs, muito da vivência dos estudantes fica expresso pelas visualidades impregnadas de sentido pensadas para seus protótipos. Freedman (2010), em seu texto "Currículo dentro e fora da escola: representações da arte na cultura visual", destaca que os alunos são aprendizes ativos e constroem significados individuais por meio de experiências, mas alguns significados comuns são construídos no coletivo da mídia. Os conhecimentos que os alunos têm de fora da escola podem ser usados para atentar para questões de representação e de conceitualização, criação e interpretação da arte. Trazer para as aulas de arte a visualidade presente nas mídias às quais os alunos têm acesso é uma forma estimulante de promover aprendizagens significativas.

O entendimento do conceito de visualidade para o ensino das artes visuais

A visualidade é um conceito que permite alargar as fronteiras sobre o que deve ou não ser apresentado como fonte de trabalho nas aulas de artes visuais. Trata-se de um conceito oriundo das formas de pensar, ver, ensinar a aprender a partir do campo da Educação Cultura Visual. Esse conceito fragiliza a ideia de que nas aulas apenas a “arte consagrada” deve ser percebida e ter importância cultural e histórica.

Um dos conceitos mais factíveis de dar conta do entendimento de visualidade é o exposto por Nascimento (2012), quando enfatiza que a compreensão sobre visualidade permeia a partir da percepção do termo como:

diferentes tipos e modalidades de imagens, abrangendo as mais corriqueiras até as “preservadas” em renomados museus, reconhecidas como ‘obras de arte’, produzidas em diversos contextos culturais e temporais. envolvem também as possíveis maneiras de interpretar as diversas imagens. (NASCIMENTO, 2002, p.315)

O estudo das visualidades, abordado pela Educação da Cultura Visual, não se limita apenas às produções consagradas do universo artístico.

Contempla uma variedade de imagens no mesmo patamar de importância. Além das mudanças do repertório visual nas aulas, outro fato interessante é a forma de tratar as visualidades. A problematização surge na medida em que as visualidades expostas, ou mesmo as produzidas pelos estudantes, são tratadas a partir de um posicionamento crítico e questionador. Enfatiza-se que não apenas as imagens em si são visualidades como também as leituras, interpretações em torno de sua observação, levando em consideração as intencionalidades dos produtores e os contextos de sua produção e divulgação. Problematizar é um jeito de olhar para objetos e situações comuns com um distanciamento necessário para que haja uma “desnaturalização”, uma maneira diferente de ver as noções herdadas do passado que continuam a atravessar e afetar o presente. É um distanciamento que nos permite repensar o que é normativo, questionar como os discursos se consolidaram ao longo do tempo, tornando difícil pensar de modo diferente. Problematização, portanto, “é a motivação para nos aventurarmos, para exercitarmos a inventividade e para nos abriremos para os descaminhos” (NASCIMENTO, 2013, p. 249).

A Educação da Cultura Visual, a partir do aspecto educacional, é um campo que fomenta a necessidade das práticas de pesquisas que problematizem e proporcionem narrativas de estudos a partir de uma ótica crítica e reflexiva sobre as visualidades, sobre as interpretações e, também, sobre os modos de ver e ser visto. Trata-se de

[...] uma proposta de pesquisa com e sobre imagens pode ajudar a contextualizar os efeitos do olhar e, mediante práticas críticas (anticolonizadoras), explorar as experiências (efeitos, relações) em torno de como o que vemos nos conforma, faz-nos ser o que os outros querem que sejamos, e pode elaborar respostas não reprodutivas diante do efeito desses olhares. (HERNÁNDEZ, 2013, p.91).

As aulas de artes não devem restringir a visualidade aos aspectos formais, mas sim compreendê-la associada aos processos de significação. No tocante ao uso de recursos robóticos, as imagens criadas em forma de robôs traduzem aspectos dos contextos dos estudantes, seus anseios e formas de interpretar o mundo. Desse modo, o uso da robótica nas escolas

pode também ressignificar o entendimento de práticas educativas no ensino das artes Visuais, incorporando o entendimento do robô como produto cultural. A plasticidade dos robôs, alinhada ao tema proposto nas atividades e aos movimentos e funções, são visualidades que carregam informações dos modos de leitura e percepção da realidade pelos estudantes.

O robô como artefato visual nos aponta caminhos de problematizações sobre os motivos de escolha, as formas de expressão e o entendimento dos percursos escolhidos. Esse processo permite rever as relações e funções estabelecidas socialmente para o professor e o para o aluno. Na construção de visualidade robóticas os membros da sala de aula tornam-se uma equipe na busca pela resolução dos problemas e soluções para seus desafios.

A necessidade de revisar os sentidos de processos criativos nas aulas de artes visuais

Os processos criativos são ações que permeiam diferentes áreas de conhecimento. Pela ótica das artes visuais, esses processos têm relação direta com a materialidade a partir de construções dinâmicas, pois remetem à situações de movimento, de etapas que culminam com a criação de algo concreto. Contudo, o tempo de realização material da obra não contempla todas as ações de um processo criativo. Sendo assim, as questões de contagem temporal levam em consideração as etapas direcionadas às ideias e soluções que levarão à execução do produto físico, produto artístico.

Muitas vezes, nos processos criativos, o tempo direcionado às ideias, às escolhas e aos encaminhamentos preliminares às práticas de trabalho, torna-se bem mais intenso do que a própria realização dos produtos em si. Alguns rascunhos, traços e treinos são executados e deixados de lado como indicações de amadurecimento dos entendimentos do próprio contexto temático. O “olhar” vai sendo transformado à medida que eu adentrava às esferas do campo explorado.

A ideia de se conceber processos criativos como ações encadeadas e práticas é algo que também é percebido nas produções de qualquer campo

das artes. Nas artes visuais, recorro as palavras da pesquisadora Mello (2008, p.27) ao definir que “relacionar o processo criativo ao tempo em que acontece o ato de criação, indica a possibilidade de estabelecer etapas, como fases distintas e identificáveis”.

Outro fato importante sobre o processo criativo é a relação de transformação, mutação que as ideias iniciais sofrem pela passagem do tempo, pelas experiências, pelas escolhas constantemente reavaliadas no percurso das ações sequenciadas. Sejam escolhas do campo das ações ou mesmo as direcionadas aos métodos e recursos utilizados na elaboração da produção. Regina Lara Mello nos aponta a seguinte afirmação sobre esta possibilidade de alterações e mudanças:

Especialmente no processo criativo em arte, as fases se sobrepõem continuamente e o tempo se configura no sentido de seguir adiante, uma etapa depois da outra, sugerindo um andamento linear, uma sequência de estados de um sistema que resulta na obra de arte; mas também aparece no sentido de métodos, como técnica a serviço de uma ideia artística. De todas as maneiras há uma transformação, uma evolução, mostrando que as decisões tomadas no momento da criação, mudam definitivamente os caminhos, alteram a obra final. (MELLO, 2008, p. 29).

As movimentações temporais das ações podem ser quebradas a partir das retomadas e voltas às escolhas estabelecidas inicialmente. As criações artísticas têm diferentes motivações, as iniciadas podem sofrer alterações, ou mesmo serem retomadas a qualquer etapa do processo.

Os artistas podem estabelecer diferentes projetos ao mesmo tempo, criações simultâneas com ideias “despertadas” a partir de uma mesma temática ou não. Do mesmo modo que estas motivações podem gerar diferentes produções ou mesmo serem apenas traços guardados, sem nenhuma outra ação de concretude. Esse fato nos fornece outra característica importante do processo criativo, as possibilidades de retornos, pausas, continuidades ou mesmo desistências, “na produção artística ocorrem ciclos simultâneos, [...] movimentos circulares que por sua natureza transformadora nunca retornam ao ponto inicial, sugerindo a imagem de

uma linha espiral ao invés de uma linha reta e contínua” (MELLO, 2008, p.30).

Na contemporaneidade não é possível limitar os processos criativos nas aulas de Artes Visuais apenas à produção de desenhos. É comum que os estudantes levem verdadeiras fontes de informações e, até mesmo, o pleno domínio de tecnologias digitais para a sala de aula. Nesse cenário surgem as construções robóticas como fontes de estudos artísticos a partir do entendimento do robô como artefato visual, como já foi dito. Uma possibilidade criativa de uso da Robótica Educacional nas aulas de Artes Visuais é a criação de projetos a partir da ideia de desafios temáticos com robôs. Incentivar os estudantes a pesquisarem diferentes formas de montar, caracterizar e programar robôs. As tecnologias robóticas podem ser fontes interessantes de estudos performáticos, dado aos movimentos que os robôs podem realizar de acordo com a programação pensada.

Enquanto a montagem trata os aspectos formais de produção artística, levando em consideração todo repertório do contexto e possíveis reflexões, a programação dos artefatos, responsáveis pelos movimentos, trata de elementos das visualidades em movimento. Ação pensada para ser desenvolvida num espaço, com características visuais que também estabelecem relações de interesse para o desempenho da máquina projetada.

Artes visuais e a robótica educacional como convite à criatividade

Não só a própria arte sofreu influências das novas tecnologias, como também o seu ensino. A contemporaneidade nos traz a convivência com um acervo grandioso de imagens e de avanços tecnológicos. Dessa forma, não podemos separar as conexões entre: escola, tecnologia e arte. Logo, não se pode deixar de refletir sobre os processos criativos gerados nessas conexões.

O ensino de artes visuais tem especificidades que indicam sua importância na formação artística e cultural dos discentes, contribuindo para o exercício da criticidade diante das visualidades expostas. Porém, para uma efetiva produção que dialogue com os conceitos artísticos, culturais e

estéticos, é indispensável o compromisso do educador em dominar as tecnologias escolhidas para fins didáticos e potencializar o que tais ferramentas tecnológicas oferecem.

Também a criação de novas imagens [...] pode ser pensada e repensada mais amplamente quando se tem oportunidade de utilizar um ou mais meios tecnológicos contemporâneos. [...]. Somente o uso da tecnologia, com o simples aproveitamento das facilidades que ela oferece, não garante o desenvolvimento de um pensamento artístico ou uma construção de um saber em arte. Conhecer o instrumento de trabalho e as possibilidades que ele oferece é essencial, mas ir além da mera aplicação dessas possibilidades é fundamental. (PIMENTEL, 2002, p.132).

O fazer artístico pode ser incentivado a partir do uso da Robótica Educacional, uma vez que nas atividades envolvendo os atos de projetar e construir robôs, estudantes e professores precisam planejar as ações necessárias para efetivar a produção dos protótipos. Essas atividades podem ser guiadas pela escolha de temas diversos que pressupõem um estudo atento para um resultado coerente entre as funções executadas pelos robôs e características definidas pela temática abordada.

Nesse tipo de atividade, há possibilidades para a contextualização cultural que, justamente, podem ser direcionadas pela escolha do tema ou ação do robô, buscando o foco na formação integral do cidadão, valorizando suas potencialidades e capacidade criativa.

Sobre a importância dos processos para a construção do conhecimento, destacando o importante papel que o uso das tecnologias pode oferecer ao processo de ensino e aprendizagem em artes visuais, Pimentel (2002) afirma:

O ensino de arte deve enfatizar igualmente tanto a vivência de processos quanto a aprendizagem que daí advém, a realização de trabalhos artísticos e a construção cultural. Ativando e incrementando a capacidade de visualização, a memória visual, a descoberta de soluções para problemas, sejam eles técnicos ou estéticos, cada detalhe é importante e deve ser respeitado. O uso das tecnologias possibilita a/ @s alun@s desenvolver sua capacidade de pensar e fazer arte contemporaneamente, representando um importante componente

na vida d@s alun@s e professor@s, na medida em que abre o leque de possibilidades para seu conhecimento e expressão. (PIMENTEL, 2002, p.135).

Essa visão dialoga com a proposta do matemático Seymour Papert (2008), que defende a construção de robôs como uma oportunidade de envolver o aluno em todo o processo de aprendizagem. O artefato construído (robô) oportuniza momentos de reflexão conjunta, atentando para todas as possibilidades que o protótipo pode despertar (visualidade, interação, temáticas, tecnologia, entre outras):

Um dos meus princípios matemáticos centrais é que a construção que ocorre na “cabeça” com frequência ocorre de modo especialmente venturoso quando é apoiado pela construção de um tipo mais público no “mundo” [...]. Parte do que tenciono dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. (PAPERT, 2008, p.127).

Percebe-se a possibilidade de que com a parceria entre a Robótica Educacional e os elementos das artes visuais na execução de atividade bem planejadas, os aprendizes são levados a uma construção do próprio conhecimento. Um caminho que pode ser produzido de forma que se vise a potencialização das habilidades do fazer artístico, da fruição, da contextualização e da criticidade no uso das diversas tecnologias. Tudo isso buscando a formação de uma atuação criativa e de autonomia.

Os estudos acerca da presença da Robótica Educacional indicam esse caminho como uma alternativa que favorece a construção de trabalho colaborativo e das competências comunicativas, pois os alunos têm um objetivo comum e dialogam para atingir suas metas. Outro ganho educacional está no fato de a Robótica Educacional proporcionar desafios para o raciocínio lógico e para o pensamento abstrato. Essa constatação é exposta a seguir:

[...] alunos desenvolvem uma capacidade de abstração ao terem que planejar os robôs e desenhar os programas pensando como se fossem o próprio robô. Ao projetar-se no robô, na forma como ele aprende e como ele pensa, a criança está a pensar sobre o pensamento (metacognição). O processo de programação processa-se com base numa linguagem simbólica e visual, que o aluno terá

que ser capaz de mapear no comportamento físico do robô. Isto implica a capacidade de prever o comportamento do robô a partir dos símbolos abstratos incluídos na programação. (COSTA; RIBEIRO, 2011, p. 442).

Os processos inventivos, no sentido de solucionar problemas, são praticados quando os estudantes são levados à necessidade de desenhar seus protótipos e também nas estratégias de programação, no uso de materiais alternativos para compor os projetos e, ainda, na busca por formas de interação entre máquinas e humanos.

A imaginação e a criatividade também são favorecidas quando os estudantes desenham seus protótipos e também na própria construção. É de essencial importância a compreensão do papel que a criatividade tem na formação humana como um todo, pois tem uma relação direta com a execução de tarefas, com o trabalho. Para Ostrower (1987)

O homem elabora seu potencial criativo através do trabalho. É uma experiência vital. Nela o homem encontra sua humanidade ao realizar tarefas (...) a criação se desdobra no trabalho porquanto este traz em si a necessidade que gera possíveis soluções criativas. Nem na arte existiria criatividade de não pudessemos encarar o fazer artístico como trabalho, como um fazer intencional produtivo e necessário que amplia em nós a capacidade de viver. (OSTROWER, 1987, p.31).

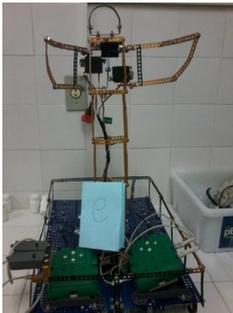
É de essencial importância a compreensão do papel que a criatividade e a criação têm na formação humana. Esta prática, contemplada, também, nos processos mentais e físicos na construção de robôs, tem uma relação direta com a execução de tarefas, com o trabalho. Os esboços são os primeiros passos para a construção das máquinas, esses rabiscos dão conta das necessidades de recursos e das soluções pensadas para a visualidades dos robôs. Na etapa de construção os desafios e ajustes são realinhados a partir dos esboços iniciais. Assim, cada etapa fornece desafios para a construção da visualidade dos robôs, para a coerência com a temática e para as funções que irão assumir na interação com os humanos. Nas cenas a seguir vemos duas etapas importantes do processo criativo com robôs.

Figura 01: Desenhos feitos pelos alunos para criação de robôs



Fonte: ARQUIVO DA AUTORA

Figura 02: Robô construído a partir dos desenhos dos alunos.



Fonte: ARQUIVO DA AUTORA

O desenvolvimento de diferentes competências para tornar os projetos robóticos mais atrativos e atraentes visualmente integra uma das finalidades da Robótica Educacional, como se depreende no comentário adiante:

Com esta ferramenta educativa os alunos desenvolvem a criatividade ao desenharem e criarem os seus protótipos, bem como tendo que atender à finalidade com que o desenho é idealizado. Os processos de construção e programação de robôs envolvem todo esse processo de criatividade convidando os alunos a inovarem no processo de resolução de situações problemáticas. Ao partirem das peças de construção e dos componentes electrónicos (motores e sensores), de forma a construírem o seu robô, bem como ao desenharem programas que executem as tarefas previstas, os alunos estão a desafiar a sua criatividade. (COSTA; RIBEIRO, 2011, p. 442).

Há diversas pesquisas que tratam de possíveis aspectos apontados para a eficácia dessa ferramenta enquanto parceira no ambiente escolar. Podemos destacar “Robô Carochinha: um estudo qualitativo sobre a

Robótica Educacional no primeiro ciclo do Ensino Básico”, de Ribeiro (2006); “Currículo, tecnologia e robótica na educação básica”, de Campos (2011); “Simulego: um ambiente de simulação para robótica educacional”, de Galvão (2014). Uma pesquisa, em especial que deve ser mencionada pelo fato de mergulhar no contexto das artes visuais em parceria com a robótica, é: “Arte robótica: criação de vida artificial para uma sociedade pós-biológica”, de Nóbrega (2006).

Entre outras possibilidades de ganhos com a parceria entre as artes e a robótica no campo da educação, podemos apontar: a motivação e o entusiasmo dos alunos, a multidisciplinaridade, a aprendizagem baseada em projetos, o trabalho colaborativo e as competências de comunicação, a imaginação e a inventividade, o raciocínio lógico e o pensamento abstrato, além da autonomia na aprendizagem. (COSTA; RIBEIRO, 2011).

Ao pensar práticas criativas com robótica, os professores de artes visuais podem seguir um simples roteiro para organização dos projetos artísticos. Não é uma “receita”, trata-se de uma possibilidade, percebidas como positivas durante as visitas realizadas em escolas da RMJP que estudam robótica num contexto interdisciplinar em suas atividades educacionais:

- **Projetar:** etapa das escolhas iniciais, organização das ideias e formas de conduzir a proposta/atividade. Escolha da temática a ser abordada e também os critérios de materiais para caracterização e as ações do robô. Geralmente estudantes e professores estão juntos na organização das ideias. É neste momento que os esboços são desenhados. Vale salientar que em todo percurso de planejamento os movimentos são associados à estrutura física dos robôs. As escolhas materiais para a plasticidade artística dos protótipos são determinadas pelo peso na estrutura do robô.
- **Construir:** momento de colocar em prática e trabalhar nas ações e visualidades pensadas para o protótipo. Nessa etapa, os agentes (professores e alunos) podem fazer as escolhas a partir da prática de montagem e definir possíveis alterações e soluções para os problemas apresentados. O uso de materiais alternativos, agregados aos *kits* robóticos, incentivam outras formas de conceber a criatividade. Também é o momento de elaborar a parte de programação dos robôs. Com a ideia de agregar materiais alternativos aos kits robóticos, as crianças e jovens podem estabelecer conexões de respeito às questões ambientais, além de favorecer outras reflexões a partir de analogias sobre as transformações dos materiais, das atitudes diante das práticas sociais, da própria condição de vida e da autovalorização.

- **Apresentar:** momento de colocar em prática o que foi projetado e construído. Esse é um momento importante, fase de socialização da aprendizagem e trocas de informações. Aqui os estudos são concretizados e a compreensão das ações estabelecidas na prática. O erro pode ser percebido como motivação e desafio, assim como as ideias podem ser compartilhadas entre os estudantes, buscando soluções criativas em conjunto.
- **Impactar:** momento de retomada das ações e reflexão sobre os alcances e impactos do processo de criação dos protótipos nos sujeitos envolvidos. Reflexões sobre erros e acertos, revisão de cada etapa.

Os estudantes podem somar ideias com outros agentes do contexto educativo criando redes de cooperação, em que haja a:

[...] colaboração dos sujeitos envolvidos no projeto, tomada de decisões em grupo, troca e conflitos sociocognitivos, consciência social, reflexão individual e coletiva, tolerância e convivência com as diferenças, responsabilidade do aprendiz pelo seu aprendizado e pelo do grupo, constantes negociações e ações conjuntas e coordenadas. A negociação conjunta das atividades a serem realizadas pressupõe que os alunos terão voz e voto e que o consenso deverá ser atingido pelo grupo com intuito de responsabilizá-los pelo sucesso ou pelo fracasso da proposta. (BEHRENS, 2013, p.106).

As qualificações geradas pelo uso da robótica na educação, isso quando utilizada de modo responsável, ou seja, garantindo envolvimento dos estudantes em todas as etapas dos projetos, foram percebidas e divulgadas pelo professor e pesquisador Seymour Papert, ao relatar que “as crianças aprendem melhor quando elas estão ativamente envolvidas na construção de algo que tenha significado para elas, seja um poema, um robô, um castelo de areia ou um programa para computador.” (PAPERT, 2008, p. 158). De modo simplificado, é o processo que envolve a construção de um produto, de início projetado mentalmente, sendo externalizado para ser apresentado, discutido, examinado, admirado e socializado no plano físico. Assim, a robótica, por utilizar ambientes de programação e processos de construção material, oferece aos usuários diversos tipos de elaboração mental, nos planos físico ou virtual.

Os processos de programação e construção de robôs favorecem situações de desenvolvimento da criatividade. Pressupõe a escolha das peças, motores e sensores, que produzam os efeitos idealizados na concepção dos projetos iniciais. Até na elaboração do projeto do *software*, o estudante executa as tarefas previstas para os robôs e coloca em práticas os processos criativos projetados, podendo realizar, ainda, alterações criativas para solucionar os movimentos dos robôs.

Cenários de incentivo à criatividade a partir da robótica educacional e das artes visuais

Existem inúmeras alternativas para criar redes de conexão entre as artes visuais e a Robótica a partir do incentivo da criatividade, tanto em ambientes formais como em não-formais de educação. No universo artístico, muitos produtores de arte vêm desenvolvendo pesquisas sobre a robótica e as viabilidades criadoras. Um caso bastante conhecido é o artista visual Stelarc que desenvolve performances artísticas com robótica a partir da ideia de hibridação entre o ser humano e a máquina.

Em suas pesquisas, Stelarc aponta diversas características e transformações que a humanidade poderá alcançar nas relações com as tecnologias, em especial, a robótica. Entre outras considerações, destacamos as seguintes: o pós-humano pode muito bem ser manifestado na sua forma inteligente de imagens autônomas. O autor afirma que é preciso elaborar novas formas de projetar e redefinir os corpos, repensar o que se define como humano. Uma outra característica salientada nas pesquisas de Stelarc é a necessidade do corpo anestesiado pois, para ele, “a importância da tecnologia não está simplesmente no puro poder que gera, mas no domínio da abstração que ela produz através de sua velocidade operacional e de seu desenvolvimento de sistemas sensoriais estendidos” (STELARC, 1997, p.58).

Figura 03: Stelarc "Third hand" (1980)



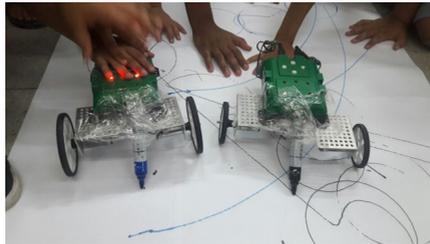
Fonte: <http://stelarc.org/?catID=20265>

A figura 03 retrata uma das cenas performáticas do artista, ressaltando a presença da robótica em suas produções e estudos artísticos. Tratando de representar uma nova configuração para as funções do artista e sua atuação no mundo:

No tocante a práticas pedagógicas, em ambientes formais de ensino, um exemplo de incentivo à criatividade a partir das artes visuais e da Robótica Educacional foi uma atividade desenvolvida em uma de minhas turmas do Ensino Fundamental da RMJP. Durante algumas aulas de artes, elaboramos estudos sobre a criação de desenhos narrativos a partir da interferência de “robôs desenhistas”. Primeiramente foi elencado um livro paradidático para que as crianças pudessem ler e organizar partes da história para cada equipe. Em outro momento o desafio foi criar um robô que pudesse “segurar” lápis coloridos para fazer riscos de acordo com a programação pensada pelas equipes. Após a execução dos rabiscos pelos robôs, as equipes interferiram nas imagens criando cenas que tivessem relação com os seus respectivos trechos da história. Por fim, cada grupo apresentou suas interferências visuais e as demais equipes observaram na tentativa de descobrir a qual trecho a imagem se referia.

Nesse tipo de atividade as crianças puderam desenvolver suas capacidades de colaboração criativa a partir do aspecto *Making*. Construir objetos físicos dá aos alunos a motivação para aprender, a oportunidade de descobrir o que eles precisam aprender, a oportunidade de usar a ciência para fundamentar cientificamente seus projetos e a oportunidade de testar seus conhecimentos e capacidades (WENGER, 2014).

Figura 04: Robôs desenhistas



Fonte: ARQUIVO DA AUTORA

Figura 05: Crianças interferindo nos rascunhos



Fonte: ARQUIVO DA AUTORA

Figura 06: Ação das crianças em interação com robôs no palco da OnStage 2015



Fonte: ARQUIVO DA AUTORA

Existem algumas competições que incentivam estudos robóticos no Brasil, algumas, inclusive, com etapas internacionais. Esse tipo de evento fomenta discussões importantes sobre as tecnologias robóticas, disseminando pesquisas e introduzindo estudantes da Educação Básica no gosto pelo universo robótico. Entre outros importantes espaços, destaco o desafio robótico *RoboCup Onstage Junior*, que é uma das categorias da liga *Junior* da Competição Brasileira de Robótica. A competição incentiva que os participantes construam robôs autônomos para uma apresentação de dança, com a participação dos estudantes. Os robôs devem ser apresentados caracterizados visualmente de acordo com o tema da apresentação de cada grupo. A meta é que durante a apresentação, “os integrantes se movimentem no ritmo da música, vestidos com um traje temático e que tenham harmonia criativa” (RULES, ROBOCUP JR ONSTAGE, 2017). A cena a seguir retrata umas das apresentações realizadas durante a competição OnStage na versão 2015.

Os exemplos citados são possibilidade de criar, construir, conceber e refletir a partir das especificidades das artes visuais em sintonia com as tecnologias. São espaços instigantes de interação, informação e criatividade. Alinhar arte e robótica é uma condição favorecedora para o alcance positivo de incentivo à criatividade. A Robótica Educacional configura-se como uma alternativa de caráter multidisciplinar, pelo fato de possibilitar e fomentar a integração de elementos de diferentes campos de estudo, favorecendo diálogos significativos entre diferentes campos de conhecimentos.

A presença da arte pode “atrair” crianças com interesses artísticos, assim como incluir robótica como fonte criadora nas aulas de artes visuais pode ser um caminho atrativo para os estudantes que têm aptidões pelo mundo tecnológico. Projetos com caráter multidisciplinar, como os que alinham o ensino das artes visuais e a Robótica Educacional, surgem como oportunidade de potencializar e dar espaço aos diferentes interesses apresentados pelos estudantes.

Referências

- BARBOSA, A. M. **As mutações do conceito e da prática**. In:
- BARBOSA, Ana Mae (org.). **Inquietações e mudanças no ensino da arte**. São Paulo: Cortez, 2002, p. 13-27.
- BEHRENS, M. A. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, José Manuel (org.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas/SP: Papirus, 2013, p. 67-132.
- COSTA, F. M.; RIBEIRO, C. **A Robótica Educacional como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico**. CISTI, 2011. Disponível em: < http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12920/1/Celia_Ribeiro.pdf > Acesso: 12/04/2017.
- FREEDMAN, K. **Currículo dentro e fora da escola: representação da arte na cultura visual**. In: BARBOSA, Ana Mae (org.). **Arte/educação contemporânea: consonâncias internacionais**. São Paulo: Cortez, 2010, p. 126-142.
- HERNÁNDEZ, F. A cultura visual como um convite à Deslocalização do olhar e ao reposicionamento do sujeito. In: MARTINS, Raimundo; TOURINHO, Irene. **Educação da Cultura Visual: conceitos e contextos**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011, p. 31-49.
- HERNÁNDEZ, F. Pesquisar com imagens, pesquisar sobre imagens: revelar aquilo que permanece invisível nas pedagogias da cultura visual. In: MARTINS, Raimundo; TOURINHO, Irene. **Processos e práticas de pesquisa em Cultura Visual e Educação**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013, p. 77-95.
- MELLO, R. L. S. **O Processo criativo em Arte: Percepção de artistas visuais**. Tese (Doutorado) PUC. Campinas- 2008.
- NASCIMENTO, E. A. F. Cultura das imagens e os desafios dos Referenciais Curriculares do Ensino Fundamental do Estado da Paraíba-Arte. In: MARTINS, Raimundo; Tourinho, Irene (org.). **Cultura das imagens: desafios para a arte e para a educação**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2012, p. 311-328.
- NASCIMENTO, E. A. F. Cultura das imagens e os desafios dos Referenciais Curriculares do Ensino Fundamental do Estado da Paraíba-Arte. In: MARTINS, Raimundo;

Tourinho, Irene (org.). **Cultura das imagens**: desafios para a arte e para a educação. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2013, p. 237-252.

OSTROWER, F. **Criatividade**. 6ª edição- Petrópolis, Vozes, 1987.

PAPERT, S. **A Máquina da Criança**: repensando a escola na era da informática. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PIMENTEL, L. G. **Tecnologias contemporâneas e o ensino de Arte**. In:

BARBOSA, A. M. (org.). **Inquietações e mudanças no ensino da arte**. São Paulo: Cortez, 2002, p. 127-137.

ROBOCUP JR. OnStage. **Rules**. Disponível em: < http://www.cbrobotica.org/wp-content/uploads/onstage_2016.pdf > Acesso: 12/05/2017.

SANCHO, J. M. De tecnologias da informação e comunicação a recursos educativos. In: SANCHO, Juana Maria e HERNÁNDEZ, Fernando (org.). **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 15-42.

STELARC. Das estratégias psicológicas às ciberestratégias: a protética, a robótica e a existência remota. In: DOMINGUES, Diana (org.). **A arte do século XXI**: a humanização das tecnologias. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1997, p. 52-62.

TORCATO, P. **O Robô ajuda? Estudo do Impacto do uso de Robótica Educacional como Estratégia de Aprendizagem na disciplina de aplicações informáticas B**. Congresso Internacional de TIC e Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2012.

WENGER, E. **Communities of practice: Learning, meaning, and identity**. New York: Cambridge University Press. 2014.

A robótica educacional e o seu emprego no ensino superior: um estudo do caso do IFPB

*Ademar Gonçalves da Costa Junior*¹

Introdução

A robótica pode ser contextualizada no mundo atual como uma área que atrai o interesse da sociedade, em seus diversos aspectos, muitas vezes, quando aparece em filmes ou em uma reportagem nos diversos meios de comunicações. Diversas aplicações são apresentadas em nosso cotidiano, nas mais diversas áreas do conhecimento, como cirurgias, reabilitação de pacientes, serviços de limpeza de ambientes, área militar, tarefas consideradas perigosas, repetitivas e tediosas, veículos autônomos, entre outras aplicações que possam ser citadas.

Um dos setores da robótica, que pode ser utilizada no contexto da aprendizagem de conceitos em diversas áreas, é a robótica educacional com diversas abordagens pedagógicas (construtivismo por Piaget, o socio-interacionismo de Vygotsky, construcionismo por Papert, por exemplo) assim denominadas, podendo ser inserida nos diversos níveis de ensino, da educação infantil à pós-graduação.

No mundo como um todo, busca-se a inserção da robótica educacional na educação de jovens (OLIVEIRA *et al*, 2016), com soluções que

¹ Doutor em Engenharia Mecânica (Universidade Federal da Paraíba - UFPB). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e Automação (LINSICA). ademar.costa@ifpb.edu.br

envolvem kits de robótica comerciais, ou o uso de sucatas eletrônicas, ou ainda por meio do uso da construção de robôs com o auxílio de plataformas de prototipagem eletrônica como o Arduino, baseadas em microcontroladores, utilizando o conceito de *hardware* e *software* livre.

As plataformas de simulação computacionais aplicadas à robótica, além dos próprios robôs construídos, ajudam os estudantes no aprendizado de conceitos dos mais diversos, entre eles os de física, de matemática, de química, e de disciplinas profissionais da Engenharia.

Desse modo, o objetivo deste capítulo é contextualizar a robótica educacional, em específico no Ensino Superior, com a indicação de diversas referências sobre o tema, além de apresentar o resultado de um estudo de caso utilizando a robótica na disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica do curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus João Pessoa, que pertence a grade curricular do primeiro semestre.

A robótica educacional

Stiglitz, prêmio nobel em Economia em 2001, em seu livro *Creating a Learning Society*, escrito em conjunto com seu colega Greenwald (STIGLITZ; GREENWALD, 2014), delinea que a criação de uma sociedade de aprendizagem será a base do sucesso e da sustentação do crescimento econômico dos países, com a informação se tornando um bem de produção. Segundo Dimarch (2015), baseado nas palavras de Stiglitz durante a conferência Fronteiras do Pensamento ocorrida em 2015 no Brasil, para a promoção do crescimento e do desenvolvimento por meio da aprendizagem e do desenvolvimento tecnológico, entre outros fatores que afetam a aprendizagem, os governos precisam olhar o sistema educacional.

Ainda citando Dimarch (2015), analisando as palavras de Stiglitz nessa conferência, o sistema educacional é parte do processo, mas não é o único ponto a ser destacado na criação de uma sociedade de aprendizagem, onde "olhar por meio das lentes da aprendizagem é observar como

cada um desses aspectos interferem na capacidade de aprender, motivações para aprender, facilitação da aprendizagem e sua catalisação, e como obstáculos à aprendizagem podem ocorrer " (DIMARCH, 2015, s/p).

No ensino, Gil (2006) afirma que à medida que a ênfase é colocada na aprendizagem, o papel predominante do professor deixa de ser o de ensinar, e passa a ser o de ajudar o aluno a aprender. Ainda segundo ele, a pedagogia do Ensino Superior tem progredido com novos conceitos e novos métodos, onde o estudante que era visto como sujeito passivo, atualmente é substituído pelo sujeito ativo da aprendizagem, em que procura ativamente a informação complementar necessária para a solução de problemas concretos, estruturando racionalmente os conhecimentos adquiridos, entrelaçando o que lhe é transmitido com o que ele próprio procura.

Mizukami (1992) divide as abordagens pedagógicas em cinco tipos: tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural. Destacando a abordagem cognitivista, o aprendizado é decorrente da assimilação do conhecimento pelo sujeito e também da modificação de estruturas mentais já existentes, com o conhecimento sendo adquirido por meio de uma construção dinâmica e contínua. (SANTOS, 2005).

No uso da informática no processo educacional, Ortolan (2003) distingue dois usos, que seriam a forma instrucionista, e a forma construcionista. A forma instrucionista, que inicialmente pode-se admitir como um meio mais pacífico e estático do uso da informática, parte do princípio de que o computador, periféricos e *softwares* podem e devem ser usados como um meio de execução de tarefas pré-prontas. O construcionismo de Seymour Papert e o construtivismo desenvolvido por Jean Piaget não devem ser confrontados, mas pensados em termos do primeiro em decorrência do segundo. Segundo Valente (2001)², citado por Ortolan (2003):

[...] entretanto, o que contribui para a diferença entre o construcionismo de Papert e o construtivismo de Piaget é a presença do computador – o fato de o aprendiz estar construindo algo usando o computador como uma ferramenta

² VALENTE, J. A. (org). Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula. São Paulo: Cortez, 2001.

que auxilia a elaboração do produto que está sendo produzido. Nesse caso, o computador demanda certas ações do sujeito que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento. (VALENTE, 2001, p. 34).

Para integrar as atividades que possam envolver o uso do computador no cotidiano das aulas, a robótica pode ser uma das formas mais promissoras atualmente.

Entre as diversas definições presentes na literatura, um robô, de acordo com o Dicionário Merriam-Webster³, seria uma máquina semelhante a um humano que desempenha diversas atividades complexas, entres elas andar ou falar. Uma segunda definição nesse mesmo dicionário é que o robô seria um dispositivo que desempenha, automaticamente, complicadas tarefas repetitivas.

Os robôs podem ser divididos, de uma forma geral, em robôs fixos, mais conhecidos como manipuladores robóticos ou robôs industriais, e em robôs móveis, onde nessa última classe encontram-se a maior parte dos trabalhos da robótica educacional. Sendo a robótica um ente que desperta bastante curiosidade na sociedade em geral, ela pode ser utilizada como uma ferramenta didática no auxílio aos professores em diversos aspectos de conteúdos, inclusive sendo multidisciplinar, com sua inserção como artefato tecnológico no cotidiano do ensino e aprendizagem.

Ribeiro, Coutinho e Costa (2011) afirmam que a robótica educacional é claramente uma área multidisciplinar, envolvendo um conjunto de disciplinas como a Física, a Matemática, a Informática e a Eletrônica, podendo ser abordada com outras áreas das Ciências ou das Artes (como as artes plásticas, a dança e a música), promovendo uma aprendizagem transversal dos diversos temas.

Segundo César (2013), a robótica pedagógica, ou educacional, refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, as

³ <https://www.merriam-webster.com/dictionary/robot>

discussões sobre a robótica pedagógica não se restringem às tecnologias, ou aos artefatos robóticos, cognitivos em si, nem ao ambiente físico, onde as atividades são desenvolvidas, e sim às possibilidades metodológicas de uso e de reflexão das/sobre tecnologias informáticas e robóticas nos processos de ensino e de aprendizagem.

Para Odorico (2014), a robótica educacional é uma disciplina que tem por objetivo a geração de ambientes de aprendizagem baseada, fundamentalmente, nas atividades dos estudantes, onde podem conceber, desenvolver e por em prática os projetos que permitem resolver problemas, facilitando ao mesmo tempo, determinadas aprendizagens nos mais diferentes contextos.

Segundo Schivani (2014),

[..] de maneira geral, a robótica educacional busca promover a aprendizagem dos diferentes saberes disciplinares e o desenvolvimento de determinadas competências como, por exemplo, ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações para resoluções de problemas, ou ainda, reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões e tomar decisões de maneira colaborativa ou individual. (SCHIVANI, 2014, p.74.).

Gaudiello e Zibetti (2016) indicam três paradigmas de aprendizagem atualmente suportados pelos tipos de robôs disponíveis no mercado: aprendendo robótica (*learning robotics*), aprendendo com robótica (*learning with robotics*) e aprendendo pela robótica (*learning by robotics*), distinguidos por diferentes *hardwares*, *softwares* e os modos correspondentes de interação permitidos pelos robôs.

No primeiro paradigma de aprendizagem (aprendendo robótica), o robô é um fim em si: os alunos usam isso como uma plataforma para aprender a robótica ou, mais amplamente, Engenharia - isso é, Mecânica, Eletrônica e Informática - desenvolvendo atividades nos kits já desenvolvidos e de forma colaborativa.

No segundo paradigma de aprendizado (aprendendo com robótica), os robôs são assistentes do tipo humano ou animal, pares ou

companheiros que supostamente devem ajudar os professores, como, por exemplo, exibindo conteúdo multidisciplinar, ou aprender ao mesmo tempo que o aluno, como, por exemplo, conectando palavras e imagens, memorizando novas palavras de uma língua estrangeira. Esses robôs classificados no segundo paradigma de aprendizado são como uma caixa preta, pois, na maioria dos casos, suas funções ou comportamentos que estão incorporados, não podem ser modificados, ou seja, os usuários não têm acesso ao sistema interno e não podem reprogramar o robô.

No terceiro paradigma de aprendizagem (aprendendo pela robótica), o robô é um kit construível e programável, estimulando os estudantes a se tornarem autores de tecnologia educacional, em vez de simplesmente usuários. Ao construir e programar robôs, os estudantes encontram problemas, criando novos projetos e desenvolvendo soluções.

Enquanto que o primeiro e o segundo paradigma de aprendizagem foram rotulados como instrução assistida por robotização (VAN HORN,⁴ 1991 *apud* GUADIELLO; ZIBETTI, 2016), na medida em que o robô é um assistente passivo do professor ou uma plataforma passiva para os alunos - o terceiro paradigma é denominado de instrução baseada em robótica (KIM; CHOI; BAEK, 2014), em que o robô constitui um meio entre os alunos, as disciplinas escolares e o professor. Desse modo, os alunos aprendem sobre o conteúdo alvo de ensino e sobre robôs, propondo ideias e soluções, contando com o *feedback* imediato do robô para avaliar o que eles fazem, ao passo que, ao assumir o papel de facilitador, nesse paradigma o professor não é mais visto como o único portador do conhecimento ou como avaliador dos desempenhos dos alunos, mas um catalisador das ideias dos alunos em torno de uma atividade concreta, orientando-os em seu progresso.

Nos trabalhos de Cesar (2013) e Barbosa (2016) há uma revisão bibliográfica aprofundada, sobre o tema da robótica educacional e o contexto da aprendizagem entre os autores brasileiros e suas aplicações nas mais diversas áreas do ensino, que corroboram com o que foi exposto nesta seção.

⁴ VAN HORN, R. Advanced technology in education. Pacific Grove: Brooks/Cole, 1991.

A robótica educacional e sua inserção na graduação no Brasil

Segundo Prince⁵ (2004 *apud* MESQUITA *et al*, 2016), as metodologias de aprendizagem ativa caracterizam-se pela participação efetiva e reflexiva dos estudantes no seu próprio processo de aprendizagem, com o professor tendo o papel de garantir as condições e as oportunidades para o resultado. Diversas estratégias e métodos de aprendizagem ativa são utilizadas nos cursos de Engenharia de algumas universidades nacionais e internacionais, entre elas está a Aprendizagem Baseada em Problemas e em Projetos (*Problem & Project Based Learning*).

A metodologia de aprendizagem ativa denominada de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) surgiu no Canadá na década de 60 do século passado, sugerida e implantada pela Universidade de MacMaster, sendo adotada, posteriormente, por diversas universidades no mundo. Na ABP, os papéis dos alunos e docentes em sala de aula, diferem da abordagem convencional que é centrada no professor (RIBEIRO, 2005), onde algumas limitações dessa abordagem são listadas por Ruben (1999). Na ABP, o papel central passa a ser do aluno, que por meio de trabalhos em equipe possa desenvolver projetos para a resolução de um determinado problema, inclusive os de cunho multidisciplinar, quebrando o paradigma e passando de um personagem passivo no aprendizado para uma figura ativa (RIBEIRO; MIZUKAMI, 2004; RIBEIRO, 2005; YEO, 2005; ECHAVARRIA, 2010; CARDOSO; LIMA, 2012).

Segundo Woods (2001, *apud* RIBEIRO, 2005), assumir responsabilidade pela própria aprendizagem em uma abordagem ABP significa que os alunos cumpram as seguintes tarefas:

- Exploração do problema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem e elaboração das mesmas;
- Tentativa de solução do problema com o que sabem, observando a pertinência de seu conhecimento atual;

⁵ PRINCE, M. Does active learning work? a review of research. *Journal of Engineering Education*. v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

- Identificação do que não sabem e do que precisam saber para solucionar o problema;
- Planejamento e delegação de responsabilidades para o estudo autônomo da equipe;
- Aplicação do conhecimento na solução do problema;
- Avaliação do novo conhecimento, da solução do problema e da eficácia do processo utilizado e reflexão sobre o processo.

Na ABP, a premissa é que o aluno possa construir o seu próprio conhecimento a partir do desenvolvimento de um problema proposto por um professor, ou sugerido pelo aluno. Esse problema é estudado na forma de um projeto prático, no qual, é desenvolvido em função dos conteúdos da disciplina, buscando a interdisciplinaridade, o que faz com que o problema seja compreendido, fundamentado e analisado, podendo ser executado tal como uma metodologia de gerenciamento de projetos.

No Brasil, alguns cursos universitários tem utilizado a ABP como metodologia de ensino, utilizando a robótica como atividade de projeto em disciplinas multidisciplinares (COUTINHO *et al*, 2012; YNOGUTI; BARBOSA FILHO, 2012; DINIZ NETO *et al*, 2015, MOREIRA *et al*, 2015; VASCONCELLOS; PINHEIRO; COSTA JUNIOR, 2015; RODRIGUES *et al*, 2015; PONTES *et al*, 2016). Existe também a vertente do uso da robótica educacional nas escolas de ensino fundamental e médio, com diversas propostas implementadas e/ou sugeridas, sejam elas por meio de kits comerciais ou por meio do aproveitamento de sucatas eletromecânicas (SILVA, 2009; FERREYRA-RAMÍREZ *et al*, 2014; AGUIAR *et al*, 2016; BARBOSA, 2016; CHITOLINA; NORONHA; BACKES, 2016; OLIVEIRA *et al*, 2016; AQUINO *et al*, 2017; BARROS; LINS, 2017), em que nesse sentido, há um capítulo neste livro em que a Professora Cintia Kimie Aihara e o Professor João Vilhete D'Abreu exploram bastante essa questão (Capítulo 6).

Outra forma de fomentar o uso da robótica nas universidades e escolas são as competições de robótica, motivando os alunos a buscarem o conhecimento tecnológico necessário para o desenvolvimento das atividades relacionadas. Para os alunos dos cursos de graduação/pós-graduação, a pioneira é a Competição Brasileira de Robótica (CBR) que ocorre

anualmente, sendo organizada pela instituição que a sedia, e promovida conjuntamente pela Sociedade Brasileira de Automática (SBA), Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Robocup e pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Entre as ligas existentes na CBR em 2017, quando as competições ocorreram na cidade de Curitiba, tem-se a de futebol de robôs, de resgate, de logística, de atividades domésticas, de simulação, entre outras. Concomitante com as competições, dois congressos ocorrem que são o *Workshop of Robotics in Education (WRE)* e o LARS/SBR (*Latin American Robotics Symposium/ Brazilian Symposium on Robotics*). Neste livro também há um capítulo, dos professores Rafael Vidal Aroca, Daniele Ortiz Hoffman Bonício, Cintia Kimie Aihara, Sarah Thomaz de Lima Sá e Tatiana de Figueiredo Pereira Alves Taveira Pazelli, que aprofunda esse tema (Capítulo 10).

A disciplina Introdução à Engenharia Elétrica do IFPB como um caso do uso de robótica na graduação

Como forma de incentivo para que os alunos dos primeiros semestres dos cursos de Engenharia possam utilizar, na prática, o conhecimento que obtêm em disciplinas, existem algumas iniciativas no Brasil que exploram o contexto da robótica educacional para potencializar o aprendizado e a criatividade do aluno, além de contextualizar possíveis atividades de um engenheiro. (PIAI *et al*, 2012; REIMBOLD *et al*, 2014; FERREIRA *et al*, 2014; OLIVEIRA; PINTO; ALMEIDA, 2014; FREITAS *et al*, 2016; MOREIRA *et al*, 2016; GARCIA *et al*, 2017; GUIMARÃES; MARTINS; ARRUDA, 2017; LIMA *et al*, 2017).

A utilização do ensino de robótica, como exemplo do terceiro paradigma de aprendizagem (aprendendo pela robótica), associado ao uso de uma linguagem de programação, aos alunos do primeiro semestre do curso de Engenharia Elétrica do IFPB na disciplina de Introdução a Engenharia Elétrica, surgiu da necessidade de motivá-los a terem contato com disciplinas contextualizadas com a prática e a atividade profissional nos

primeiros semestres, objetivando a diminuição da evasão no curso. Além disso, foi pensado em uma forma onde os alunos pudessem aprimorar os conhecimentos recém adquiridos na disciplina de Algoritmos e Lógica de Programação, também lecionada no primeiro semestre do curso, tirando-os de um ambiente teórico, no qual pudessem aplicar esses conhecimentos em uma atividade prática.

Utilizando os conceitos da ABP nas atividades que envolvessem a robótica na disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica, onde os alunos pudessem desenvolver atividades em robôs previamente montados por meio do uso das peças do kit Lego Mindstorms[®], a metodologia utilizada possui algumas premissas:

- Os professores, juntamente com os monitores voluntários que auxiliam nas tarefas, desenvolvem as etapas dos desafios propostos aos alunos, na forma de uma competição de robótica, onde ficam sabendo dos detalhes dela com uma semana de antecedência;
- Há a preparação dos alunos, por meio de um minicurso de programação do kit LEGO Mindstorms[®], baseada em linguagem C, com carga horária de 16 horas, dividido em quatro aulas. Ao final, cada equipe, formada por quatro alunos, recebe o kit de robótica pré-montado, podendo agregar outros sensores, atuadores e peças mecânicas, se assim desejarem, para a competição de robótica;
- Além do minicurso de 16 horas, os alunos cursam a disciplina de Algoritmos e Lógica de Programação, concomitantemente com a disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica, obrigatórias para o primeiro período do curso de Engenharia Elétrica do IFPB;
- Os monitores se dividem entre as equipes, auxiliando nas dúvidas que surgem entre os membros das equipes;
- A tarefa da competição de robótica, geralmente, consiste na elaboração de rotinas computacionais, com premissas elaboradas pelos professores das duas disciplinas mencionadas, onde os alunos também realizam a apresentação do projeto em público, para uma banca de especialistas, com o objetivo de utilizar a competência de comunicação, imprescindível a qualquer profissional de Engenharia;
- O objetivo da competição é que o robô possa percorrer um caminho em uma pista de competição, modificada a cada semestre, no menor tempo possível, após a soma dos tempos obtidos em um determinado número de rodadas estipuladas.

Figura 01: Laboratório utilizado para as aulas



Fonte: ARQUIVO DO AUTOR

A primeira utilização da robótica, utilizando os princípios da metodologia ABP, foi no primeiro semestre de 2014, onde as aulas são ministradas em laboratórios do IFPB semelhantes ao ilustrado na Figura 01. Nos três primeiros semestres foram utilizados kits LEGO Mindstorms® NXT, e nos demais foram utilizados a versão mais recente do kit LEGO Mindstorms®, o EV3. Uma das estruturas dos robôs desenvolvidos com o kit LEGO Mindstorms® NXT pode ser observada na Figura 2a, e a Figura 2b ilustra uma das estruturas dos robôs desenvolvidos com o kit LEGO Mindstorms® EV3.

Figura 02: Estruturas básicas dos robôs desenvolvidas. (a) Robô com o LEGO Mindstorms® NXT. (b) Robô com o LEGO Mindstorms® EV3.



(a)



(b)

Fonte: ARQUIVO DO AUTOR

Para a programação dos robôs, nos três primeiros minicursos foi utilizada a linguagem Not eXactly C (NXC), baseada na linguagem C,

utilizando o ambiente integrado de desenvolvimento (IDE - *Integrated Development Environment*) *Bricx Command Center* (BricxCC). Nos três últimos minicurso ministrados, foi utilizada a programação em RobotC, que também é baseada na linguagem C, em uma IDE que recebe o mesmo nome do ambiente de programação.

A pista de competição, utilizada no semestre 2015.1, é ilustrada na Figura 3a, com uma foto da turma participante, também no semestre 2015.1, ilustrada na Figura 3b.

Figura 03: (a) A pista de competição utilizada nas atividades de robótica. (b) Turma participante das atividades de robótica, todos no semestre 2015.1.



(a)



(b)

Fonte: ARQUIVOS DO AUTOR

Ao final da atividade de robótica, em cada semestre, é aplicado um questionário com sete perguntas, elaborado pelo autor e ilustradas no Quadro 01, para que os alunos participantes pudessem responder. A análise das respostas das respostas dos alunos, que permaneceram matriculados na disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica durante os semestres de 2014.1 a 2016.2 são descritas na subseção 3.1.

Quadro 01: Questionário de opinião sobre o minicurso

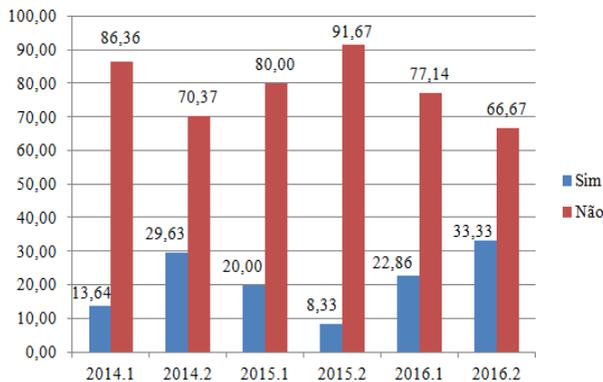
Questão	Pergunta
1.	Antes das atividades com robótica, você já teve alguma experiência com robótica?
2.	Você achou a disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica interessante utilizando a robótica?
3.	O uso da robótica motivou seu interesse em programação?
4.	O uso da robótica o motivou para seguir no curso de Engenharia Elétrica?
5.	Como você avaliaria sua experiência no trabalho em equipe, no desenvolvimento das tarefas?
6.	Destaque o(s) ponto(s) positivo(s) e negativo(s) da metodologia empregada para as atividades de robótica.
7.	Que sugestão(ões) você poderia fornecer para que haja um aprimoramento para as próximas turmas de Introdução à Engenharia Elétrica.

Fonte: AUTOR

Resultados e Discussões

As análises das respostas ao questionário aplicado (Quadro 01) para mensurar a aderência às atividades de robótica, o grau de satisfação dos alunos do curso de Engenharia Elétrica do IFPB João Pessoa, a motivação após essas atividades e o perfil desses alunos são apresentadas nos gráficos desta seção.

Figura 04: Percentual dos alunos que tiveram o seu primeiro contato com a robótica durante a disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica



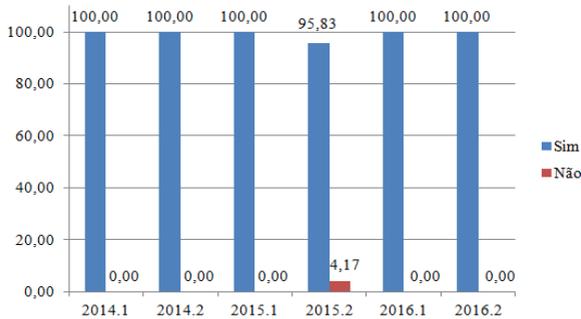
Fonte: AUTOR

Na primeira pergunta do questionário, “antes das atividades com robótica, você já teve alguma experiência com robótica?”, uma média entre os semestres de 78,7% dos alunos entre os semestres 2014.1 e 2016.2 tiveram o seu primeiro contato com a robótica por meio da atividade proposta na disciplina de Introdução a Engenharia Elétrica, como ilustra a Figura 4. Dos alunos que já haviam tido contato com atividades de robótica, os mesmos são oriundos dos cursos técnicos do IFPB do campus João Pessoa, bem como de algumas escolas, geralmente do estado da Paraíba, no qual são aplicados os conceitos da robótica educacional, por meio de atividades que envolvam a OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica), ou por meio de atividades lúdicas.

Na análise da segunda e terceira perguntas do questionário, “você achou a disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica interessante

utilizando a robótica?" e "o uso da robótica motivou seu interesse em programação?", observa-se que quase 100% dos alunos, nos semestres em que o questionário foi aplicado, responderam de forma positiva, como ilustrados nas Figuras 05 e 06.

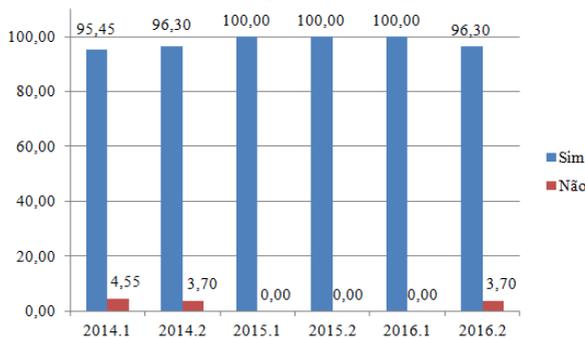
Figura 05: Percentual dos alunos que consideraram importante a utilização da robótica no primeiro semestre do curso



Fonte: AUTOR

É possível perceber que o uso de atividades de robótica foi interessante para a inserção dos alunos no contexto do curso de Engenharia Elétrica, além de conseguir fazer com que os alunos tivessem maior interesse no aprendizado de programação, no primeiro semestre do curso. A aplicação da robótica foi, por nós entendida, decisiva para que o aluno comece a entender as possíveis utilizações de uma linguagem de programação, já que ele percebe na prática em como utilizar o conhecimento de uma linguagem de programação.

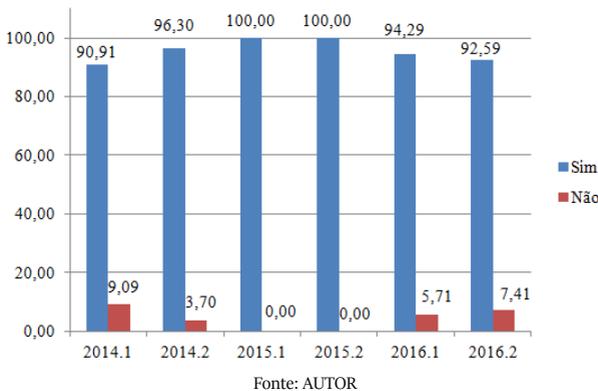
Figura 06: Percentual dos alunos que consideram relevante o uso da robótica para aumento do interesse dos alunos em programação



Fonte: AUTOR

Em relação à quarta pergunta do questionário aplicado, “o uso da robótica o motivou para seguir no curso de Engenharia Elétrica?”, observando os dados da Figura 07, tem-se uma média de 95,7% dos alunos, dos semestres em que as informações foram coletadas, respondendo de forma positiva. Tal percentual pode ser entendido como evidência da potencialidade da robótica em contribuir com a diminuição da evasão dos alunos no curso de Engenharia Elétrica do IFPB, merecendo a atenção da comunidade de educadores e pesquisadores.

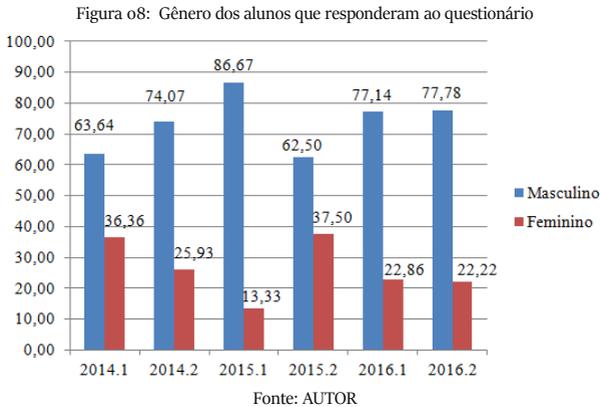
Figura 07: Relevância da atividade de robótica para o interesse dos alunos em permanecer no curso de Engenharia Elétrica.



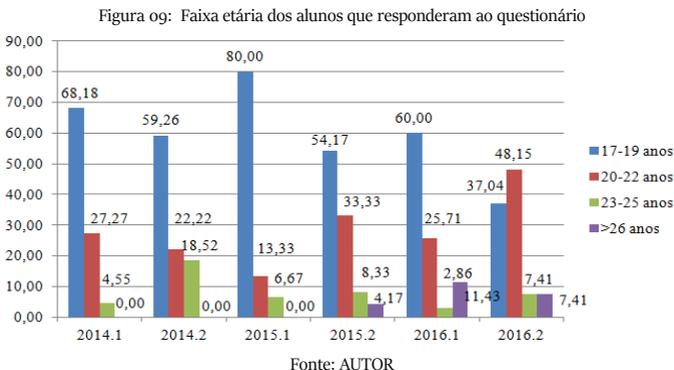
Em relação ao gênero dos alunos que responderam ao questionário, percebe-se pelo gráfico da Figura 8 que o corpo discente do curso de Engenharia Elétrica do IFPB é predominante masculino, porém ações que envolvam o despertar feminino para as atividades nas áreas dos cursos de tecnologia estão ajudando no aumento do público feminino na procura por esses cursos, tais como a inserção do grupo de afinidade denominado *Women in Engineering*⁶ (Mulheres na Engenharia), apoiado pelo IEEE, formado por alunas e alunos do curso de Engenharia Elétrica do IFPB. Entre as atividades do grupo estão as apresentações nas escolas de nível médio da região sobre as atividades da Engenharia Elétrica e a inserção

⁶ <http://wie.ieee.org/>

das engenheiras no mercado de trabalho, além da promoção de competições em conjunto com os alunos do ramo IEEE do IFPB e do grupo PET (Programa de Educação Tutorial) do curso de Engenharia Elétrica. Uma ação semelhante para o incentivo para a inclusão de mulheres na Engenharia, por meio do uso da robótica, é apresentada por Alsina *et al* (2016).



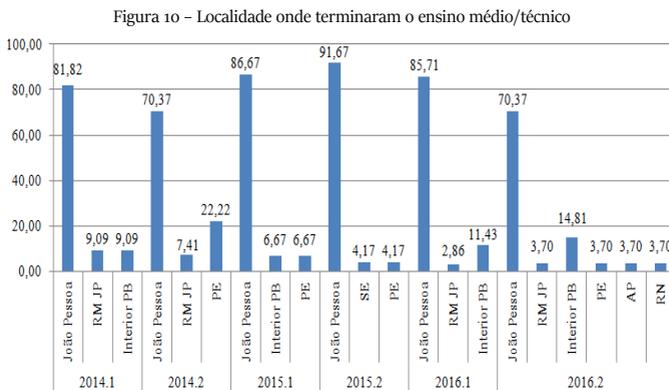
Entre os alunos participantes da atividade de robótica, que responderam ao questionário, uma média de 59,8% são de alunos que tem entre 17 e 19 anos e, e uma média de 28,3% desse público tem entre 20 e 22 anos, isso quando cursam o primeiro período, segundo os dados da Figura 09.



Algumas perguntas que podem e devem ser investigadas pelos educadores e pesquisadores são: i) o fato da maioria serem jovens pode ser

um dado a ser relacionado com a boa aceitação da robótica nas turmas? ii) o componente lúdico que atividade apresenta pode ser um atrativo a mais para estudantes tão jovens persistirem em cursos, muitas vezes, tido como "difíceis"? iii) a robótica torna a Engenharia menos árida para alunos tão jovens em início de curso? iv) a presença da robótica no curso pode ser um sinalizador da necessidade de se repensar a didática nas Engenharias, já que no início da maioria desses cursos há uma maioria de adolescentes, cujo acesso à tecnologia é maior do que nas décadas passadas, cujo a carga de conteúdos específicos da área podem se apresentar como dificultador de adaptação no curso para eles?

Observando os gráficos das Figuras 10 a 13, é evidenciado que o perfil do aluno do primeiro período do curso de Engenharia Elétrica, que participou das atividades de robótica envolvendo a disciplina de Introdução à Engenharia Elétrica, e que respondeu ao questionário, mostra que terminaram o ensino médio na cidade de João Pessoa e Região Metropolitana, com uma média de 64,3% em escola pública e predominância dos alunos que fizeram cursos na rede Federal, em sua maioria egressos do próprio IFPB dos cursos técnicos de Eletrônica, Mecânica e Eletrotécnica, além de que não trabalham concomitantemente com o curso de Engenharia Elétrica.



Fonte: AUTOR

Figura 11 – Tipo de escola em que terminaram o ensino médio

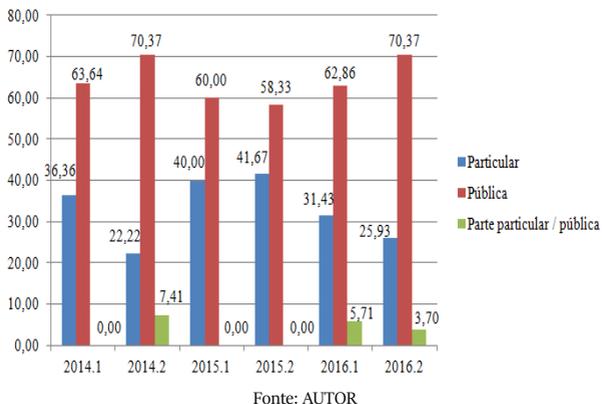


Figura 12 – Percentual dos alunos que declararam ter terminado o ensino médio em escola pública e a rede de ensino

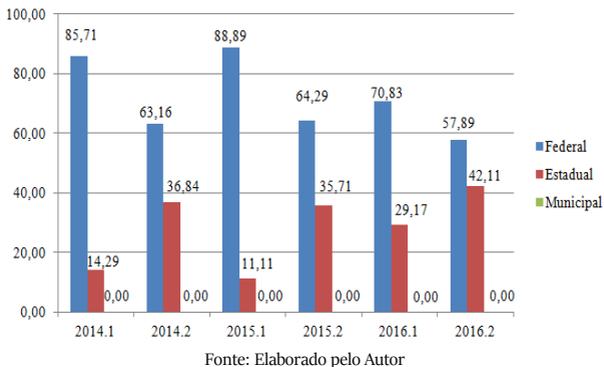
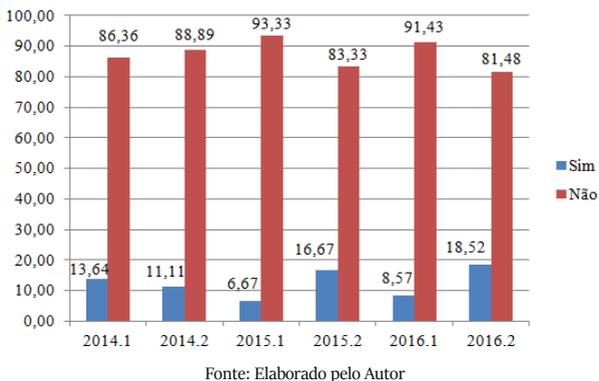


Figura 13 – Você trabalha e estuda?



No questionário aplicado (Quadro 1) ainda constavam duas perguntas, nas quais os alunos poderiam escrever sobre a atividade de robótica desenvolvida, destacando os pontos positivos e negativos, além de sugestões de aprimoramento para as próximas turmas. Os pontos positivos mais apontados pelos alunos entrevistados foram: i) o contato com a visão prática de conhecimentos de programação já no semestre inicial do curso; ii) o despertar do interesse em continuar o curso de Engenharia Elétrica; iii) a possibilidade de trabalhar em equipe e de modo proativo. Alguns problemas também foram apontados, entre eles: i) o pouco tempo de contato com o ambiente da linguagem de programação utilizada, visto que era o primeiro contato de muitos com a mesma; ii) trabalho em equipe também sendo destacado como ponto negativo, já que alguns, segundo os alunos, não participavam de forma ativa das atividades.

Os alunos também fizeram algumas sugestões para os próximos minicursos, destacando entre eles, um maior tempo de contato com os robôs, para um aprendizado mais detalhado, já que os robôs eram liberados apenas em horários pré-determinados sob orientação dos monitores, e um aumento no número de horas dedicadas do minicurso.

Diante dos dados apresentados e com base na literatura que considera os possíveis paradigmas de aprendizagem, tendo a robótica como elemento estruturador, o trabalho desenvolvido no IFPB é caracterizado no terceiro paradigma de aprendizagem, que é a aprendizagem pela robótica. Verifica-se que a possibilidade de construir o conhecimento na resolução de determinados problemas, utilizando a robótica como forma de propor ideias e soluções, trabalhando em equipe, e obtendo o *feedback* das soluções discutidas por meio do uso de um robô, é uma forma de desenvolver aptidões profissionais tanto requeridas pelo mercado de trabalho nos futuros engenheiros(as), como também uma forma de contribuir com a diminuição de evasão em cursos de Tecnologia, além do aumento do interesse no aprendizado de disciplinas que envolvam tecnologia por parte dos alunos, sendo um elemento motivacional e de entusiasmo no desenvolvimento das atividades.

Considerações finais

Com as diversas referências bibliográficas apresentadas e os dados do estudo do IFPB, contextualizando a robótica educacional e sua aplicabilidade no ensino superior, espera-se inspirar que outros trabalhos sejam desenvolvidos e possam ser apresentados em congressos e revistas especializadas como resultado da implantação de metodologias de aprendizagem ativa, com a robótica sendo utilizada como elemento motivador e de protagonismo para os futuros engenheiros no Brasil.

A forma como a robótica pode ser inserida no contexto do aprendizado no ensino superior, desde as primeiras disciplinas dos vários cursos, poderá contribuir com a diminuição da evasão, e o contexto da aplicabilidade dos conhecimentos teóricos adquiridos pelos alunos, em cada semestre do curso.

O estudo do caso apresentado no curso de Engenharia Elétrica do IFPB reforça a tese que o uso da robótica pode ajudar no aprimoramento do conhecimento das novas gerações que escolhem um curso de Engenharia.

Referências

- AGUIAR, I. B. C. *et al.* Experiências de robótica educacional: treinamento e competições. In: **Anais...** XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2016), Natal (Brasil), 2016.
- ALSINA, P. *et al.* Robótica como agente incentivador da vocação científica e tecnológica de jovens mulheres. In: **Anais...** XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2016), Natal (Brasil), 2016.
- AQUINO, L. M. *et al.* Proposta de um curso semipresencial de robótica educacional utilizando a plataforma Arduino. **Revista Principia: Divulgação, Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 34, p. 48-54, 2017.

- BARBOSA, F. C. **Rede de aprendizagem em robótica**: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens. 2016. 366 f. Tese (Doutorado em Educação)-Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (Brasil), 2016.
- BARROS, E. T. G. D.; LINS, W. C. B. O ensino da robótica educacional por meio do e-waste: uma proposta de baixo custo e reuso de materiais eletrônicos. In: **Anais...** II Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2017), Mamanguape (Brasil), 2017.
- CARDOSO, I. M.; LIMA, R. S. Métodos ativos de aprendizagem: o uso do aprendizado baseado em problemas no ensino de logística e transportes. **Transportes**, v. 20, n. 3, p. 79-88, 2012.
- CESAR, D. R. **Robótica pedagógica livre**: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento. 2013. 220 f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento). Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia. Salvador (Brasil), 2013.
- CHITOLINA, R. F.; NORONHA, F. P. T.; BACKES, L. A robótica educacional como tecnologia potencializadora da aprendizagem: das ciências da natureza às ciências da computação. **Educação, Formação & Tecnologias**, v. 9, n. 2, p. 56-65, 2016.
- COUTINHO, R. T. *et al.* O uso pedagógico de um manipulador robótico, utilizando o reconhecimento de cores para separação de elementos em uma esteira. In: **Anais...III** Workshop of Robotics in Education (WRE 2012), Fortaleza (Brasil), 2012.
- DIMARCH, B. F. O conhecimento como um bem público. Resumo de Conferência. **Fronteiras do Pensamento**. São Paulo, 2015. Disponível em: <goo.gl/oQoD3p>. Acesso em: outubro de 2017.
- DINIZ NETO, J. *et al.* Incentivo ao desenvolvimento e pesquisa em robótica educacional utilizando o Kinect Sensor. In: **Anais...** XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014), Juiz de Fora (Brasil), 2014.
- ECHAVARRIA, M. V. Problem-Based Learning application in Engineering. **Revista EIA, Escuela de Ingeniería de Antioquia**, n.14, p. 85-95, 2010.
- FERREIRA, A. *et al.* Ferramenta de ensino para diminuir a evasão de alunos no curso de Engenharia Elétrica. In: **Anais...** XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014), Juiz de Fora (Brasil), 2014.

FERREYRA-RAMÍREZ, E. F. *et al.* Desenvolvimento de competências através de campeonato de robótica para estudantes com altas habilidades/superdotação. In: **Anais...** XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014), Juiz de Fora (Brasil), 2014.

FREITAS, B. P. S. *et al.* Utilização de exemplos criados no software LabVIEW® implementados no starter kit 2.0 como ferramenta no ensino-aprendizagem da robótica. In: **Anais...** XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2016), Natal (Brasil), 2016.

GARCIA, T. R. *et al.* Construção de um robô móvel para ensino das disciplinas dos cursos de Engenharia. In: **Anais...** XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2017), Joinville (Brasil), 2017.

GIL, A. C. **Didática do ensino superior**. Rio de Janeiro: Atlas / Grupo Gen, 2006.

GUADIELLO, I.; ZIBETTI, E. **Learning robotics, with robotics, by robotics: educational robotics**. Wiley, 2016.

GUIMARÃES, L. J. B. L. S.; MARTINS, A. L.; ARRUDA, A. P. D. O uso de robótica educacional no ensino de lógica de programação para engenheiros de produção. In: **Anais...** XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2017), Joinville (Brasil), 2017.

KIM K.; CHOI, H.; BAEK J. A study on the teachers' perception of school curriculum, Implementation about robot-based education in Korea. **Advanced Science and Technology Letters**, v. 59, p. 105-108, 2014.

LIMA, B. K. S. *et al.* Robótica educacional na engenharia: potencializando o ensino de lógica de programação. In: **Anais...** XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2017), Joinville (Brasil), 2017.

MESQUITA, D. *et al.* Perfil do professor de engenharia: desenvolvimento de competências nos contextos de aprendizagem ativa. In: OLIVEIRA, V. F.; MATTASOGLIO NETO, O.; TOZZI, M. J. (Org.). **Desafios da educação em engenharia: perfil do professor, aprendizagem ativa e multidisciplinar, processos de ingresso, inovação e proposições**. Brasília (Brasil): Abenge, 2016.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. Rio de Janeiro: E.P.U. / Grupo Gen, 1992.

- MOREIRA, A. F. *et al.* Construção de um robô móvel teleoperado de baixo custo para aplicação em aulas práticas de robótica. In: **Anais...** 6th Workshop of Robotics in Education (WRE 2015), Uberlândia (Brasil), 2015.
- MOREIRA, M. R. A. R. *et al.* Desenvolvimento de um braço mecânico aplicado à robótica educacional. In: **Anais...** XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2016), Natal (Brasil), 2016.
- ODORICO, A. Marco teórico para uma robótica pedagógica. **Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales**, v. 1, n. 3, p. 34-46, 2004.
- OLIVEIRA, D. G. *et al.* Projeto de extensão: a robótica pedagógica no ensino fundamental visando a Engenharia. In: **Anais...** XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2016), Natal (Brasil), 2016.
- OLIVEIRA, P. M. R.; PINTO, V. P.; ALMEIDA, R. N. C. Robomind e Lego Mindstorms: diminuindo a evasão de alunos nos cursos de Engenharia Elétrica. In: **Anais...** XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014), Juiz de Fora (Brasil), 2014.
- ORTOLAN, I. T. **Robótica educacional**: uma experiência construtiva. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação)-Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (Brasil), 2003.
- PIAI, J. C. *et al.* Uma experiência com robótica educacional no início da formação do engenheiro eletricitista. In: **Anais...** XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2012), Belém (Brasil), 2012.
- PONTES, R. G. *et al.* Development of mapping autonomous robot for static environments with HMI on Android. In: **Anais...** 2016 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON 2016), Buenos Aires (Argentina), 2016.
- PRINCE, M. Does active learning work? a review of research. **Journal of Engineering Education**. v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.
- REIMBOLD, M. M. P. *et al.* As competições de robótica móvel como recursos de ensino na engenharia. In: **Anais...** XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014), Juiz de Fora (Brasil), 2014.

RIBEIRO, C.; COUTINHO, C.; COSTA, M. F. A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico. In: **Anais...** 6^a Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2011), Vila Real (Portugal), p. 440-445, 2011.

RIBEIRO, L. R. C. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005. 205 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (Brasil), 2005.

RIBEIRO, L. R. C.; MIZUKAMI, M. G. N. An implementation of Problem-Based Learning (PBL) in postgraduate engineering education according to the students. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 25, n. 1, p. 89-102, 2004.

RODRIGUES, F. P. *et al.* Construção de uma plataforma robótica de exploração, usando conceitos de ABP na disciplina de Instrumentação Eletrônica do IFPB. In: **Anais...** 6th Workshop of Robotics in Education (WRE 2015), Uberlândia (Brasil), 2015.

RUBEN, D. E. Simulations, games, and experience-based learning: the quest for a new paradigm for teaching and learning. **Simulation & Gaming**, v. 30, n. 4, p. 498-505, 1999.

SANTOS, R. V. Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. **Integração**, n. 40, p. 19-31, 2005.

SCHIVANI, M. **Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático:** o caso da robótica educacional. 2014. 220 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil), 2014.

SILVA, A. F. **RoboEduc:** uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. 2009. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (Brasil), 2009.

STIGLITZ, J. E.; GREENWALD, B. C. **Creating a learning society:** a new approach to growth, development, and social progress. Columbia University Press, 2014.

VALENTE, J. A. (org). **Aprendendo para a vida:** os computadores na sala de aula. São Paulo: Cortez, 2001.

VAN HORN, R. **Advanced technology in education**. Pacific Grove: Brooks/Cole, 1991.

VASCONCELLOS, B. S.; PINHEIRO, M. S.; COSTA JUNIOR, A. G. Movimento de um manipulador robótico através do uso de luva com acelerômetros e Arduino. In: **Anais...** 6th Workshop of Robotics in Education (WRE 2015), Uberlândia (Brasil), 2015.

YEO, R. Problem-based learning: lessons for administrations, educators and learners. **International Journal of Education Management**, v. 19, n. 7, p. 541-551, 2005.

YNOGUTI, C. A.; BARBOSA FILHO, N .D. Introdução à Engenharia: uma abordagem baseada em problemas usando kit Lego NXT. In: **Anais...** VII International Conference PBL 2012 ABP, Cali (Colômbia), 2012.

Robótica educacional: de uma experiência curricular à gestão da universalização em uma rede municipal de ensino

*Luiz de Sousa Junior*¹
*Tiago Pereira do Nascimento*²

Introdução

As experiências de introdução da robótica nas redes de educação básica, tanto em escolas públicas ou privadas, tem tido bastante aceitação por parte dos alunos.³ Isso se deve, em grande parte, porque, no imaginário das crianças e adolescentes (e, de certo modo, dos adultos, também), a robótica aponta para uma atividade futurista, pós-moderna, criativa e inovadora. Esta visão é disseminada de diferentes formas, todas elas intrigantes. A sétima arte, por exemplo, retrata as tensões envolvendo seres humanos e robôs, a partir de experiências de conflito ou de parceria, a depender do olhar do diretor. Em *Blade Runner*, por exemplo, os replicantes, são humanoides criados a partir da inteligência artificial, mas com crise existencial, perigosos à sociedade humana. Já a saga *Star Wars* remete esses protagonistas como féis escudeiros de seus donos. Algo

¹ Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. Professor Associado da Universidade Federal da Paraíba lotado no Centro de Educação. luizsjunior@gmail.com.

² Doutor em Engenharia Robótica pela Universidade do Porto (Portugal). Professor de Engenharia da Computação no Centro de Informática da UFPB. tiagopn@ci.ufpb.br.

³ Isso é o que se depreende das matérias jornalísticas que tratam do uso da robótica na rede regular de ensino. Basta uma simples investigação em sítios de busca na internet acerca desse assunto e logo nos depararmos com reportagens com teor extremamente positivo da introdução da robótica em sala de aula.

diferente ocorre na trilogia *Matrix*, quando as máquinas já dominaram a humanidade e usam os seres humanos como energia que alimenta a própria *matrix*.⁴ Mas seja qual a for a visão que se tenha do uso dos robôs num futuro não muito distante, o fato é que se imagina que eles serão imprescindíveis em sua missão de nos auxiliar a produzir mais e melhor, evitar que os humanos atuem em atividades perigosas, repetitivas ou insalubres e, talvez, ampliar o tempo do ócio produtivo dos habitantes do planeta Terra.

O fato é que a robótica exerce uma atração fortíssima sobre a chamada geração Z, que parece acreditar que o ambiente tecnológico é o seu *habitat* (quase) natural. Como aproveitar esse desejo particular de estar envolvido e conectado ao que há de mais moderno, distante e próximo ao mesmo tempo, para melhorar a aprendizagem dessa e de outras gerações constitui um dos desafios para o uso da robótica na formação das crianças e adolescentes.

Mas outro desafio, também de grande envergadura, consiste em criar as condições materiais – e isto tem muito a ver com a questão do financiamento da escola pública e da educação em geral – para que o acesso à robótica aconteça de maneira inclusiva, de modo que qualquer estudante, seja da rede pública ou privada, possa dispor em suas atividades curriculares ou extracurriculares de disciplinas ou projetos que utilizem essa importante ferramenta de aprendizagem.

Tal desafio nos conduz, necessariamente, para o exame das políticas educacionais e, em particular, da gestão do sistema de ensino, na medida em que implica em tomadas de decisões tanto do ponto de vista da inserção curricular, como de formação de professores e, sobretudo, de aporte de recursos financeiros para custear tal atividade. Como o cobertor financeiro das redes municipais e estaduais, responsáveis diretas pela oferta da educação básica, é, em geral, curto, investir recursos em determinada ação, por vezes, significa reduzir despesas em outras. E isso nem sempre

⁴ Sobre robôs e cinema, ver OLIVEIRA (2014).

é possível, particularmente em um país em que o gasto por aluno está muito abaixo do necessário na educação da grande maioria da população.⁵

Este artigo propõe-se, em primeiro lugar, registrar a implantação do projeto de robótica em uma rede municipal de ensino, bem como discutir e problematizar as diversas possibilidades de aplicação dessa ferramenta no cotidiano das escolas do ensino fundamental. Intenta ainda, discutir os resultados dessa experiência, seja no desempenho escolar propriamente dito nas escolas municipais ou em competições nacionais ou internacionais. Para tanto, o texto partirá de uma discussão acerca da questão curricular e das necessidades de aprendizagem da população brasileira. Em seguida, apresenta “cases” de uso da Robótica Educacional no processo formativo do engenheiro, comprovando-se o potencial formativo dessa experiência. Por fim, narra a intervenção da Secretaria de Educação e Cultura (Sedec) do município de João Pessoa com a implantação da Robótica Educacional em toda a rede municipal do ensino fundamental.

Currículo e tecnologias educacionais

O uso crescente de tecnologias tem seu nascedouro com as mudanças acontecidas nas bases científicas e tecnológicas da sociedade capitalista. Com a primeira Revolução Industrial, que teve início na Inglaterra em meados de 1750, a introdução de máquinas dissemina-se em uma proporção inigualável. Tal mudança impõe a transição de métodos de produção até então artesanais para a fabricação em escala, mediatizada pelo uso de equipamentos e máquinas complexas.

Já na segunda metade do século XIX, dá-se início ao processo de novas e profundas transformações na base de produção capitalista que veio a ser denominado de segunda revolução industrial. Este evento teve seu

⁵ O Custo-Aluno-Qualidade Inicial, constante do atual Plano Nacional de Educação (PNE), que deveria vigorar em 2016, foi adiado *sine die* pelo atual governo de Michel Temer. A Emenda Constitucional 95/2016, por sua vez, congela os gastos públicos pelos próximos 20 anos, o que deve afetar fortemente o ensino básico e superior, a pesquisa, a extensão, a ciência e a tecnologia. Essa emenda se insere no contexto descrito por Eduardo Fagnani (2017), do fim do breve ciclo de cidadania no Brasil.

epicentro no segmento de indústrias de grande porte como siderúrgicas, metalúrgicas, petroquímicas, automobilísticas, transporte ferroviário e naval, resultante da incorporação da indústria química, elétrica, de petróleo e de aço. A segunda revolução industrial irá perdurar até o final da segunda guerra mundial.

A terceira revolução industrial assimila, de vez, o uso da robótica, considerando a introdução de novas tecnologias de ponta em toda atividade produtiva e não apenas na indústria. Esta revolução reconfigura a união entre conhecimento científico e produção industrial de maneira jamais vista até então. Derivam dessa etapa de desenvolvimento científico e tecnológico a ampliação e disseminação de atividades produtivas com o uso de computadores, softwares, microeletrônica, chips, transistores, circuitos eletrônicos, além da própria robótica. Mas é importante atentar ao fato de tais inovações não ficaram restritas ao uso industrial. Elas se disseminaram por todo o cotidiano da vida das pessoas, tornando-se praticamente indispensáveis no dia a dia seja em atividades de trabalho, lazer ou estudo.

Pesquisa desenvolvida por Campos (2011) procura discutir e articular os fundamentos de diversas teorias da aprendizagem – a exemplo do Construtivismo, do Sócio-interacionismo e do Construcionismo –, como parte de uma base teórica de fundamental importância na utilização da robótica educacional. No âmbito das políticas curriculares, as quais, em última análise, refletem as relações de poder em uma dada sociedade estruturada por relações de classe, torna importante estar atento para o que se planeja e o que se executa no ambiente escolar. Desse modo, o/a professor/a tem a importante missão de articular o currículo com as disputas de hegemonia e contra hegemonia que se manifestam de forma explícita ou implícita no cotidiano escolar e no chamado currículo oculto. Assim, a presença e o uso de tecnologias da informação e comunicação na esfera da educação formal necessitam de um olhar crítico, criativo e transformador. Torna-se imperativo dotar os sujeitos, em uma sociedade de conhecimento e de aprendizagem de competências e habilidades, de capacidade de tomar

decisões nas esferas econômicas, políticas, culturais e sociais com vista à construção de uma sociedade democrática, tanto na forma quanto no conteúdo. É nesse diapasão que Libâneo, Oliveira e Toschi (2012, p. 63) defendem que a contribuição do ensino escolar deve se dar no sentido de:

- a) Formar indivíduos capazes de pensar e aprender permanentemente (capacitação permanente) em um contexto de avanço das tecnologias de produção e de modificação da organização do trabalho, das relações contratuais capital-trabalho e dos tipos de emprego;
- b) Prover formação global que constitua um patamar para atender à necessidade de maior e melhor qualificação profissional, de preparação tecnológica e de desenvolvimento de atitudes e disposições para a vida numa sociedade técnico-informacional;
- c) Desenvolver conhecimentos, capacidades e qualidades para o exercício autônomo, consciente e crítico da cidadania;
- d) Formar cidadãos éticos e solidários.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96 – LDBEN) faz poucas referências ao uso das tecnologias na educação. O artigo 26 da Lei cita a necessidade dos currículos da educação básica terem “uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos”. Já o artigo 32, inciso II, que trata do ensino fundamental, exige a “compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”. E mais adiante, quando aborda o ensino médio, ao tratar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), insere o termo “e suas tecnologias” alinhado às áreas de linguagem, matemática, ciências da natureza e ciências humanas e sociais aplicadas.⁶

Decorridos mais de 20 anos da promulgação da LDB, a BNCC ainda não foi sancionada pelo Conselho Nacional de Educação. A versão que ora

⁶ Esta formulação decorre da chamada reforma do ensino médio, aprovada pelo Congresso Nacional, resultando na Lei 13.415/2017.

se encontra em análise, restrita à educação Infantil e ao Ensino Fundamental, ainda deve sofrer alterações até a sua redação definitiva. Num olhar ainda preliminar, vê-se que no tocante ao uso da tecnologia, a BNCC (BRASIL, 2017) está muito aquém dos desafios exigidos pela contemporaneidade. Sem entrar no mérito de que o Brasil deveria ter ou não uma base nacional, tema que demandaria estudo específico,⁷ que foge ao escopo deste artigo, a inserção do conceito de tecnologia na Base Nacional é circunstancial e pobre em formulação. Na versão final apresentada pelo Ministério da Educação, por exemplo, pode-se ler que dentre as dez competências gerais, está presente a de número 5 nos seguintes termos:

Utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas do cotidiano (incluindo as escolares) ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas (BRASIL, 2017, p. 18).

Contudo, não existe desdobramento adequado dessa competência nas diversas áreas de conhecimento. Esse fato ensejou forte crítica do professor da Universidade de Stanford, Estados Unidos da América, Paulo Bliksten, em entrevista à jornalista Sabine Righetti, da Folha de São Paulo (2017). Para ele, a BNCC nas ciências é trágica. Como exemplo, cita o fato de que a palavra “software” não aparece uma única vez na área de ciências. E chama a atenção para o fato de que, pela BNCC em discussão, “a criança da escola pública aprenderá a ciência do século 19”, enquanto “a criança da escola privada aprenderá simulação, programação, engenharia, robóticas, investigação e ensino por projetos”. Porém, mesmo essa perspectiva para os discentes da rede privada não consta da versão em discussão da BNCC, embora seja razoável acreditar que vá se concretizar na prática. Com efeito, a expressão “robótica” não aparece em nenhum momento nas 396 páginas do documento. Muito provavelmente, a robótica, como outras ferramentas inovadoras do ensino, seja relegada à chamada parte

⁷ A esse respeito, consultar Oliveira (2017) e Candido e Gentilini (2017).

diversificada da base nacional curricular. E a depender das condições de oferta de cada rede, sistema ou escola. No ensino superior, todavia, já existe forte presença da robótica educacional nos cursos de graduação, notadamente na área das engenharias.

Casos de sucesso da robótica como componente curricular no ensino superior

O processo de ensino-aprendizagem nos cursos de bacharelado em engenharia sofre com problemas como a falta de conexão entre teoria e prática e às excessivas fragmentações e especializações existentes nos projetos pedagógicos (Carvalho, 1999). Educação de qualidade na área de engenharia exige um balanceamento adequado dos conteúdos entre as técnicas especializadas e os conhecimentos generalistas (Berezin, 2001). É necessário, também, que os conteúdos sejam explorados através de uma ótica interdisciplinar, formando profissionais que possuam uma visão mais ampla dos problemas, capazes de obter soluções que atendam a requisitos globais (Albuquerque e Simas Filho, 2007).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos em anos passados (Zhang, 2006; Zhang, 2007) visando o desenvolvimento de plataformas experimentais para o ensino da robótica, porém na maioria dos casos, são utilizados módulos comprados quase prontos. Módulos prontos são extremamente úteis para alunos do ensino básico e fundamental, e algumas vezes do ensino médio. No ensino superior, a utilização de módulos prontos pode ser útil, desde que estes sirvam como base para o aprendizado de algoritmos complexos. Alguns casos de sucesso foram previamente documentados em trabalhos acadêmico-científicos. Um desses casos envolve o trabalho disciplinar dirigido (TID) realizado no ano de 2007 numa faculdade particular de Salvador. Essa experiência pedagógica fazia parte da componente curricular da grade de Engenharia Mecatrônica e envolvia a construção do protótipo de uma planta integrada automatizada de manufatura. O sistema foi dividido em módulos autônomos que foram

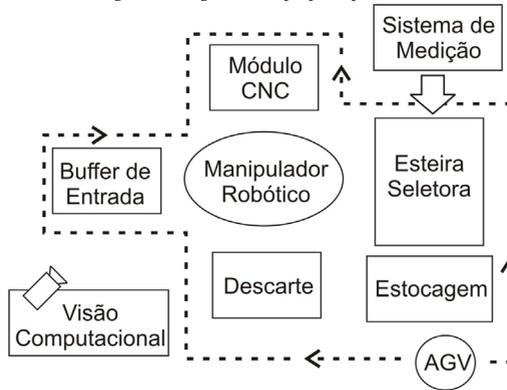
projetados e confeccionados por estudantes do primeiro ao oitavo semestres. Um dos requisitos principais era de que cada subsistema deveria ser capaz de operar de forma independente, no entanto, a integração entre os demais modelos deveria ser contemplada no projeto, como um todo. Organizados em grupos, os alunos trabalharam dentro do eixo temático a proposta referente a cada semestre, buscando pró-ativamente orientação dos professores para desenvolvimento do projeto.

O desenvolvimento dos TID envolve diversas áreas da engenharia e das ciências exatas. São utilizados conhecimentos sobre planejamento, mecânica, sensores, eletrônica embarcada, programação, inteligência artificial e resistência dos materiais, integrados num protótipo que deve ser robusto e eficiente. A experiência proposta criou um elo entre os conhecimentos adquiridos nas disciplinas teóricas e suas aplicações. A prática adquirida no projeto e construção dos protótipos é uma ferramenta que pode ser explorada pelos educadores como auxílio ao desenvolvimento da competência almejada (Bushnell; Crick, 2003).

Objetivo global – manufatura integrada por computador

Como tema do Trabalho Interdisciplinar Dirigido foi proposta a construção de um Centro Integrado de Manufatura (CIM). A planta do CIM é altamente automatizada, incorporando técnicas de controle, robótica, eletrônica e processamento de sinais. Neste pode-se ser identificar células robóticas que desempenham funções como: transporte, inspeção, seleção, fabricação, estocagem, etc.

Figura 01: Diagrama CIM proposto para o TID



Fonte: AUTORES

Conforme ilustrado na Figura 1, o CIM proposto era composto de oito módulos que deveriam funcionar tanto de modo independente, como integrados. As equipes de cada semestre tornaram-se responsáveis pelo projeto e construção de cada um dos subsistemas.

O processo de condução dos trabalhos variou de acordo com o semestre de estudo dos alunos: Ciclo básico: 1º ao 4º semestres - Para esses semestres é ofertada a disciplina TID, com carga horária igual a 60 horas, sendo 20 h em atividades presenciais e 40 horas, em atividades dirigidas. O docente responsável deve acompanhar o desenvolvimento das atividades, orientar os alunos e avaliar o resultado do projeto. Os alunos são divididos em equipes de no máximo 8 componentes.

Ciclo profissionalizante: 5º ao 8º semestres - Durante o ciclo profissionalizante não há mais a disciplina TID, os trabalhos são avaliados e orientados pelo corpo de professores do semestre. As notas obtidas são utilizadas como avaliação parcial de cada disciplina. Para cada período é designado um professor gestor do projeto, que deve realizar a interface entre os alunos e o corpo docente, sendo responsável pelo acompanhamento dos trabalhos. O número máximo de componentes em cada equipe é reduzido para 4. Os estudantes do 9º e 10º semestres não participam do Trabalho Interdisciplinar Dirigido por estarem dedicados à elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

A instituição, em contrapartida, forneceu aos alunos sua estrutura de laboratórios para o projeto e construção dos protótipos. Em casos específicos, auxílio financeiro pode ser concedido às equipes para apresentação dos resultados dos trabalhos em eventos de caráter científico.

Divisão dos objetivos por semestre do curso

As atividades desenvolvidas pelos alunos de cada período foram distribuídas considerando um crescente grau de complexidade e a conexão com as disciplinas cursadas ou em curso. Os estudantes do primeiro ao terceiro semestres, por não apresentarem conhecimentos acadêmicos suficientes para elaboração dos projetos técnicos, receberam da banca coordenadora do TID as especificações necessárias para a elaboração do trabalho. No primeiro período o objetivo era a confecção de um dispositivo para inserção da matéria prima (buffer de entrada) para a confecção das peças de xadrez. Neste dispositivo os alunos deverão confeccionar uma placa eletrônica de comunicação entre computadores pessoais (PC) e dispositivos como sensores e atuadores. Houve a necessidade da construção de um protótipo mecânico para a demonstração dos efeitos gerados pelos atuadores e sensores num dispositivo mecatrônico através da etapa de simulação conforme conhecimentos de Introdução à Engenharia. Fez-se necessário também a elaboração de um programa (preferencialmente em linguagem C) capaz de realizar a interface entre a placa de comunicação e o PC. Os conteúdos de disciplinas, como Introdução à Computação, Introdução à Engenharia e Química Geral foram exploradas no desenvolvimento dos trabalhos.

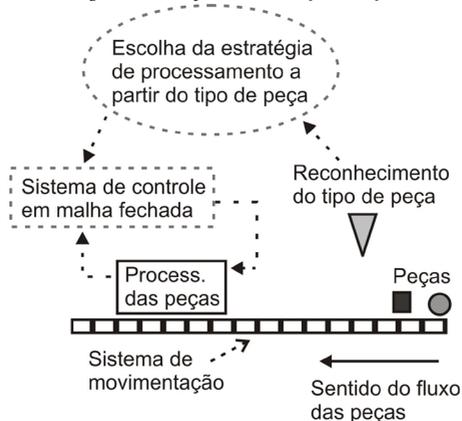
Para o segundo semestre o objetivo foi a construção de esteiras para transporte de materiais entre os diversos módulos de produção. As esteiras deveriam ser capazes de realizar o descarte de peças para mais de um local de armazenamento, a depender da análise de qualidade a ser feita em outro subsistema da planta CIM. O layout e a especificação de componentes para a confecção da placa eletrônica de comunicação e acionamento

dos motores e atuadores foram fornecidos pela banca do TID. A confecção do protótipo e a programação necessária para controle do sistema consistiram em tarefas realizadas pelos alunos. As características construtivas do protótipo foram detalhadas através uma ferramenta computacional de desenho.

Um sistema automático para estocagem de peças foi o tema proposto para as equipes do terceiro semestre. A partir deste período não foi feita nenhuma especificação para o trabalho, que deveria ser conduzido exclusivamente pelos alunos. O projeto e a confecção do protótipo exigiram conhecimentos de Mecânica, Física, Materiais de Engenharia e Desenho Técnico, disciplinas da grade deste semestre, além de conhecimentos de Eletrônica e Circuitos Elétricos, cujos conteúdos são vistos em períodos posteriores, mas que se tornaram necessários para o trabalho.

Com o objetivo de realizar um monitoramento do CIM, protegendo-o contra intrusos e falhas no processo de produção, o quarto semestre ficou responsável pelo desenvolvimento de um sistema com câmeras de vídeo rotativas, juntamente com o software de captura de vídeo. O tema do Trabalho Interdisciplinar Dirigido que foi proposto para o quinto semestre foi o desenvolvimento de um sistema automatizado para inspeção e controle de qualidade. Conforme diagrama esquemático da Figura 2, os diferentes tipos de peças foram dispostos na linha de produção e, para cada um deles, foi associada uma forma de processamento diferente. A planta deveria funcionar sem a necessidade de atuação do operador. O sistema poderia funcionar a partir da aquisição de imagem (Cravo, 2005) ou de outra informação relevante.

Figura 02: Exemplo de Identificação de Peças



Fonte: AUTORES

Ao sexto semestre foi designada a tarefa de desenvolver um veículo guiado automaticamente (*Automatic Guided Vehicle* - AGV), para o transporte de peças e insumos entre módulos de processamento. A base robótica móvel desenvolvida destina-se ao uso em ambiente estruturado, sendo capaz de navegar de forma autônoma, seguindo trajetórias pré-definidas. Conhecimentos adquiridos nas disciplinas de controle, acionamento de máquinas, circuitos elétricos e eletrônica foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho. Uma estação de processamento acionada por comando numérico foi o trabalho desenvolvido no sétimo período. A máquina (fresadora) deveria ter movimentação em três eixos e ser projetada visando o trabalho em peças de xadrez.

Na atualidade há um uso crescente de robôs manipuladores em muitas aplicações que requerem movimentos repetitivos e precisos. Numa planta CIM, o robô manipulador é de fundamental importância no transporte de peças. Considerando o exposto, o tema designado para o oitavo semestre foi a construção de um braço robótico com cinco graus de liberdade, capaz de manipular peças pequenas e leves com elevada precisão no deslocamento. No 8º semestre o estudante já passou por grande parte das disciplinas do curso. A aplicação de todo o conhecimento possibilita um maior grau de sofisticação das soluções obtidas e autonomia na condução do projeto, quando comparado aos alunos dos períodos anteriores.

O processo de avaliação do TID é composto por quatro notas, a saber:

- Avaliação escrita do anteprojeto (que inclui fundamentação teórica e desenvolvimento inicial do projeto) pela banca avaliadora, formada pela comissão de professores do TID;
- Avaliação escrita do relatório final pela banca;
- Avaliação oral do projeto em sala de aula pelo professor do TID;
- Avaliação oral e desempenho da equipe na Feira de Tecnologia promovida pela Coordenação do curso onde os alunos são avaliados pelos professores do respectivo semestre.

Os trabalhos foram apresentados em uma Feira Tecnológica, organizada nas dependências da Instituição e aberta ao público em geral. Os resultados foram apresentados em formato pôster e os protótipos construídos ficaram disponíveis para demonstrações durante o evento. Os alunos desenvolveram seus projetos, contando, sempre que necessário, com o apoio dos professores do curso.

Avaliações de acompanhamento foram realizadas durante o semestre para verificar o andamento do trabalho de cada equipe e, quando necessário, sugestões de modificações no projeto ou em sua condução, eram fornecidas. A maioria das equipes logrou êxito na montagem e funcionamento dos protótipos durante a apresentação na Feira de Tecnologia.

Considerando a proposta da divisão dos temas para as equipes de cada semestre, são apresentadas nas Figuras abaixo, fotografias dos protótipos desenvolvidos pelas equipes do primeiro, terceiro, quarto, quinto e oitavo semestres. O sistema inserção de matéria prima através da aquisição e envio de dados e comunicação com um PC através da porta paralela desenvolvido por uma equipe do primeiro semestre é mostrado na Figura 3. A Figura 4 mostra o sistema automático para estocagem de peças desenvolvido por uma equipe do terceiro semestre. O protótipo construído utilizava três motores de passo para efetuar deslocamentos em duas dimensões e realizar retirada/colocação da peça no local apropriado. O controle do sistema foi implementado em um computador.

O sistema de visão computacional desenvolvido por alunos do quarto semestre, juntamente com o módulo de verificação da qualidade, proposto

por uma equipe do quinto semestre são mostrados na Figura 5 (respectivamente do lado esquerdo e direito). Neste projeto do quinto período o sistema de medição utilizava um conjunto de sensores óticos para avaliar a qualidade das peças produzidas pelo módulo CNC.

Figura 03: Sistema inserção de matéria prima (buffer de entrada) desenvolvido por alunos do primeiro semestre



Fonte: AUTORES

Os alunos do oitavo semestre desenvolveram protótipos de manipuladores robóticos com cinco graus de liberdade. Diversos tipos de materiais foram utilizados para compor a estrutura de sustentação dos robôs. No protótipo mostrado na Figura 6 o manipulador foi construído com madeira. A estrutura leve e robusta permitiu o uso de motores de menor potência proporcionando economia de energia. Juntamente com os protótipos, as equipes entregaram um relatório escrito documentando a fundamentação teórica e os passos desenvolvidos durante o projeto e a confecção do trabalho. Considerando aspectos pedagógicos, os alunos foram submetidos a uma experiência de trabalho em grupo onde o objetivo era o cumprimento de especificações de projeto atendendo a prazos previamente estabelecidos, condições semelhantes àquelas comumente encontradas no exercício da profissão. O incentivo à pesquisa, à busca de soluções e aos trabalhos práticos de prototipagem e programação torna essa experiência pedagógica bastante enriquecedora para os alunos participantes.

A exploração de características interdisciplinares (NOGUEIRA, 1998; MITTELSTRASS, 1993) dentro dos trabalhos propostos para cada

semestre produz uma conexão mais forte entre os diversos eixos temáticos do curso de engenharia mecatrônica (eletroeletrônica, computação e mecânica). Muitas vezes, são necessários conteúdos ainda não estudados no período em questão e que, em alguns casos, não são contemplados no programa de disciplinas futuras do curso, incentivando os alunos à busca proativa de conhecimentos.

Figura 04: Módulo de estocagem automática (terceiro semestre)



Fonte: AUTORES

Figura 05: Sistemas de visão computacional (esquerda) e medição de qualidade (direita)

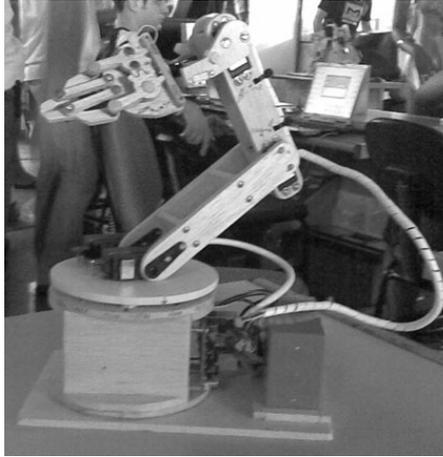


Fonte: AUTORES

Atualmente, o mercado de trabalho tem, cada vez mais, buscado pessoas com um perfil diferenciado, que possuam uma visão mais ampla dos

problemas, capazes de enxergar por uma ótica interdisciplinar e obter uma solução que atenda a requisitos globais. Considerando essas exigências, os alunos que participaram do TID receberam estímulos e condições para desenvolver estas habilidades.

Figura 06: Manipulador robótico com cinco graus de liberdade desenvolvido por alunos do oitavo semestre



Fonte: AUTORES

No desenvolvimento dos módulos do Centro Integrado de Manufatura os alunos fortaleceram a conexão da teoria com a prática e a integração dos conteúdos dos eixos temáticos da engenharia mecatrônica. Protótipos funcionais dos diversos subsistemas foram projetados, desenvolvidos e testados pelas equipes. O trabalho interdisciplinar dirigido proporciona também uma maior integração entre os corpos discente e docente, que se unem num objetivo comum.

Essa experiência no ensino superior foi extremamente importante para consolidar a perspectiva promissora do uso da Robótica Educacional no processo formativo do engenheiro. Com essa mesma base, muitas empresas têm visto que o processo formativo se inicia não num curso superior mas na formação básica. Empresas como Lego, PETE, Fisher Technick são exemplos que desenvolvem kits de robótica voltados a educação básica e fundamental para o despertar do interesse na robótica desde cedo. É com essa teoria da educação que há um crescente investimento em

robótica educacional por parte dos municípios brasileiros na aquisição de kits e treinamento de professores para ajudar na formação destes alunos em escolas públicas e privadas.

O desenvolvimento da robótica na rede municipal de João Pessoa⁸

O município de João Pessoa implantou em sua rede de ensino, no ano de 2007, projetos de Robótica em boa parte de suas escolas. Desde o seu começo, o projeto desenvolvido junto a professores e alunos de escolas selecionadas mostrou ser de grande relevância para o trabalho pedagógico nas escolas do ensino fundamental. Somente anos depois é que iria se estender para a pré-escola. O que se pôde perceber é que, inicialmente, a inserção da robótica foi se dando com características de projeto-piloto. Desse modo, não se tinha em mente, pelo menos num primeiro momento, a ideia de universalização. Sua presença ficou limitada a algumas escolas da rede municipal, mas não se tem clareza com que critérios se selecionavam tais escolas ou mesmo se os havia. Nessas circunstâncias, os investimentos realizados eram de pequena monta, embora os primeiros resultados de equipes de diversas escolas tenham sido promissores. Estava ali uma excelente oportunidade para deslanchar um projeto iria contribuir decisivamente para melhoria da imagem das escolas municipais e trazer reconhecimento nacional e internacional. Nesse sentido, entendeu-se que a robótica deveria ter maior apoio e estímulo por aparte da gestão da rede municipal. Foi com essa premissa que, a partir de 2013, a Secretaria Municipal de Educação e Cultura de João Pessoa (Sedec/JP) resolveu torná-la carro-chefe dos programas pedagógicos extracurriculares das escolas. Ao que parece, foi uma decisão acertada.

Conforme já se fez referência anteriormente neste artigo, a inserção da robótica em qualquer rede de ensino demanda mais investimentos e

⁸ Este tópico foi desenvolvido com base em capítulo do livro *No meio da travessia: breves narrativas de gestão municipal da educação*, SOUSA JUNIOR (2017). O livro trata da experiência de um dos autores deste artigo à frente da Secretaria de Educação e Cultura de João Pessoa no período de setembro de 2012 a dezembro de 2014.

isso implica em decisão política por parte do gestor da rede. Nesse sentido, no ano de 2013, a Sedec/JP tomou a decisão de ampliar significativamente os investimentos no projeto de Robótica Educacional, de modo a atingir todas as 95 escolas da rede municipal. Os valores aplicados chegaram a ser o triplo do que vinha sendo investido até então. O incremento dos recursos foi uma injeção de ânimo às equipes que já tinham projetos de robótica. De outra ordem, significou a expansão do projeto para as demais unidades escolares da rede que, até então, não tinham tido a oportunidade de trabalhar com essa ferramenta inovadora. Naquele ano, foram adquiridos, por meio de licitação pública, 800 *kits* de robótica para atender às escolas municipais. Adicionalmente, ainda no escopo daquela licitação, foi realizada capacitação e formação continuada para 135 monitores que atuavam ou iriam atuar junto às equipes das escolas. Essa formação foi feita em seis encontros, com 30 horas de formação, e buscou atender, também, 63 professores da rede em seis turmas, essa com 40 horas de formação. Nesses momentos foi perceptível a motivação que tomou conta das equipes escolares (professores e monitores) e como o projeto iria não apenas alcançar amplas parcelas do alunado da rede municipal, mas, principalmente, mudar a postura pedagógica dos profissionais da educação, tornando-os mais ativos e autônomos na busca de reelaboração do conhecimento e conteúdos a serem trabalhados em sala de aula ou nos laboratórios.

Em sucessivos diálogos envolvendo dirigentes e profissionais da empresa que havia vencido a licitação e que conduzia a parte tecnológica propriamente dita, e a equipe de assessoria pedagógica da Sedec/JP, buscou-se explicitar que o projeto precisava sofrer um *upgrade* e ter um olhar mais focado em seus objetivos pedagógicos, isto é, com uma visão mais orgânica, que pudesse ressaltar a capacidade aglutinativa de conteúdos e práticas pedagógicas, além de uma atenção maior voltada não só para os resultados nas competições, mas, sobretudo, para o processo formativo nas escolas. O objetivo era o de conciliar as ações da empresa e seus interesses comerciais e econômicos com uma nova forma de pensar o uso dessa ferramenta no cotidiano das escolas, envolvendo uma abordagem

holística, criativa, inovadora e, sobretudo, questionadora. Assim, mais do que simples fornecedora de tecnologia, a empresa deveria compartilhar com a Sedec/JP uma compreensão elevada da missão e dos objetivos considerando a nova postura e forma de ver a Robótica no município. O compromisso assumido se estenderia a apoio a eventos e atividades da Secretaria, a exemplo de publicação de livros produzidos por profissionais do magistério da rede municipal de João Pessoa, para além das obrigações contratuais estabelecidas na licitação.

Como resultado desse novo olhar para o projeto, pode-se destacar o maior grau de compromisso dos professores e a resposta que eles passam a sentir dos alunos envolvidos nos projetos de Robótica. Percebe-se o amadurecimento sadio – não forçado – das crianças e pré-adolescente que atuam e se desdobram no acompanhamento de todas as atividades do projeto. Mais importante ainda: houve um efetivo fortalecimento dos vínculos desses alunos com a escola. Verificou-se também que a participação das crianças contribui fortemente para melhorar a autoestima dos próprios alunos e, inclusive, de suas famílias e, em alguns casos, reverbera na construção de uma nova identidade para a escola. Assim, a escola “x” da comunidade “y”, passava a ser vista, agora, como a escola da robótica. Está claro que os alunos que resolvem participar de um projeto inovador, como é o da robótica, trazem consigo uma visão particular de mundo, historicamente construída a partir de sua posição concreta no mundo real, em geral de bastantes dificuldades. Logo, a tendência ao abandono e à evasão constituiu-se uma adaptação e subalternização ao comum de suas vidas. Encontrar caminhos outros em que se vislumbrem alternativas de superação das adversidades pode provocar, em um primeiro momento, desconforto e tensões. Porém, quando superados tais impasses, percebe-se que o trabalho coletivo, crítico e criativo resulta numa nova maneira de ver o mundo e a escola. Esta passa a ser mais respeitada, pois devolveu a confiança daqueles jovens.

Ademais, do ponto de vista estritamente pedagógico, nas reuniões das equipes de formação, foram relatados a intensificação de formas

cooperativas e colaborativas de trabalho, sempre numa perspectiva multidisciplinar.⁹ A Robótica Educacional consegue aliar o desenvolvimento prático de habilidades pessoais a competências socioemocionais (organização, raciocínio lógico, cooperativismo, senso de liderança, perseverança, resiliência e criatividade na resolução de problemas), contribuindo, sobremaneira, para melhorar o desempenho dos estudantes no conjunto das demais disciplinas.

Uma questão central na utilização de qualquer ferramenta pedagógica diz respeito à necessária reflexão sobre seus fundamentos e impactos produzidos. A práxis pedagógica necessita de contínuo movimento de agir-pensar-agir. Esse autoconhecimento, fruto de um trabalho coletivo, deveria ser submetido ao constante processo crítico de aprimoramento e aperfeiçoamento. Esse momento reflexivo foi oportunizado, de forma mais sistematizada, em agosto de 2014, quando a Sedec/JP promoveu o *I Simpósio Paraibano de Robótica Educacional*. O evento teve como objetivos realizar uma discussão mais aprofundada sobre a inserção da robótica nas escolas e apresentar os diversos projetos desenvolvidos na rede municipal de ensino de João Pessoa. Uma das questões mais discutidas no Simpósio foi a busca de parceria com instituições de ensino superior, como a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB).

Na oportunidade, diversos projetos efetivados nas escolas municipais foram apresentados pelas equipes de robótica da rede municipal, a exemplo do Robô Construtor, As Cores no Trânsito, Tatu Bola – do risco da extinção ao sucesso, educação para o trânsito, Formação do Povo Brasileiro, Roboleta – métodos anticoncepcionais, Cultura Afro-brasileira e Indígena, Educação para o Trânsito na Escola, Alimentando-se com Arte e África na Pele. Todos esses projetos, desenvolvidos com um olhar voltado à diversidade e pluralidade, tinham em comum a ideia do uso da robótica

⁹ Procurou-se realçar a autoestima dos alunos, ao convencer a empresa, quando da realização da *Robocup* em João Pessoa, a instalar vários *outdoors* na cidade com a imagem da equipe municipal que iria representar o Brasil no maior dos eventos de robótica de todo o mundo.

como 8um instrumento auxiliar para a produção, sistematização e transmissão de conhecimento, e não como um fim em si mesmo.

Essa perspectiva multidisciplinar de se trabalhar as questões curriculares e a robótica resultou em produtos formidáveis, os quais foram organizados e publicados, inicialmente em formato de e-book,¹⁰ reunindo mais de 30 professoras e professoras da rede municipal, os quais relataram 14 experiências de projetos desenvolvidos em suas respectivas escolas. Posteriormente o livro foi publicado em sua versão impressa (SOUSA JUNIOR, 2015).

A universalização do projeto de robótica para todas as escolas da rede municipal de João Pessoa significou não apenas um crescimento quantitativo. Ele trouxe, sobretudo, uma elevação qualitativa da presença dos alunos de uma rede municipal em eventos nacionais e internacionais de robótica. Como fruto dessa visão compreensiva de trabalho, registrou-se um salto espetacular da participação de equipes das escolas do município de João Pessoa na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), regional de João Pessoa. No intervalo de apenas um ano, isto é, de 2013 para 2014, houve um crescimento de mais de 200% nessa participação, passando de 31 equipes no primeiro ano para 93 equipes em 2014, o que demonstra o acerto da política de investimento na Robótica. Mas o que chamou a atenção, além desse crescimento expressivo, foi o nível dessa participação.

Já em 2013, a Escola Municipal de Ensino Fundamental Apolônio Sales tivera desempenho espantoso chegando a se tornar campeã nacional da Olimpíadas Brasileira de Robótica (OBR), realizada em Fortaleza – Ceará. Esse desempenho foi responsável por fazê-la representante do Brasil na categoria *Robocup Júnior Dance Primary* na Copa do Mundo de Robótica (*RoboCup*), acontecida, por feliz coincidência, em João Pessoa, no ano de 2014.

A participação da escola municipal na *Robocup* 2014 também foi primorosa. Percebia-se que aquelas crianças estavam dando tudo de si para um resultado satisfatório do ponto de vista de suas próprias expectativas. Todas

¹⁰ O eBook pode ser acessado no seguinte endereço eletrônico: <http://oferta.pete.com.br/ebook-gratuito-robotica-educacional>.

as apresentações foram acompanhadas pelos dirigentes municipais de educação, direção de escolas, pais e familiares, além dos colegas. Mas mesmo com tanto esforço e dedicação, o resultado, num primeiro momento, não foi o esperado. A escola não se sagrara vencedora ou entre as primeiras colocações. Restava ainda uma categoria: a de *Super Team*. Os alunos da Apolônio Sales iriam se unir às equipes dos Estados Unidos da América e da Austrália, uma associação inédita. E, para alegria da torcida local, esse agrupamento surtiu efeito e equipe dos três países foi vencedora na categoria.

Ainda em 2014, seis equipes de escolas municipais participaram da etapa nacional da OBR e obtiveram excelente classificação. As Escolas Moema Tinoco e Apolônio Sales se destacaram, conquistando a segunda e a primeira colocações em suas categorias, respectivamente. Essa participação teve como principal meta conquistar vaga para participação na *Robocup 2015*, realizada na China.

No planejamento feito em 2013, tinha-se como objetivo conquistar vaga na *Robocup 2015*. Essa era a principal meta. Conquistar o primeiro lugar seria algo para além das expectativas da gestão municipal, porém não era impossível. Em reuniões envolvendo o a equipe pedagógica da Sedec/JP, a equipe da escola Apolônio Sales e os profissionais da empresa responsável pelos *kits*, procurou-se avaliar os motivos e as causas do resultado da *Robocup 2014*, na categoria por escola. Analisando os critérios da competição, chegou-se à conclusão de que a equipe de João Pessoa preocupou-se demasiadamente com o desempenho estético dos alunos, no caso a dança, e secundarizou os aspectos mais tecnológicos da apresentação, como sensores, trajeto dos robôs etc. Era preciso saber mesclar essas duas dimensões. A experiência havia ensinado como proceder no futuro. E foi isso que foi feito. Para alegria da rede municipal de ensino, a equipe Robô Apolo melhorou fortemente sua apresentação tendo sido premiada na categoria *Robocup Júnior Dance Primary*, na China – um feito histórico.

Embora a questão das competições não deva ser o centro das atividades de projetos de áreas de conhecimento como língua portuguesa ou matemática, ou ainda de projetos extracurriculares como a robótica, é fato

que elas propiciam uma grande intensidade de trocas de informação e conhecimento. Permitem ainda por em relevo o avanço das escolas e seus alunos em determinado campo do conhecimento. A lição que podemos aprender tanto do desenvolvimento do projeto de robótica nas escolas da rede municipal *per se* quanto em competições da área, é que a escola pública, quando lhe são dadas as condições adequadas para um trabalho compromissado, responde com bastante intensidade. Temos que (re) aprender a confiar mais na escola pública.

Portanto, os investimentos realizados pela Sedec/JP na área de robótica, tiveram retorno garantido, para usar uma expressão economicista, e os resultados ainda estão sendo colhidos atualmente. A decisão de aumentar os recursos para essa área e cumprir integralmente o compromisso assumido na abertura da Olimpíada de Robótica 2013, que era o de triplicar os investimentos na área, fortaleceu a visão dos que acreditavam em uma proposta ousada, mas extremamente importante do ponto de vista dos resultados educacionais propriamente dito.

Considerações Finais

Neste artigo procurou-se expor e discutir a experiência de introdução e universalização da robótica em uma rede pública de ensino. Para tanto, partiu-se, inicialmente, da problematização das tecnologias educacionais aplicadas ao currículo da educação básica. Em seguida, foram apresentados casos de sucesso na implantação da robótica no ensino superior. Finalmente, fez-se a narrativa da implantação da robótica educacional no município de João Pessoa, mais precisamente no ensino fundamental.

Em uma citação muito conhecida de Jean Piaget (1970), o autor elenca uma meta principal e outra, não necessariamente secundária, da educação. A primeira seria habilitar homens/sujeitos capazes de realizar e produzir coisas novas e não apenas repetir ou copiar o que já vinha sendo feito até então. Já a segunda meta, seria possibilitar a formação de mente com

capacidade crítica, inconformista no sentido de procurar aprimorar as ações, não se sujeitando ao senso comum.

A escola criativa e inovadora não pode prescindir de utilizar todas as ferramentas colocadas à sua disposição para impulsionar a pedagogia crítica ou histórico-crítica. A robótica educacional é uma dessas importantes ferramentas. Mas deve-se alertar que existem outras formas também de se atingir essa visão conceitual de escola criativa. Nesse sentido, a robótica não pretende e não deve substituir formas “menos” tecnológicas de atuação pedagógica. Combinar experiências diversas é um importante meio para gerar novos conhecimentos. As tecnologias não podem ser consideradas um fim em si mesmas; afinal, como diria Charles Chaplin em *O grande ditador*: “Não sois máquinas; homens é que sois”.

Referências

- Albuquerque, M. C. S.; Simas Filho, E. F. Experiência Interdisciplinar No Ensino De Engenharia Mecatrônica. In: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE07), 2007, Curitiba-PR. **Anais**.
- Berezin, A. A. Interdisciplinary Integration in Engineering Education. In: **Proceedings** of the 27th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Versão final. Brasília, 2017.
- BRASIL. Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996l. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, 20/12/1996.
- BRASIL. Lei 13.415 de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei n° 5.452, de 1° de maio de 1943, e o Decreto-Lei n° 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei n° 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**, 17/02/2017.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016. Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 15/12/2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

CAMPOS, F. R. **Currículo, tecnologias e robótica na educação básica**. Tese. 243f. (Doutorado em educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

CÂNDIDO, R. K.; GENTILINI, João Augusto. Base Curricular Nacional: reflexões sobre autonomia escolar e o Projeto Político-Pedagógico. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 33, n. 2, mai./ago. 2017, p. 323-336.

Carvalho, F. C. A.; Castro, J. E. E.; Rocha Jr, W. F.; Bodini, V. L.; Carvalho, T. C. A. A Interdisciplinaridade no Ensino De Engenharia, A Internet Como Ferramenta. In: XXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE99), 1999, Natal – RN. **Anais**.

FAGNANI, E. **O fim do breve ciclo de cidadania social no Brasil (1988-2015)**. Texto para Discussão. Unicamp, IE, Campinas, n. 308, jun. 2017. Disponível em <http://cee.fio-cruz.br/sites/default/files/TD308%20%281%29.pdf>. Acesso em 13 de setembro de 2017.

LIBÂNEO, J. C., OLIVEIRA, J. F. TOSCHI, M. S. **Educação escolar**: políticas, estrutura e organização. 10 ed. São Paulo: Cortez editora, 2012. (Coleção docência em formação: saberes pedagógicos)

OLIVEIRA, F G. Os robôs no cinema e o cinema dos robôs. **SIIMI – III Simpósio Internacional de Inovação em Mídias Interativas**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 14 a 16 de abril de 2014. Disponível em https://siimi.media-lab.ufg.br/up/777/o/15_robo_cinema.pdf. Acesso em 15 de abril de 2016.

OLIVEIRA, I B e. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC): questões políticas e curriculares. In CRUZ, Rosana Evangelista da; SILVA, Samara de Oliveira (Orgs.). **Gestão da política nacional de educação**: Desafios contemporâneos para a garantia do direito à educação. Teresina; EDUFPI, 2017, p. 279-301.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1970.

RIGHETTI, S. 'Em ciências, base curricular é trágica', avalia especialista de Stanford. **Folha de São Paulo**. Caderno Educação, São Paulo, 06 de abril de 2017. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2017/04/1873204-em-ciencias-base-curricular-e-tragica-avalia-especialista-de-stanford.shtml>. Acesso em 07 de abril de 2017.

SOUSA JUNIOR, L. **No meio da travessia**: breves narrativas sobre gestão municipal da educação. João Pessoa; Editora do CCTA, 2017.

SOUSA JUNIOR, L. (Org.). **Robótica no ensino público**: uma perspectiva interdisciplinar. São Carlos, SP: pETe – Educação com Tecnologia, 2015.

Zhang, H., Baier, T., Zhang, J., Wang, W., Li, D., Zong, G. Building and Understanding Robotics, a Practical Course for Different Levels Education. **Proceedings** of the IEEE International Conference on Robotics and Biometrics. December, 2006, Kunming, China.

Zhang, H., Zheng, W., Chen, S., Wang, W., Zong, G. Flexible Educational Robotic System for a Practical Course. **Proceedings** of the IEEE International Conference on Integration Technology, 2007, Shenzhen, China.

Referências filmicas

Blade Runner (Blade Runner: O Caçador de Androides, 1982, direção de Ridley Scott)

Matrix (Matrix, 1999, direção de Lana [Wachowski](#) e Lilly [Wachowski](#))

O grande ditador (O grande Ditador, 1940, direção de Charles Chaplin)

Star Wars (Guerra nas Estrelas, 1977, direção de George Lucas)

Robótica educacional e as “competições”

*Rafael Vidal Aroca*¹

*Daniele Ortiz Hoffman Bonício*²

*Cintia Kimie Aihara*³

*Sarah Thomaz de Lima Sá*⁴

*Tatiana de Figueiredo Pereira Alves Taveira Pazelli*⁵

Introdução

Competições esportivas, em geral, sempre deixam histórias inspiradoras de superação (SILVA, RUBIO, 2003) e exemplos para jovens, crianças e mesmo adultos. Essas histórias são relatadas amplamente em revistas, livros, filmes e outras mídias, deixando uma mensagem de que com esforço e dedicação, qualquer pessoa pode conquistar uma vitória. Sabe-se, porém, que a vitória não é o mais importante e os professores de educação física, frequentemente passam a mensagem de que “o importante é competir”. Por outro lado, Kenski (1995) argumenta que com as

¹ Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). aroca@ufscar.br.

² Matemática. Serviço Social da Indústria - SESI-SP. dbonicio@sesisp.org.br.

³ Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professora do Departamento de Mecânica do Colégio Técnico de Campinas (COTUCA/UNICAMP). cintia@cotuca.unicamp.br.

⁴ Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). sarinhap@gmail.com.

⁵ Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade de São Paulo (EESC-USP). Professora Adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Coordenadora Geral da Olimpíada Brasileira de Robótica. tatianapazelli@ufscar.br.

tecnologias de comunicação, para muitas pessoas, o importante não é mais nem vencer, nem mesmo competir, mas “... *ser conhecido, ser famoso, aparecer, ...*”.

Brotto (2000) discute uma abordagem menos competitiva, de jogos cooperativos, no texto “Se o Importante é Competir o Fundamental é Cooperar”, onde não há vencedores nem perdedores, e não há troféus nem medalhas, sendo a verdadeira conquista participar de atividades com os colegas e não contra os colegas.

Dentro do contexto dos rápidos avanços da sociedade atual, os estudantes tipicamente possuem mais ansiedade e dificuldade em se concentrar e motivar, além de menos resiliência à frustrações, sendo que a participação em eventos e competições tem sido vista como motivadora por diversas instituições. Por outro lado, Weis (2011) realizou um estudo e observou que a prática do esporte em competições é fonte causadora de estresse entre atletas infanto-juvenis, de forma que deve-se trabalhar adequadamente com os aspectos emocionais dos estudantes envolvidos em tais atividades.

De qualquer forma, uma competição, seja ela qual for, se mostra como uma meta, um objetivo tangível para o qual se pode planejar um trabalho dentro de um horizonte de tempo razoável no contexto escolar. Nesse sentido, felizmente, algumas competições têm um viés cada vez mais educacional, e não seguem a definição de “competição” ao pé da letra. De acordo com o dicionário, competição seria “uma luta, conflito ou oposição”. No contexto da robótica educacional, cada vez mais se nota que as competições são oportunidades de encontros, trocas de experiência, colaboração e superação pessoal. De fato, alguns autores afirmam que competições de robótica estimulam e despertam o interesse dos estudantes. (ANGONESE et al. 2012, REIS et al. 2012). Além disso, Miranda e Suanno (2012) explicam que a participação em competições não motiva apenas os estudantes, mas também os educadores. Cursos que envolvem competições de robótica e o uso de robôs na sala de aula causam um aumento significativo no número de matrículas. (ALEMANY, CERVERA 2012).

Assim, o termo competição, talvez, poderia ser revisto. Um exemplo interessante é o termo *Coopertition*®, criado no contexto do evento *First Lego League* (FLL), organizada no mundo todo pela *For Inspiration and Recognition of Science and Technology* (FIRST). Este termo lembra que o evento é uma oportunidade de competir colaborando, onde, de acordo com as regras da própria FLL, “O que descobrimos é mais importante do que o que ganhamos”.

Nota-se ainda, que no ambiente das competições, o trabalho em equipe também é naturalmente promovido. (MIRATS TUR, PFEIFFER 2006; MARTINS et al. 2012). Adicionalmente, sabe-se que maioria das pessoas aprendem mais facilmente quando a execução de tarefas e atividades práticas estão envolvidas no processo de aprendizagem (CONRAD 2005), de forma que os robôs podem ser usados como ferramentas pedagógicas que oferecem uma experiência do tipo “aprender fazendo”.

No Brasil, especificamente, existe a iniciativa do governo, através do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), em financiar as “Olimpíadas Científicas Nacionais”, para estimular jovens em diversos temas, e dar a eles oportunidades únicas de aprendizado através desses eventos. Graças a esse apoio, o Brasil conta com a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), realizada há mais de dez anos. A seguir são apresentadas e discutidas algumas competições de robótica no Brasil e no mundo.

Competições de robótica no mundo

Através do exemplo de sucesso de competições clássicas como a FLL e a *RoboCup*, um crescimento notável vem sendo observado no número de competições de robótica no mundo, especialmente voltados para estudantes de todos os níveis da educação. A seguir, foram selecionadas algumas das principais competições de robótica no mundo, que são brevemente discutidas.

First Lego League (FLL)

Em 1989 foi criada a FIRST (*For Inspiration and Recognition of Science and Technology*), uma organização de caridade sem fins lucrativos com o objetivo de fomentar o interesse e participação de jovens na ciência e tecnologia. Em todo seu ecossistema, a FIRST possui dois valores principais: 1- *Gracious Professionalism*®, que incentiva trabalho de alta qualidade, enfatiza o valor por outras pessoas e o respeito por pessoas e pela comunidade; 2 - *Coopertition*, um valor já mencionado que prega que os participantes devem ensinar, aprender, cooperar, gerenciar e ser gerenciado, e de fato, competir, mas competir colaborando com colegas e adversários.

Através de uma parceria com a fabricante de kits de montagem LEGO, a *First Lego League* (FLL) foi criada para incentivar e despertar o interesse de jovens, que tenham entre 9 e 16 anos de idade, em ciência, tecnologia, engenharia e matemática: STEM (do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

A cada ano, a organização da FLL propõe um desafio temático, onde os estudantes são incentivados a pesquisar e criar soluções técnicas para problemas do mundo real relativos ao tema daquela temporada da FLL. Em 2016, por exemplo, o tema da FLL foi “Aliados dos Animais” (*Animal Allies*), onde “pessoas e bichos se aliaram com o objetivo de melhorar a vida de todos”. Já em 2017, a temporada teve como tema a hidrodinâmica (*Hydro Dynamics*), que propõe uma maior compreensão sobre o ciclo da água: como ela é encontrada, transportada, usada e descartada.

Um ponto bastante atrativo da FLL é que ela possui valores que são enfatizados frequentemente durante a preparação e no ambiente da competição. Os valores da FLL são (Positivo, 2017):

1. Somos um time;
2. Nós nos esforçamos para encontrar soluções com ajuda de nossos técnicos e mentores;
3. Nós sabemos que nossos técnicos e mentores não sabem todas as respostas; mas nós aprendemos juntos;
4. Nós honramos o espírito de competição amigável;

5. O que descobrimos é mais importante do que o que ganhamos;
6. Nós dividimos experiências com outros;
7. Nós praticamos o *Gracious Professionalism* em tudo que fazemos;
8. Nós nos divertimos.

Durante o torneio, as equipes são avaliadas em várias dimensões: projeto do robô, pesquisa, construção e desempenho do robô, ética, atitude, apresentação, superação, dentre outros. O próprio processo de desenvolvimento da solução é avaliado através do histórico de reuniões da equipe que comumente é registrado em um diário ilustrado, que é entregue aos juízes.

A FLL é vista pelos participantes e juízes não apenas como uma competição ou torneio, mas como uma festa, onde há dança, confraternização e troca de experiências. O fato de ser um evento mundial, também desperta sonhos e expectativas das equipes em avançar pelas etapas para representar seu estado ou país em eventos internacionais.

A organização da FLL tem uma postura bastante séria e coesa com relação à ética, honestidade e postura dos competidores. Alguns dos aspectos discutidos na introdução são naturalmente abordados, como a tentativa de reduzir conflitos e ansiedades por uma competição direta ou premiações. De fato, todos participantes da FLL recebem medalha. Isto vai de encontro ao valor *Coopertition* da FIRST.

De acordo com o site oficial da FLL (FLL, 2018), a FLL tem um impacto positivo e comprovado em seus participantes: mais de 87% dos participantes se interessam em melhorar na escola e 88% dos participantes têm mais interesse em ir para uma Universidade. Um informativo sobre os resultados da FLL de 2016 (FLL, 2016) afirma que pelo menos 90% dos participantes da FLL apresentam melhorias e avanços em diversas habilidades. Destacam-se as seguintes:

1. Gerenciamento de tempo (95%);
2. Solução de conflitos (95%);
3. Trabalho em equipe (99%);
4. Resolução de problemas (97%);

5. “Posso conseguir se eu tentar” (97%);
6. Desenvolvimento de soluções inovadoras para o projeto do time (90%).

No Brasil, a FLL vem sendo operada pelo Serviço Social da Indústria (SESI), com impacto relevante para os estudantes que participam. Os juízes voluntários da FLL no Brasil, e funcionários do SESI, têm, inclusive, destaque mundial e frequentemente participam como líderes de juízes de eventos internacionais da FLL.

É estimado que a FLL tenha mais de 200 mil participantes e mais de 30 mil equipes participando em 80 países, sendo assim, uma das maiores competições de robótica do mundo. Infelizmente, a FLL tem um custo de inscrição relativamente alto e inacessível para algumas escolas, contudo, havendo a possibilidade de participar, pode proporcionar uma experiência enriquecedora para os estudantes, educadores e suas instituições.

World Robotics Olympiad (WRO)

Criada em 2004, a Olimpíada Mundial de Robótica (*World Robotics Olympiad* - WRO) já está presente em mais de 60 países e tem como principais objetivos oferecer a oportunidade de jovens ampliarem seus horizontes através da exploração de robôs; fomentar o desenvolvimento de novos Engenheiros e Cientistas, *makers* e inventores; melhorar habilidades de cooperação, comunicação e pensamento criativo, promover STEM e juntar pessoas de todo o mundo para medir suas habilidades e se divertir.

A WRO possui diversas categorias, indo desde o ensino fundamental até o superior, cobrindo idades de 6 a 25 anos. De acordo com o site oficial do evento (WRO, 2018), são cerca de 60 mil estudantes envolvidos em todos mundo, nas quatro categorias da WRO. As categorias são: Regular, *Open*, *Football* e ARC.

Assim como a FLL, a WRO também possui um eixo temático para cada edição. Em 2017, o tema foi sustentabilidade. Já em 2018, o tema é alimentos, onde desafios são propostos para coletar, selecionar, reduzir o

desperdício de alimentos, dentre outros. Aplicações, soluções de problemas e atividades relacionadas ao tema são propostas de acordo com cada categoria.

Categoria Regular

Equipes com um técnico e 2 ou 3 membros podem participar da categoria regular. Ela é dividida em 3 grupos de idades (até 12 anos, de 13 a 15 e de 16 a 19), e só podem ser utilizados materiais e peças LEGO. Os robôs podem ser programados com diversas ferramentas, mas todas baseadas nos blocos inteligentes da LEGO: NXT ou EV3. A categoria regular é baseada em um desafio elaborado pela organização do evento, onde pontos são obtidos a cada tarefa realizada com sucesso. Possui também uma regra surpresa que só é anunciada quando a competição começa, para testar a habilidade do time adaptar sua montagem e programação. Além disso, os robôs devem chegar à competição completamente desmontados, sendo exigido que os robôs sejam montados em 150 minutos sem instruções. Mais recentemente, foi introduzida a categoria Regular WeDo, baseada em um kit de robótica educacional WeDo, também da LEGO, e permitindo a participação de estudantes com menos de 10 anos.

Categoria Open

A categoria *Open* é baseada em um projeto. Os estudantes devem criar uma solução de robótica inteligente para o tema da temporada. Possui os mesmos grupos de idade e composição de equipe da categoria regular, e deve utilizar um bloco inteligente da LEGO (EV3 ou NXT) como controlador, mas outros elementos também podem ser usados. As equipes são alocadas em stands no dia da competição, onde apresentam sua ideia. Recentemente, também foi introduzida a categoria WeDo, para crianças com menos de 10 anos.

Categoria *Football*

Nesta categoria, cada equipe deve construir e programar um robô completamente autônomo, capaz de identificar uma bola (que emite luz invisível para os humanos por LEDs infravermelhos), se deslocar pelo campo, passar a bola, chutar e fazer gols. A categoria só possui um único grupo de idades: de 10 a 19 anos. Somente peças e componentes da LEGO podem ser usados, exceto pela bola, sensores e bússola, que podem ser da marca HiTechnic. Como nas outras categorias, o robô deve ser apresentado completamente desmontado, sendo dado às equipes o tempo de 120 minutos para construí-lo antes da competição sem usar guias ou instruções.

Categoria ARC

A categoria ARC é uma abreviação de *Advanced Robotics Challenge*, ou desafio avançado de robótica. Direcionada para estudantes de Engenharia, com requisitos rigorosos de programação. Um dos exemplos de desafio do ARC, foi implementar robôs que joguem um jogo de Boliche. Para a construção, só podem ser usados componentes comerciais da marca Matrix ou Tetrrix, porém podem ser usados quaisquer modelos e marcas de sensores. Para os controladores, só podem ser usados equipamentos da National Instruments ou LEGO. A programação pode ser feita em LabVIEW ou qualquer linguagem textual de programação.

RoboCup

A *RoboCup* pode ser considerada uma das mais antigas competições de robótica do mundo. Contou com vários eventos prévios, mas oficialmente, a primeira *RoboCup* ocorreu em 1997 com a participação de 40 times e cerca de 5000 espectadores. De acordo com o site oficial da *RoboCup* (ROBOCUP, 2018), seu objetivo final é resumido na seguinte frase:

Em meados do século 21, um time de jogadores de futebol de robôs humanoides totalmente autônomos ganhará um jogo de futebol, cumprindo as regras oficiais da FIFA, contra o vencedor da mais recente Copa do Mundo. (ROBOCUP, 2018, s/p).

Com base neste objetivo principal, diversos desafios e modalidades foram criados no contexto da *RoboCup*. As modalidades são divididas em ligas, que por sua vez, têm categorias internas. Atualmente, as ligas existentes são: *RoboCup Soccer*, *RoboCup Rescue*, *RoboCup@Home*, *RoboCup Industrial* e *RoboCup Junior*. Nota-se que em algumas ligas, a *RoboCup* exige um preparo técnico além do contexto de atividades lúdicas com fins educacionais, e busca promover um avanço na fronteira do conhecimento de robótica e inteligência artificial. Dessa forma, muitos participantes da *RoboCup* são pesquisadores e estudantes de pós-graduação de Universidades consolidadas.

Algumas modalidades da *RoboCup* contam com a construção e participação de robôs na forma humana (humanoides), inclusive do tamanho real de uma pessoa. Para esses robôs, existem diversos desafios: desde andar em linha reta até jogar futebol em equipe contra um outro time de robôs. No Brasil, destaca-se a equipe de futebol de Robôs da FEI, que vem representando o Brasil na *RoboCup* de forma constante com resultados promissores. A categoria *RoboCup@Home* consiste na construção e programação de robôs que possam executar tarefas domésticas de maneira totalmente autônoma, como passar roupas, lavar, limpar, cozinhar, mover objetos, dentre outras atividades. Já a liga *RoboCup Industrial* busca aplicações e soluções de robótica no mundo real, no contexto de indústrias.

Mais relacionado com o tema educacional, destaca-se a liga *RoboCup Junior*, criada no ano de 2000 (EGUCHI, 2016), para estudantes de até 19 anos, com o objetivo de expandir os conhecimentos de aprendizes, despertando a curiosidade e habituando-os à tecnologia (*RoboCup Junior*, 2018). As categorias da *RoboCup Junior* são: *Soccer*, *OnStage* e *Rescue*.

Categoria Soccer

Consiste em um jogo de futebol de robôs, onde 2 robôs jogam contra outros 2 robôs em um ambiente dinâmico, utilizando uma bola que emite luz, de forma similar à descrita na categoria de *FootBall* da WRO. Os robôs podem ser construídos com qualquer material e programados com qualquer ferramenta, contanto que todo trabalho de construção e programação seja feito exclusivamente pelos estudantes participantes da equipe. Cada time pode ter até 5 membros, e os estudantes devem ter entre 11 e 14 anos para a categoria *primary* e entre 15 e 19 anos para a categoria *secondary*.

Categoria OnStage

A categoria *OnStage*, antigamente chamada de “Dança”, consiste em um atividade onde um ou mais robôs realizam uma apresentação em um palco, vestidos adequadamente, de forma criativa e com movimentos, incluindo interatividade e colaboração com os humanos. As equipes podem ter até 5 membros, nas categorias *primary* (de 11 a 14 anos) e *secondary* (de 15 a 19 anos). Recomenda-se a busca de vídeos e fotos na Internet desta categoria, já que os estudantes produzem apresentações emocionantes.

Categoria Rescue

A categoria *Rescue*, consiste em uma missão onde robôs devem identificar vítimas em ambientes de desastre simulados, com complexidade variada. É dividida entre as sub-categorias *Rescue Line*, *Rescue Maze* e *Rescue Simulation*. Na sub-categoria *Rescue Line*, por exemplo, os robôs devem seguir linhas, desviar de obstáculos e superar terrenos irregulares. As equipes podem ter até 5 integrantes nas categorias *primary* e *secondary*, com as mesmas idades das categorias já mencionadas. As equipes devem construir robôs completamente autônomos que se movimentam

pelo ambiente de desastre, buscando vítimas, representadas por esferas reflexivas (vítimas vivas) ou esferas pretas (vítimas mortas), levando essas vítimas até áreas de resgate, demarcadas em certas posições. Nota-se que a regra da final nacional da OBR costuma ser a mesma regra do mundial da *RoboCup Junior Rescue Line*, já que o vencedor da OBR representa o Brasil nesta categoria da *RoboCup Junior*.

Com o grande número de ligas e categorias, e a abrangência mundial, a *RoboCup* vem crescendo significativamente. Em especial, a *RoboCup* 2014 ocorreu no Brasil, sob a coordenação da Profa. Dra. Esther Luna Colombini, da UNICAMP, que também é ex-coordenadora geral da OBR. Realizada em João Pessoa, a *RoboCup* 2014 teve cerca de 400 equipes participantes, com mais de 3000 competidores, de 45 países. Estima-se que o evento tenha recebido mais de 60 mil visitantes (ROBOCUPBRASIL, 2014), tornando a Robótica acessível e mais próxima da comunidade, e inspirando jovens que visitaram o evento. Devido ao grande crescimento da *RoboCup*, a organização mundial vem reduzindo o número de vagas por país, para reduzir o tamanho do evento mundial.

É importante notar que o Brasil possui representantes da *RoboCup*, que realizam eventos oficiais classificatórios para a *RoboCup*. Destaca-se a Competição Brasileira de Robótica (CBR) e a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), que oferecem vagas oficiais para a *RoboCup*, definindo os representantes do Brasil no evento mundial da *RoboCup*. Finalmente, é importante notar que a *RoboCup* vem aumentando a idade mínima de participação a cada ano, com o objetivo de permitir participação apenas de estudantes com mais de 14 anos a partir de 2019.

Kandlhofer et al. (2012) conduziram um estudo com ex participantes da *RoboCupJunior*, e destacam relatos dos estudantes sobre melhoras em aspectos motivacionais, onde destacam-se experiência social, comunidade engajada e sentimento de sucesso. Já Sklar e Parsons (2002) fizeram outro estudo sobre resultados da *RoboCupJunior*, entrevistando tanto estudantes quanto educadores. Destaca-se que cerca de 90% dos estudantes e dos educadores afirmaram que a *RoboCupJunior* ajudou no desenvolvimento

de habilidades de programação, eletrônica e mecânica. Uma curiosidade, é que os educadores afirmaram que as habilidades dos estudantes em matemática melhoraram, enquanto 60% dos estudantes não tinha essa percepção.

Competições de robótica no Brasil

Pela diversidade e dimensão continental do Brasil, as competições de robótica vêm se popularizando cada vez mais, com eventos de abrangência nacional, estadual, regional, ou mesmo de uma única instituição. Alguns dos eventos mais populares são discutidos a seguir.

Competição Brasileira de Robótica

A Competição Brasileira de Robótica (CBR), é uma das mais tradicionais e antigas competições de robótica do Brasil. Frequentemente ocorre associada ao *Latin American Robotics Competition* (LARC), que possui categorias similares. É organizada por educadores e pesquisadores de Robótica locais, e tradicionalmente integra os principais eventos de robótica em um mesmo período e ambiente: desde competições para o público mais jovem, como a final da OBR, até competições Universitárias, incluindo a Mostra Nacional de Robótica (MNR), categorias do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), e categorias classificatórias para a *RoboCup*. Além disso, conferências e reuniões científicas também ocorrem em paralelo, buscando propiciar um ambiente de encontros, exemplos, e desenvolvimento da robótica no Brasil. Os estudantes que participam da OBR, podem acompanhar as competições “seniores”, sendo incentivados a conhecer mais sobre o tema e seguir carreira nesta área.

As categorias da CBR / LARC são: [RoboCup Small-Size \(F180\)](#), [RoboCup Simulation 2D](#), [RoboCup Simulation 3D](#), [RoboCup Humanoid and Standard Platform League \(SPL\)](#), [RoboCup Rescue Simulation Agents](#), [RoboCup @Home](#), [RoboCup Logistics](#) e [RoboCup Junior](#), sendo a categoria

RoboCup Junior a que tem maior aderência a temas de robótica educacional, com participação de estudantes e educadores de escolas de ensino fundamental e médio.

Torneio Juvenil de Robótica (TJR)

O TJR (TJR, 2018) é baseado em desafios, planejados para o estudo e desenvolvimento da robótica com robôs autônomos cujas equipes inscritas podem participar de mais de um desafio. Todos os desafios são acompanhados de Cadernos de Apoio publicados no site do evento, onde são apresentadas as características básicas do problema, orientações pedagógicas para a preparação dos estudantes e as características do desenrolar da competição. As equipes podem concorrer em quatro modalidades cujo critério de participação é definido a partir da faixa etária dos participantes. Este evento é organizado por uma empresa privada, tendo também um custo de inscrição associado. O TJR também conta com apoio de instituições públicas, e ainda possui uma prova teórica aplicada nas escolas, chamada ENATER (Exame Nacional de Tecnologia em Robótica). Mais recentemente, os organizadores do TJR também criaram o ITR (*International Tournament of Robots*). Como trata-se de eventos recentes, ainda não se tem muitos relatos e avaliações de seus resultados e impactos sobre os estudantes.

Torneio Brasil de Robótica (TBR)

Assim como o TJR, também é organizado por uma empresa privada (TBR, 2018). Segundo o site do evento, tem o objetivo de preparar crianças, jovens e adultos para atuarem em torneios científicos, tecnológicos e de robótica, capacitando os participantes para se enveredar pelo mundo de “descobertas, inovações e invenções”. Ainda de acordo com o site do evento, os objetivos principais são: fomentar desenvolvimento sócio-educacional; favorecer a inovação e desenvolvimento tecnológico; fortalecer vínculos de família e sociais e favorecer a formação escolar. O TBR possui

sete modalidades, indo desde 3 anos de idade, até idades maiores que 17 anos (nível Universitário). Em geral, suas regras são baseadas nas regras do WRO, sendo que o evento também possui eixos temáticos. Em 2017, por exemplo, o evento teve a temporada "Turismo sustentável".

Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR)

A OBR é um evento público, totalmente gratuito para os participantes e sem fins lucrativos, organizada por milhares de voluntários e educadores de todo o Brasil. Dado o envolvimento dos autores deste texto com a OBR, optou-se por dedicar a próxima seção apenas à OBR, onde ela é discutida em maiores detalhes.

Outras competições

Existem diversas outras competições de robótica no Brasil. Infelizmente, é inviável discutir cada uma delas neste documento, contudo vale citar algumas delas, destacando as competições organizadas pela RoboCore (especialmente o *Winter Challenge*), o Torneio Paulista de Robótica (TPR), baseado nas regras da OBR. Algumas escolas e instituições também vêm organizando torneios internos, entre seus estudantes e suas unidades, para promover a robótica internamente. Além disso, algumas prefeituras também têm realizado competições municipais de robótica, algumas só entre escolas públicas e outras abertas à escolas públicas e privadas do município.

Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR)

A Olimpíada Brasileira de Robótica tem por objetivo contribuir no estímulo de jovens às carreiras científico-tecnológicas, identificar jovens talentosos e promover debates e atualizações no processo de ensino-aprendizagem brasileiro através da robótica. Com duas modalidades (Teórica e Prática) procura adequar-se tanto ao público que nunca viu robótica

quanto ao público de escolas que já têm contato com a robótica educacional. As atividades acontecem através de competições práticas (com robôs) e provas teóricas em todo o Brasil. Em ambas as modalidades são contemplados estudantes de 6 a 19 anos.

A OBR se consagrou como a maior competição de robótica da América Latina, totalizando mais de 500 mil participantes nos mais de 10 anos de sua realização, com resultados comprovados de incentivo ao ingresso de estudantes nas carreiras técnico-científicas, inclusão digital, e até mesmo inclusão social através da robótica (Aroca et. al 2016). Vale destacar que a OBR ocorre graças ao apoio financeiro do CNPq, através do edital de Olimpíadas Científicas, disponibilizado anualmente, que vem fomentando diversas Olimpíadas de conhecimento relevantes para a formação dos estudantes. Nota-se também que a OBR é a única Olimpíada Científica Nacional com a temática robótica.

Uma ferramenta importante que viabilizou e vem suportando o crescimento da OBR, é o Sistema Olimpo. Um sistema informatizado, concebido pelos professores Alexandre Simões, da UNESP e Esther Colombini, da UNICAMP. O Sistema Olimpo gerencia automaticamente diversos aspectos da Olimpíada, possibilitando seu crescimento, com uma estrutura administrativa otimizada.

Assim como os outros eventos, a OBR também tem alguns princípios que os participantes devem seguir:

1. Alcançar seus objetivos sem esperar que seu professor os alcance por você;
2. Ajudar seus colegas e adversários a superarem seus limites;
3. Saber que mais importante do que ganhar é conseguir competir e aprender;
4. Superar os seus limites e os da sua equipe;
5. Ser um bom competidor e amigo de todos ao mesmo tempo;
6. Ajudar sempre a construir uma comunidade OBR maior e melhor;
7. Amar sempre seu robô.

Modalidade prática

Somente em 2017, a OBR teve cerca de 3000 equipes inscritas na modalidade prática, sendo cada equipe composta por times que têm entre 2 e 4 estudantes do ensino fundamental, médio ou técnico. Devido a este grande número de equipes, a modalidade prática da OBR é dividida em etapas: regionais, estaduais e uma final nacional, que sempre ocorre em conjunto com a CBR. Em 2017 foram mais de 80 eventos. Todos os estados do Brasil têm participantes, havendo pelo menos uma etapa estadual em cada estado. O desafio proposto na modalidade prática é um desafio simplificado da missão de resgate da *RoboCup Junior Rescue* para as etapas regionais e estaduais. Já para a final nacional, a OBR usa as mesmas regras da *RoboCup Junior Rescue*.

Os estudantes podem utilizar qualquer tipo de material e qualquer tipo de programação para construir seus robôs, e podem receber orientação de tutores e educadores, contudo somente os estudantes podem programar e construir seus robôs. As soluções apresentadas mostram a criatividade e capacidade de improviso do povo Brasileiro, criando soluções efetivas, por exemplo, para o resgate da vítima.

No dia da etapa regional ou estadual, cada equipe participa de 3 rodadas, ou seja, o robô deve navegar por três tipos diferentes de arena de competição, e tentar resgatar as vítimas desta arena. Tipicamente, uma arena tem dificuldade fácil, outra média e outra difícil. A partir de 2017 foi introduzido o Desafio Surpresa na modalidade prática, com o objetivo de valorizar as equipes que notoriamente conhecem bem seus robôs e são capazes de realizar modificações / adaptações durante o evento e a cada rodada.

A cada rodada, um novo desafio é sorteado, sendo que cada equipe recebe um desafio diferente. Os desafios têm baixa dificuldade para os estudantes que realmente construíram o robô, como por exemplo: sinalizar (com luz, som ou movimento) ao encontrar um obstáculo, simular uma dança, ou dar uma volta no próprio eixo em um determinado momento.

Além dos tradicionais prêmios de 1º, 2º e 3º lugar, a modalidade prática ainda tem diversos prêmios para motivar e incentivar um maior número de equipes, chamados de prêmios extras. Atualmente, os prêmios extras são: Estreante, Escola Pública, Escola Privada, Robustez, Inovação, Design, Dedicção, Programação e *Maker*. Estes prêmios são entregues tanto para equipes Nível 1 (Ensino Fundamental) quanto para equipes Nível 2 (Ensino médio e técnico).

É importante ressaltar que o objetivo da modalidade prática, ao contrário de incentivar a competição entre os alunos e equipes, e sim incentivá-los a trabalhar em equipe, dominar os conteúdos científicos, tecnológicos e humanos relacionados e necessários ao aprendizado de Robótica através de uma abordagem estimulante e lúdica. O espírito de colaboração, de aprendizado e de valorização do estudante são os principais pilares da modalidade prática em todo o país.

Modalidade teórica

A modalidade teórica da OBR ocorre na própria escola, sem custo e sem envolvimento direto da equipe organizadora da OBR em cada escola. Este é o modelo tipicamente adotado por algumas Olimpíadas Científicas. Nesta modalidade, qualquer professor ou voluntário pode, via Sistema Olimpo, elaborar e propor questões para a prova teórica da OBR. Estas questões devem ser elaboradas seguindo um manual de eixos temáticos e diretrizes para elaboração de questões, inclusive com uma lista de tópicos de assuntos que podem ser usados para cada questão.

A cada ano, uma comissão pedagógica define os conteúdos específicos que poderão ser usados para elaborar questões. Todos os conteúdos escolhidos são sempre baseados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁶, com o objetivo de elaborar questões sobre robótica que possam ser respondidas com base em

⁶ Em relação à BNCC, na prática os conteúdos elencados no documento parametrizam muitas das atividades pedagógicas no país.

assuntos e conhecimentos ensinados na própria sala de aula, mostrando aplicações reais em um assunto motivador, a robótica, do assunto estudado. A fim de equilibrar o nível de dificuldade das provas, uma prova é elaborada a cada dois anos/séries do ensino fundamental, médio e técnico. Assim, as provas são divididas em seis níveis, sendo o nível 0 destinado aos alunos do 1º ano do ensino fundamental e o nível 5 aos alunos do ensino médio, ou curso técnico.

Após o processo de elaboração de questões, a comissão pedagógica e coordenação da modalidade teórica da OBR, escolhem e ajustam as questões para elaboração final das provas. Em seguida, as provas são disponibilizadas, via Sistema Olimpo, para os professores de cada escola participante. Os professores são responsáveis por imprimir e aplicar as provas em um único dia / horário em todo território nacional.

Após a aplicação das provas, a correção ocorre de duas formas: para os níveis 4 e 5, os estudantes recebem cartões de resposta, similares aos usados em exames vestibulares, os quais devem ser preenchidos conforme a solução de suas provas. Os professores devem digitalizar os cartões de resposta e enviar para um sistema de correção automática, desenvolvido pela própria equipe da OBR, que funciona em conjunto com o Sistema Olimpo. Em poucas horas, dezenas de milhares de provas são corrigidas automaticamente, e a nota dos estudantes é lançada no Sistema Olimpo. Para os outros níveis, ainda não há correção automática, então as provas devem ser corrigidas manualmente pelos professores a partir de um gabarito de correção disponibilizado nos dias seguintes à aplicação da prova.

Os estudantes com destaque na prova teórica e que nunca tenham tido contato prático com robótica são premiados com um minicurso prático de robótica, que ocorre em conjunto com a final nacional da OBR, dando a oportunidade desses estudantes aprenderem robótica na prática, e conviver no ambiente dos finalistas da OBR e da CBR. Em 2017, as professoras Sarah Thomaz de Lima Sáe Erika Yanaguibashi desenvolveram kits de robótica personalizados para a OBR, e alguns estudantes foram premiados com estes kits, que eles usaram para construir seus primeiros

robôs de resgate, para cumprir a própria missão proposta pela OBR na modalidade prática.

Destaca-se o respeito e credibilidade do processo e das questões da prova teórica da OBR. Isto se comprova por se saber que alguns concursos públicos já usaram questões das provas da OBR, e alguns professores e escolas usam algumas questões selecionadas das provas da OBR no dia-a-dia de provas e outras atividades.

Sabendo da credibilidade não apenas da OBR, mas também das outras Olimpíadas Científicas Nacionais, algumas Universidades estão discutindo a utilização da nota das provas das Olimpíadas Científicas como parte da nota que compõe o processo de admissão, já que em geral, os estudantes que participam das Olimpíadas Científicas costumam demonstrar diferenciais. (ESTADÃO, 2017).

Com relação aos resultados da OBR, um estudo realizado com centenas educadores e participantes da OBR (AROCA et. al 2016) fez as seguintes constatações: mais de 86% dos participantes passaram a gostar mais de robótica e tecnologia; a maior parte dos participantes demonstrou maior interesse por atividades multidisciplinares de robótica; mais de 70% dos professores afirmaram que as habilidades de cooperação e trabalho em equipe melhoraram, além da dedicação (62%), interesse e motivação (67%); mais de 58% dos participantes afirmaram que a OBR os ajudou a escolher em qual curso superior se matricular.

“A OBR é um evento com um espírito de compartilhamento e aprendizagem único, hoje posso dizer sem dúvida alguma que participar da OBR foi a decisão que mais impactou na minha vida, e espero do fundo do meu coração, que cada vez mais brasileiros tenham a oportunidade de participarem.”
(Ex participante da OBR, estudante de Engenharia, de João Pessoa - PB)

“Eu acho que a OBR é uma coisa que pode crescer e que ainda vai crescer para melhorar esse nosso país.”
(Aluno participante de 11 anos, de São Paulo - SP)

“Sou [...] professor de química que se tornou um apaixonado pela robótica educacional desde o ano de 2010, quando fui apresentado à OBR. Incentivo meus estudantes a nunca desistirem e sempre trabalhar em grupo, aprendendo a respeitar os outros, mesmo sabendo o quanto é difícil fazê-los compreenderem essas atitudes. Em uma comunidade carente e cheia de necessidades, um evento como esse tem grande importância na condução do processo inicial.”
(Professor, de Paulista – PE)

“Foi uma experiência incrível onde pude conhecer um meio novo da tecnologia [...] mas entrar na OBR foi viver em um mundo muito diferente do que eu estava acostumada, mas que me fez crescer ainda mais. Aprendi a não desistir tão fácil, e o quanto é importante a harmonia do grupo. A OBR veio pra ajudar na minha insegurança, uma pessoa tão atrapalhada como eu, soldar fios. Não se trata apenas de robôs ou de lógicas, a OBR se trata do meu futuro.”
(Aluna participante, de Itapetininga – SP)

Conclusão

Este texto apresenta uma breve discussão sobre algumas competições de robótica no Brasil e no mundo. As competições de Robótica se consolidaram, e tendem a crescer cada vez mais. No início deste capítulo, foi feito um paralelo com competições esportivas. No âmbito educacional, contudo, fica o questionamento “Competição versus Educação”. Até onde a competição é benéfica para a educação, e de que forma ela pode ser aplicada? De acordo com Murphy (2001), as competições podem, inclusive, ser aliadas às disciplinas e cursos para maximizar a experiência de aprendizagem e o desenvolvimento intelectual.

Algumas escolas possuem infraestrutura e tutores somente para preparar as equipes para competições. Algumas com seriedade, pelo lado educacional, outras pelo retorno de mídia resultante da conquista de medalhas. Diversas escolas especializadas e cursos extra foram desenvolvidos,

e outras estão sendo criadas apenas para preparar equipes para competições de robótica. Assim, as competições também criam um ecossistema, gerando empresas, empregos e oportunidades. Enquanto os estudantes são formados com objetivos honestamente educacionais e formativos, com bons exemplos e com objetivo de desenvolvimento pessoal, intelectual e da maturidade, todos os aspectos são positivos.

Contudo, vale citar, que algumas escolas, felizmente poucas, participam das competições pelo retorno de mídia: pelo número de medalhas ganhas, que podem ser anunciadas em propagandas, *outdoors*, e outros canais de comunicação. Nesses ambientes, os professores e estudantes são colocados sob pressão, onde o “ganhar” é mais importante do que o que é aprendido ao longo do processo. Em nossa experiência, alguns professores já até mesmo enviaram notas falsas de provas de seus estudantes, apenas para ganhar uma certa quantidade de medalhas. Outros, recorrem às vias judiciais, sem diálogo e desrespeitando juízes e voluntários, em busca da vitória, classificação ou “da sonhada vaga” a qualquer custo. Destaca-se que estes casos se tratam de exceções pontuais. No final, o professor ensina pelo exemplo: os atos dos professores estão mostrando o que é certo e o que é errado para formação das próximas gerações, e felizmente, esta equipe pode relatar que a grande maioria dos professores envolvidos na OBR são éticos e representam exemplos sólidos para seus estudantes.

Ainda há raros estudos sobre os impactos emocionais na formação dos estudantes que participam de competições de robótica, porém, considerando bons professores e a participação com o objetivo esperado, de aprendizado e crescimento pessoal, as competições podem agregar experiências, habilidades e desenvolver competências relevantes para os seus participantes. É importante ressaltar que, embora a missão inicial da OBR seja a de difundir ciência, tecnologia e robótica entre os jovens do Brasil, bem como identificar jovens talentosos para estas áreas, a OBR tem se mostrado, por meio de diversos relatos e experiências da equipe organizadora, uma Olimpíada que promove a inclusão social e a inclusão digital, mudando as perspectivas e histórias de vida de muitos alunos. A oportunidade de

construir robôs, vem se mostrando capaz de aumentar a autoestima de alunos, especialmente os com menos recursos, e despertando neles o interesse e motivação por buscar carreiras técnicas ou mais especializadas. Também ficou claro, nestes 11 anos de OBR, que o projeto de desenvolvimento de um robô, traz muitos benefícios além dos conhecimentos técnicos e de disciplinas curriculares. Os alunos amadurecem, ficam mais colaborativos, mais persistentes e resilientes, e aprendem a resolver problemas e trabalhar em equipe. Este aprendizado fará diferença no futuro de qualquer aluno, independente da carreira que ele decida seguir.

Dado o rápido desenvolvimento tecnológico e da automação, sabe-se que 60% dos jovens estão aprendendo profissões que vão deixar de existir nos próximos 10-15 anos. (FYA, 2017). Outro trabalho, de 2015, afirma que robôs vão substituir a maioria das profissões (CARVALHO, 2015), inclusive apontando probabilidades de robotização em um horizonte de 20 anos. Os motoristas de táxi, caminhões, ônibus e auxiliares de estacionamento, por exemplo, têm probabilidades superiores a 87% de serem substituídos por automação. Embora esta previsão tenha sido feita desde 2015, já existem frotas de centenas de veículos operando como táxis robóticos sem motoristas, como é o caso dos carros autônomos da Waymo, empresa *spin-off* do Google. Diversas montadoras preveem venda de veículos totalmente autônomos por volta de 2021.

Nesse contexto, é cada vez mais relevante preparar e incentivar os estudantes a aprender programação, robótica, e outras tecnologias digitais, para que eles não sejam excluídos - analfabetos tecnológicos em poucos anos. Assim, as competições de robótica mostram-se como atividades motivadoras e atraentes para envolver e atrair as novas gerações de estudantes, e incentivá-los a aprender mais sobre robótica, programação e tecnologias que serão pervasivas em poucos anos.

Referências

- ALEMANY, J; CERVERA, E. Appealing robots as a means to increase enrollment rates: a case study. In: **Anais...** 3a. conferência Internacional de Robótica na Educação, 12., 2012, Praga, República Tcheca. Anais.
- ANGONESE, A. T; ROSA, P. F. F; RODRIGUES, S. H. Projeto de integração engenharia-escola para competições de robótica. In: **Anais...** Workshop de Robótica Educacional, 10., 2012, Fortaleza. Anais.
- AROCA, R. V. *et al.* Brazilian Robotics Olympiad: A successful paradigm for science and technology dissemination. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, v. 13, n. 5, p. 1-8. 2016.
- BROTTO, F. **Jogos cooperativos**: se o importante é competir, o fundamental é cooperar. Santos: Renovada, 2000.
- CARON, A. Positivo Informática. **O que é a FLL?** Descubra como funciona o Torneio de Robótica FIRST LEGO League! Disponível em: <<https://www.positivoteceduc.com.br/blog-robotica-e-stem/o-que-e-a-fll-descubra-como-funciona-o-torneio-de-robotica-da-first-lego-league/>>. Acesso em 20 jan. 2018.
- CARVALHO, R. Robôs vão substituir maioria das profissões, diz professor: E se sua profissão deixar de existir amanhã? **Revista Exame**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/carreira/robos-vao-substituir-maioria-das-profissoes-diz-professor/>>. Acesso em 20 jan. 2018.
- CONRAD, J.M. Stiquito for robotics and embedded systems education. **Computer**, v. 38, n. 6, p. 77-81, 2005.
- EGUCHI, A. RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. **Robotics and Autonomous Systems**, v. 75, n. pb, p. 692-699, jan., 2016.
- FLL, 2016. **FIRST** ® **LEGO**® League IMPACT. Disponível em: <https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/impact/first-impact-infographic-sep16-fll.pdf>. Acesso em 20 jan. 2018.

- FLL, 2018. **FLL Impact**. Disponível em: <<https://www.firstinspires.org/robotics/fll/impact>>. Acesso em 20 jan. 2018.
- FYA. The new work order Ensuring young Australians have skills and experience for the jobs of the future, not the past. Disponível em: <<http://www.fya.org.au/wp-content/uploads/2015/08/fya-future-of-work-report-final-lr.pdf>>. **Relatório da Foundation for Young Australians (FYA)**. Acesso em 20 jan. 2018.
- KANDLHOFER, M.; STEINBAUER, G.; SUNDSTRÖM, P.; WEISS, A. Evaluating the long-term impact of RoboCupJunior: A first investigation. In: **Anais...3rd International Conference on Robotics in Education (RiE)**, 09., 2012, Praga. Anais.
- KENSKI, V. O impacto da mídia e das novas tecnologias de comunicação na Educação Física. **Motriz**, v. 1, n. 2, p. 129-133, 1995.
- MARTINS, F. N.; OLIVEIRA, H. C.; OLIVEIRA, G. F. Robótica como meio de promoção da interdisciplinaridade no ensino profissionalizante. In: **Anais...Workshop de Robótica Educacional**. 10., 2012, Fortaleza. Anais.
- MIRANDA, JULIANO R.; SUANNO, MARILZA VANESSA. Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora. In: **Anais...Workshop de Robótica Educacional**. 10., 2012, Fortaleza. Anais.
- MIRATS TUR, J.M.; PFEIFFER, C.F. Mobile robot design in education. **Robotics & Automation Magazine**, IEEE, v. 13, n. 1, p. 69-75. 2006.
- MURPHY, R. R. Competing for a robotics education. **Robotics & Automation Magazine**, IEEE, v. 8, n. 2, p. 44-55. 2001.
- REIS, G. L *et al*. As competições universitárias e a carreira profissional do estudante de graduação: Um estudo de caso sobre a equipe uairobots-sek. In: **Anais...Workshop de Robótica Educacional**. 10., 2012, Fortaleza. Anais.
- ROBOCUP, 2018. **Objective**: Pushing the State-Of-The-Art. Disponível em: <<http://www.robocup.org/objective>>. Acesso em 20 jan. 2018.
- ROBOCUPJUNIOR, 2018. **RoboCup Junior**: creating a learning environment for today, fostering understanding among humans and technology for tomorrow. Disponível em: <<http://rcj.robocup.org/>>. Acesso em 20 jan. 2018.

ROBOCUP, 2014. RoboCup recebe últimos ajustes antes do início das competições. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/07/robocup-recebe-ultimos-ajustes-antes-do-inicio-das-competicoes.html>>. Acesso em Jan/2018.

SILVA, M. L.; RUBIO, K. Superação no esporte: limites individuais ou sociais. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 3, p. 69-76. 2003.

SKLAR, E.; PARSONS, S. RoboCupJunior: a vehicle for enhancing technical literacy. In: AAI Mobile Robot Competition, **Papers from the Workshop**, 07., 2002, Alberta, Canada. Anais...

TBR, 2018. O Torneio Brasil de Robótica. Disponível em: <<http://www.torneio-brasilerobotica.com.br/o-tbr>>. Acesso em 20 jan. 2018.

TJR, 2018. Torneio Juvenil de Robótica. Disponível em: <<http://www.torneio-jrobotica.org/>>. Acesso em 20 jan. 2018.

ESTADÃO EDUCAÇÃO. Unicamp aprova o uso do ENEM e cotas no vestibular (21/12/2017). Disponível em: <<http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral/unicamp-aprova-cotas-selecao-pelo-enem-e-vagas-para-vencedores-de-olimpia-das-70002092303>>. Acesso em 20 jan. 2018.

WEIS, G. F.; POSSAMAI, C. L.; DE CARVALHO, V. Competições esportivas como fonte de estresse: análise das equipes infanto-juvenis do Projeto Cestinha em Santa Cruz do Sul/RS. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 19, n. 1, p. 58-65. 2011

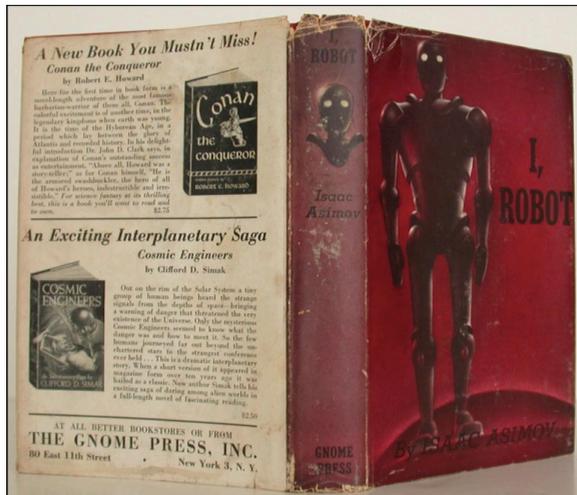
WRO 2018. Disponível em: <<https://wro-association.org/home/>>. Acesso em 20 jan. 2018.

Apêndice

As três leis da robótica^{1 2}

- 1 - Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal.
- 2 - Um robô deve obedecer às ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei.
- 3 - Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e a Segunda Leis.

Manual de Robótica 56ª Edição, 2058 A.D.



Capa da primeira edição de *I, Robot*³

¹ Texto introdutório de *I, robot* (Eu, robô), de Isaac Asimov, publicada em primeira edição em 1950. A história se desenvolve em um tempo futuro, o atual século XXI. O escritor inicia a obra com as imaginárias e famosas: “As três leis da robótica”. - narradas no livro como integrantes do “Manual de Robótica, 56ª edição, 2058 A.D”.

² ASIMOV, I. **Eu, robô**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

³ Fonte: <https://www.abebooks.com/first-edition/Robot-Asimov-Isaac-Gnome-Press/9314432947/bd>.

A crítica não se faz à tecnologia como tal, mas à universalização da racionalidade técnica que, por vezes, a permeia, perdendo-se de um conceito mais compreensivo de razão em favor da validade excessiva do pensamento tecnológico. Não se trata de preconizar ruptura radical com a razão técnica, senão situar adequadamente esta dentro de uma teoria da compreensão da racionalidade.⁴

Jurgen Habermas

Eu não tenho medo de computadores. Tenho medo da falta deles.⁵

Isaac Asimov

⁴ HABERMAS, J. Técnica e ciência como ideologia, Lisboa, Edições 70, 2009.

⁵ ASIMOV, I. Visita à Feira Mundial de 2014. The New York Times, Nova York, 16 de agosto de 1964. Disponível em: <<https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/books/97/03/23/lifetimes/asi-v-fair.html>>. Acesso em: 30 set 2019.