

CONSTRUTIVISMO E CONSTRUCIONISMO NO TRABALHO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL: A VISTA DE UM PONTO, A PARTIR DE NOSSO PONTO DE VISTA¹

CONSTRUCTIVISM AND CONSTRUCTIONISM AT WORK WITH EDUCATIONAL ROBOTICS: A VIEW FROM A POINT, FROM OUR POINT OF VIEW

Érica Oliveira dos Santos²

Giane Fernanda Schineider Gross³

Neumar Regiane Machado Albertoni⁴

Marco Aurélio Kalinke⁵

Resumo: Este estudo objetiva comparar elementos teóricos das concepções construtivista, de Piaget (1983), e construcionista, de Papert (2008). Uma vez estabelecidos os elementos convergentes dessas concepções, objetiva-se aprofundar o debate sobre as congruências teóricas que se relacionam e sua utilização para o aprimoramento do ensino com e da robótica na escola de ensino fundamental. Este documento decorre de estudos bibliográficos e reflexivos dos autores sobre o tema, o qual é focado sob o ponto de vista da necessidade de superação de visões meramente tecnicistas a respeito da inserção da robótica nas práticas pedagógicas. Um importante ponto de convergência entre as teorias é a questão da valorização da expressão de diferentes linguagens utilizadas para apresentar as construções concretas, as quais denotem as estruturas mentais desenvolvidas para atender a determinado propósito.

Palavras-chave: Robótica Educacional; Ensino; Construtivismo; Construcionismo.

Abstract: The objective of this study is to compare the theoretical elements of Piaget's constructivist (1983) and Papert's (2008) constructionist concepts. Once the converging elements of these concepts have been established, it is hoped to induce a debate regarding the related theoretical congruencies and their utilization in improving teaching robotics in elementary schools. This document follows on from the bibliographical and reflexive studies of authors on this subject, which is focused on the point of view of the necessity to overcome the purely technicistical outlook with regards to the insertion of robotics into educational practices. One important convergent point between the theories is the question of appreciation of the expression of different methods used to present concrete constructions, which denote the mental structures developed so as to render a particular purpose.

Keywords: Educational Robotics; Teaching; Constructivism; Constructionism.

¹Em referência ao trecho: “todo ponto de vista é a vista de um ponto. Para entender como alguém lê, é necessário saber como são seus olhos e qual é a sua visão do mundo” (BOFF, 1998, p. 9).

² Mestre pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: erisantos@educacao.curitiba.pr.gov.br

³ Mestra pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Secretaria da Educação e do Esporte (SEED), Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: giane.fer@gmail.com

⁴ Mestra pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Secretaria da Educação e do Esporte (SEED), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: neumarmatematica@gmail.com

⁵ Doutor pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC – SP). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: marcokalinke@yahoo.com.br

1 Introdução

As tecnologias digitais, criadas no século XX, revolucionaram a comunicação e a economia mundial. Transformaram o modo de produção de bens e serviços, modificando ou substituindo o trabalho humano diretamente realizado, acelerando processos interativos e de troca de informações. No século XXI, elas minimizam ainda mais os efeitos das distâncias físicas e temporais nas comunicações e atualizam comportamentos sociais continuamente em função de usos de novos instrumentos. O movimento tecnológico segue em acelerada inovação nas sociedades industrializadas.

Nesse contexto tecnológico digital em que se encontra boa parte das sociedades, está também a educação formal e a instituição escolar. O que e como se aprende em instituições de ensino permanece como objeto de estudo e de aprofundamento teórico-educacional, em especial, porque os instrumentos utilizados no cotidiano da escola compõem, direta ou indiretamente, a relação entre ensino e aprendizagem.

Dentre os desafios trazidos pela inserção das tecnologias digitais na escola, encontra-se a inserção da robótica educacional, a qual pode auxiliar na atualização das práticas pedagógicas e didáticas, anseio permanente de professores desde os estudos da modernidade. Considera-se que ela é um elemento que pode oportunizar a construção de conhecimentos a docentes e discentes, pois possibilita práticas de resolução de problemas advindos de necessidades, indagações e interesses sociais contemporaneamente situados.

Para D'Abreu (2002), a robótica é um ramo da tecnologia que transforma sistemas mecânicos em motorizados, englobando mecânica, eletrônica, computação no desenho e construção de robôs.

O imaginário em torno das máquinas tem como grande incentivador o multifacetado Leonardo da Vinci (1452-1519). Apenas para exemplificar, dentre tantos projetos que ele desenvolveu, destaca-se um autômato que, com engrenagens e polias, era capaz de simular o movimento de braços e pernas, dentro de uma armadura de estilo medieval (KUTEKEN, 2014). A utilização das máquinas de maneira corriqueira ecoa no campo das artes, sendo nessa área que se origina o termo robô. De origem tcheca, robota tem por significado trabalhador, escravo ou servo. Essa palavra e o seu significado foram concebidos pelo tcheco Karel Capek, na peça teatral “Robôs Universais de Rossum”, em 1921. O termo robótica também surgiu na literatura, sendo utilizado por Isaac Asimov para se referir ao estudo e uso de robôs (SILVA, 2009) no conto “Runaround”, em 1941.

A utilização da robótica para uso educacional explora estratégias pedagógicas aliadas ao uso de tecnologias digitais. Um dos seus desafios é propiciar que a origem tecnológica da robótica, genuinamente integradora de várias áreas e conceitos, possa desvelar estudos nas diversas disciplinas escolares, com um currículo que contemple teorias e práticas. Assim, para que ela possa ser utilizada na escola, faz-se necessário o uso de *kits*⁶ básicos de instrumentos, um dispositivo computadorizado e uma linguagem de programação.

Entendendo-se que a robótica educacional tem potencialidade para ser um elemento curricular interdisciplinar e articulador de aprendizagens no interior da escola, acredita-se que sua utilização pode contribuir na identificação de problemas em contextos sociais, ambientais, pedagógicos e na proposição de alternativas de solução a esses problemas.

Incorporar a robótica em atividades escolares requer, no entanto, ações de planejamento didático que dependem de fundamentação adequada às demandas da contemporaneidade, planejamento para a montagem de produtos robotizados, organização e experimentação do funcionamento de tais recursos no âmbito de situações de aprendizagem e a verificação dos resultados, tanto de ações individuais quanto coletivas.

Entre as concepções teóricas exploradas para fundamentar o uso da robótica educacional, comumente é citado o construcionismo de Papert (2008), o qual surgiu a partir do construtivismo de Piaget (1983). A relação entre essas duas concepções, entretanto, nem sempre é direta. Deste modo, a fim de contribuir com esta temática, este trabalho objetiva comparar elementos teóricos destas concepções, estabelecendo elementos convergentes entre elas, de maneira a aprofundar o debate sobre as congruências teóricas que se relacionam e sua utilização para o aprimoramento do ensino com robótica em escolas de ensino fundamental.

Assim, norteamos nossa investigação partindo da interrogação: que congruências teóricas podemos relacionar entre o construtivismo e o construcionismo? E ainda, de que forma isto pode se revelar como um referencial para uso em atividades de ensino com robótica educacional?

⁶ *Kit* é uma palavra de origem inglesa, incorporada à língua portuguesa. A definição para seu significado, segundo o dicionário *Cambridge* é: 1) um conjunto de coisas, usadas para uma determinada finalidade ou atividade; 2) um conjunto de peças vendidas prontas para serem montadas; 3) equipamento necessário para uma determinada finalidade ou atividade. Tradução nossa. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/kit>. Acesso em: 07 ago. 2020.

Diante disso, para desenvolver o trabalho, realizamos uma investigação qualitativa embasada em estudos teóricos e reflexivos apoiados nos trabalhos de Bicudo (2012), nos quais encontramos sustentação metodológica. Para Bicudo (2012, p. 19), na pesquisa qualitativa, “o fenômeno investigado é sempre situado/contextualizado. Exploram-se as nuances dos modos de a qualidade mostrar-se e explicitam-se compreensões e interpretações”.

Assim sendo, seguimos uma trilha investigativa que buscou o conceito de o que é robótica, para então nos situarmos ao nosso contexto de educação e, desta forma, lançar nosso olhar, nosso ponto de vista, sobre as concepções teóricas que vem sendo amplamente aceitas pela literatura concernente à área. Ainda que estas concepções tenham sido apresentadas, sentimos a necessidade de explorar as relações entre ambas.

Para tanto, foi fundamental estabelecer um trabalho focado em leituras e discussões entre o grupo de autores deste trabalho, o que nos levou a reflexões trazidas à tona por meio de nossos debates, de maneira a estabelecer uma interpretação e contextualização junto a literatura existente.

2 A inserção da robótica na escola

Nossa base de discussão engendra-se na temática de pesquisas sobre tecnologias na Educação Matemática, desenvolvidas no Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM), o que nos permite buscar por um conceito para tecnologias digitais nesse contexto. Para Borba; Silva e Gadanidis (2014), o uso de tecnologias na educação matemática perpassa quatro fases desde o uso de calculadoras científicas e dos primeiros computadores na década de 80, quando nos referíamos a esse uso como Tecnologias Informáticas (TI), até a quarta fase, na qual estamos hoje, com a inclusão de dispositivos móveis e internet rápida. Nesse momento, passou-se a utilizar o termo Tecnologias Digitais (TD).

O uso das TD nos processos pedagógicos possibilita mudanças na forma de criar e produzir conhecimentos de forma coletiva (LÉVY, 1993, 2010) e, ainda, oportuniza a reorganização de atividades intelectuais individuais (TIKHOMIROV, 1981). Nessa perspectiva, pode-se considerar que o uso de TD na escola pode colaborar tanto na utilização de estratégias diferenciadas de ensino, quanto oportunizar aos estudantes outras formas de compreender conceitos fundamentais. Assim, a robótica educacional é uma

possibilidade pedagógica para a construção de conhecimentos na escola, uma vez que compõe o movimento de transformação social contextual e contemporaneamente situado.

Para entendermos a evolução da robótica educacional é necessário considerar as relações que se estabelecem entre os variados seguimentos, componentes de uma sociedade, como os aspectos de produção, economia, comunicação e arte, culminando a educação. Ampliando o conceito de robótica apoiado em de D'Abreu (2002), que a define como um ramo da tecnologia que engloba áreas como mecânica, eletrônica e computação para construção de robôs, buscamos o conceito na área que fomentou seu desenvolvimento: a automação de operações industriais.

Em se tratando da robótica aplicada à indústria, a automação foi impulsionada, especialmente, a partir da criação de duas tecnologias que podem ser tidas como antecedentes à robótica. São elas o comando numérico e o telecomando. O primeiro é utilizado para controlar as ações de uma máquina operatriz programada por meio de números, introduzidos através de um teclado ou pela leitura de cartões perfurados. O telecomando, por sua vez, é um manipulador remoto, em geral eletro-mecânico, capaz de reproduzir os movimentos indicados por um operador humano localizado remotamente. O encontro dessas duas tecnologias permitiu as primeiras aplicações práticas à robótica industrial. Nesse sentido, ela é entendida como um tipo de automação programável. Os equipamentos, ou robôs, precisam ser programados para ter seu acionamento seguindo as características determinadas pela programação (PAZOS, 2002).

Definições diferentes são dadas, como expressamos, com visões advindas de diferentes seguimentos. Lançar um olhar sobre algo que nos seja novo, a partir de uma concepção que nos é familiar, é natural. Lançar-se ao desconhecido adotando um ponto de vista, é semelhante a ideia de ter um guia, que nos permite percorrer um novo trajeto e retornar ao ponto de partida trazendo novas experiências. Apoiados em nosso ponto de vista, a educação, lançamos um olhar para a área da robótica buscando uma comparação e reflexão sobre elementos teóricos das concepções construtivista e construcionista e suas congruências para fundamentação do trabalho com a robótica na escola do ensino fundamental.

Para Campos (2019), três categorias podem ser elencadas ao uso da robótica educacional, sendo elas: 1) a aprendizagem referente a computação, engenharia e tecnologia, trabalhando precisamente o conhecimento da robótica; 2) a aprendizagem de conteúdos e saberes das disciplinas curriculares; 3) de forma a integrar as duas categorias anteriores.

Para este autor, na primeira categoria o enfoque é na construção e programação do protótipo, trabalhando conceitos básicos de engenharia, o que, normalmente, ocorre na escola em modalidade extracurricular, sendo ofertado aos estudantes fora do horário destinado ao estudo das disciplinas oficiais do currículo. Na segunda, a robótica é vista como um cenário que pode trazer um ambiente diferenciado, para que o estudante possa aprender conceitos trabalhados nas disciplinas curriculares. Por esse motivo, pode ser trabalhada como um projeto específico, em uma perspectiva de extensão de carga horária, enquadrando-se em projetos para participação em feiras e campeonatos, bem como de forma a ser uma atividade inserida no quadro curricular, dentro da carga horária obrigatória. A terceira categoria, menos recorrente, engloba a união das duas primeiras e considera o trabalho de maneira interdisciplinar com a possibilidade de criar um ambiente criativo e científico (CAMPOS, 2019).

Campos e Libardoni (2020) investigaram o panorama das pesquisas brasileiras relacionadas com robótica educacional com um mapeamento de trabalhos no período de 1994 a 2016 e apontando algumas questões referentes a esta temática. Os autores revelaram que há menção às obras de Piaget e de Papert em 90% das produções analisadas, cujo total foi de oitenta e seis trabalhos acadêmicos *stricto sensu*, nos níveis de mestrado e de doutorado. Há mais de vinte anos, segundo esses autores, a robótica tem reverberado na educação brasileira e nas pesquisas de mestrado e doutorado. Nesse percurso, as referências ao Construtivismo e Construcionismo são expressivas, o que repercute no objetivo deste trabalho.

3 Construtivismo, Logo e construcionismo

Apresentam-se agora, embora de forma breve, pois a teoria construtivista contempla um vasto material de estudo, alguns apontamentos centrais que relacionam o Construtivismo, a linguagem LOGO e Construcionismo.

A partir de uma análise psicogenética sob a perspectiva construtivista, Piaget (1983) dedicou grande parte de sua obra ao estudo do desenvolvimento da inteligência em crianças. Para ele, a insistência na busca pela origem do conhecimento, no campo da psicologia e da biologia, em específico em relação a crianças, era negligenciado pelos epistemólogos à época do início de suas pesquisas.

Piaget, ao se interessar por esta temática, não só criou uma questão de investigação que o levou a desenvolver uma teoria, como também criou um método de pesquisa,

chamado de método clínico (SALAMUNES, 2004). Ao se debruçar sobre a psicologia como ciência para o desenvolvimento de suas pesquisas sobre cognição, encontrou duas formas de abordagem metodológicas: a observação pura e os testes. Piaget, então, combinou essas duas abordagens e agregou o método de interrogatório clínico utilizado por psiquiatras. Esse método de pesquisa possibilitou a análise qualitativa das respostas infantis a diferentes problemas lógico-matemáticos, o que lhe permitiu compreender o desenvolvimento cognitivo humano.

Na perspectiva construtivista de Piaget, o conhecimento não é inato, tampouco acumulado. Ele é resultado de um processo que se desenvolve a partir da ação do sujeito sobre objetos, o que suscita processos adaptativos cada vez mais complexos, ou seja, a construção de conhecimentos. Para que isso ocorra, há dois processos fundamentais e complementares, descritos por Piaget como assimilação e acomodação:

evidentemente, opostas entre si, uma vez que a assimilação é conservadora e tende a submeter o meio o organismo tal qual ele é, ao passo que a acomodação é fonte de mudanças e sujeita o organismo às coações sucessivas do meio. Mas se, em seu princípio, essas duas funções são, assim, antagônicas, o papel da vida mental em geral e da inteligência em particular é, exatamente, coordená-las entre si (PIAGET, 1996, p. 359).

Nesse pressuposto, assimilação parte de uma ideia ou de esquemas a partir de conceitos que já estão construídos, “é fonte de esquemas, à parte os esquemas reflexos e hereditários de partida que orientam as primeiras assimilações: a assimilação é o processo de integração cujo esquema é a resultante” (PIAGET, 1983, p. 245). Ao contrário, a acomodação parte da capacidade de adaptação, alterando as ideias ou esquemas já constituídos com intenção de ajustá-los ao novo e a estabelecer novas estruturas mentais, sendo assim “nada mais é, com efeito, do que a imitação e o conjunto das operações que possibilitam ao indivíduo submeter-se aos exemplos e aos imperativos do grupo” (PIAGET, 1996, p. 368).

Entretanto, mediante as assimilações e ao integrar os elementos externos o sujeito precisa ajustar suas estruturas, acomodando-as conforme as interações. As estruturas relacionam-se com a inteligência de forma que o aspecto cognitivo e as relações com sujeito e objeto promovam significações, dessa forma:

a atividade intelectual começa com a confusão da experiência com a consciência de si, por causa da indiferenciação caótica da acomodação e assimilação. Ou seja, o conhecimento do mundo exterior se inicia com a utilização imediata das coisas, ao passo que o conhecimento de si é obstruído por esse contato puramente prático e utilitário (PIAGET, 1996, p. 361).

Sendo assim, as relações entre o mundo interior e exterior promovem operações nas atividades devidas à interação. O pensamento se modifica conforme as ações e as coordenações das ações impulsionam o desenvolvimento das estruturas mentais, ou seja, o conhecimento cognitivo.

Durante o tempo de assimilação e acomodação os indivíduos podem explorar o novo objeto de conhecimento, estabelecendo esquemas de ação para solucionar o problema. Por meio dos esquemas se inicia o processo de exploração com a realidade e com o meio, com isso são realizadas transformações nas ações, coordenando-as para a manipulação e as futuras representações. Nesse momento, as experiências não são suficientes. Faz-se necessária a intervenção com o meio social ou com a maturação, utilizando esquemas perceptivos e intelectuais que ocorrem mediante as primeiras condutas individuais (PIAGET, 1951).

Ao relacionar o que já conhece ao que será conhecido, o indivíduo passa por um processo de desequilíbrio. Ao buscar maneiras de relacionar seus esquemas ao novo conhecimento, estima diferentes hipóteses para conhecer e melhor solucionar determinado problema. De acordo com Slomp (2009)⁷, para Piaget uma operação nunca se dá de forma isolada. Ela perpassa pelos fatores, como apontados anteriormente, de maturação, experiências dadas pelo meio e pela cultura que o sujeito vivencia. Contudo, um importante fator por ele acrescentado é a equilíbrio, que ocorre por meio de outros processos.

O processo de equilíbrio compreende quatro fatores: a hereditariedade (a maturação interna), exercício e experiência, as transmissões sociais e a equilíbrio. A maturação se refere à evolução do organismo de acordo com a idade e em função do tempo, sendo um fator que “é insuficiente porque não existe nunca no estado puro e isolado” (PIAGET, 1983, p. 224).

O exercício envolve a presença do objeto em que serão realizadas as ações. As experiências podem ser físicas ou abstração empíricas: com a ação dos objetos que decorrem da ação direta compreendendo suas características; e às lógico-matemáticas ou

⁷ Texto traduzido para a disciplina, Desenvolvimento e Aprendizagem sob o Enfoque da Psicologia II, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por Paulo Francisco Slomp do original incluído no livro de: LAVATTELLY, C. S. e STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. Que, por sua vez, é a reimpressão das páginas 7-19 de: RIPPLE R. e ROCKCASTLE, V. Piaget rediscovered. Cornell University, 1964.

abstração reflexionante: a ação com o objeto procurando conhecê-lo e estabelecer hipóteses e soluções a obtenção de resultados coordenados às ações.

Piaget lançou luz sobre novas perspectivas de entendimento da psicologia e da epistemologia, investigando a gênese do conhecimento. Com isso, a partir de suas pesquisas e a vasta produção publicada ao longo de sua vida, suas obras se tornaram relevantes para discussão de pesquisas nestas áreas. Ao assumir o conhecimento como um processo de construção, assume-se a condição de que a criança pensa diferente da pessoa adulta. A partir dessa premissa, pode-se erroneamente tentar transportar a teoria construtivista de forma direta ao ensino.

O Construtivismo para Becker (1992), significa a ideia de que o conhecimento não é dado de forma pronta e acabada em nenhuma instância, sendo que para este autor, o conhecimento pode ser visto como um conjunto de possibilidades que podem ou não ser realizadas. É, portanto, uma teoria sobre o movimento do pensamento que surge do avanço da filosofia e das ciências, que nos permite interpretar e nos situar como sujeitos nesse novo contexto, no caso de Piaget (1983), o mundo do conhecimento, gênese e desenvolvimento.

Um ponto relevante do Construtivismo a ser considerado na robótica educacional é o aspecto da interação como fator importante na geração de conhecimento. Dessa forma, o ambiente de aprendizagem em que a robótica se desenvolve, fundamentado no Construtivismo, procura reestruturar os conhecimentos acomodados por meio de novas experiências. Dessa maneira, o estudante, ao construir seus projetos e protótipos, tende a ter abertura para novas descobertas e conclusões a partir de conhecimentos anteriores, os quais se configuram para além da visão de substituição de um conhecimento a outro.

O conhecimento se inicia com a experiência transcorrendo em níveis de acordo com os esquemas, as práticas, a manipulação e a representação. Porém, “são as condições prévias que lhe permitem conferir significações” (PIAGET, 1983, p. 173). Dessa forma, somente a presença ou a experiência com o objeto podem não fazer jus a lógica do ser humano, visto que estas não resultam somente da ação com o meio físico. Já as transmissões sociais são descritas por Piaget como:

Fator determinante, naturalmente, no desenvolvimento, ele é por si só insuficiente, por essa razão evidente que para uma transmissão seja possível entre o adulto e a criança ou entre o meio social e a criança educada, é necessário haver assimilação pela criança do que lhe procurem inculcar do exterior. Ora, uma assimilação é sempre condicionada pelas leis desse desenvolvimento parcialmente espontânea [...] (PIAGET, 1983, p. 224).

Em consonância com esta visão estão os estudos e experiências de Seymour Papert (1928-2016), que trabalhou com Piaget, de 1958 a 1963. Após trabalhos realizados com Piaget, Papert ao ser convidado por Marvin Minsky, matemático e um dos pioneiros em pesquisas com inteligência artificial, passou a integrar a equipe de pesquisa do laboratório de inteligência artificial no Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1964 (CAMPOS, 2019). Durante suas pesquisas Papert, juntamente com um grupo de pesquisadores do MIT, criou a linguagem de programação LOGO na década de 60, direcionada ao ambiente educacional. Para tanto, fundamentou-se na teoria Construtivista de Piaget, na linguagem de programação LISP e em estudos sobre Inteligência Artificial.

A linguagem de programação LOGO tem como intuito a criação de ambientes nos quais os estudantes se comunicam com os computadores. O ambiente LOGO, espaço em que as atividades com a linguagem de programação ocorrem, pode ser também o espaço de exploração no qual o aprendiz que 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, 1985, p. 35).

O autor aponta que o nome LOGO lhe ocorreu justamente em função de sugerir o fato desta linguagem ser primariamente simbólica, tendo a questão quantitativa em segundo plano. Mais do que uma linguagem de programação, LOGO adentra a perspectiva de uma filosofia educacional, que possibilita às crianças, mediante ao uso do computador, um contato com ideias em ciências, matemática e criação de modelos:

LOGO é o nome de uma filosofia de educação, que é possível graças a uma linguagem sempre crescente de linguagens de computação que acompanha essa filosofia. [...] em LOGO é possível definir novos comandos e funções que podem ser usados exatamente como as funções primitivas de linguagem. LOGO é uma linguagem interpretativa. Isso significa que ela pode ser usada como ferramenta interativa [...] não é um "brinquedo", uma linguagem somente para crianças. Os exemplos mais simples de uso de LOGO neste livro mostram algumas maneiras em que LOGO é especial por ter sido planejada para fornecer muito facilmente e bastante cedo acesso à programação de computadores para principiantes sem conhecimento matemático anterior (PAPERT, 1985, p. 21-22).

Com o uso do ambiente LOGO o estudante pode ampliar suas capacidades de pensamento, visto que como demonstrado por Piaget “o pensar não se reduz, acreditamos, em falar, classificar em categorias, nem mesmo abstrair. Pensar é agir sobre o objeto e transformá-lo” (PIAGET, 1983, p. 255). Nesse sentido, o pensamento sobre a ação do computador, juntamente com a linguagem LOGO, pode estabelecer novas soluções a determinados problemas.

No ano de 1984, o grupo Lego iniciou uma parceria com MIT em colaboração com Seymour Papert, Stephen Ocko e Mitchel Resnick. Como um dos resultados dessa parceria ocorreu a criação do produto Lego-Logo, que uniu as peças de encaixe, já conhecidas de Lego Technic, que incluíam motores, vigas e engrenagens com a linguagem de programação LOGO.

Apesar de inovador, pois os estudantes não recebiam o protótipo montado, tendo a possibilidade de construir e programar seus protótipos, a limitação do produto ficava por conta de que os dispositivos criados a partir das peças do *kit*, precisavam ficar conectadas ao microcomputador que os controlava (PRADO; MORCELI, 2019).

O estudante ao construir maneiras de pensar fazendo uso do computador começa a programá-lo. Nesse momento, são realizadas tentativas para que seja possível concluir a ideia inicial. Os erros podem proporcionar mudanças de pensamentos, verificando com a prática o que pode ser alterado, possibilitando reflexões e novas oportunidades de aprendizagem (ROCHA, 2019).

Os erros e os acertos, referindo-se à LOGO, não estabelecem o sucesso ou insucesso da programação, mas sim apresentam no concreto como os pensamentos, as ideias e esquemas podem ser elaborados e se fazem jus a execução desejada ou não. Desse modo, ao programar, os erros são considerados etapas para a execução, pois, através de tentativas, as estratégias podem ser verificadas.

Para que a programação aconteça, faz-se necessário verificá-la a partir da comunicação com o objeto. Esse processo pode gerar retorno sobre a ação e consequentemente o resultado, ou seja, o *feedback*⁸ de acordo com esquemas elaborados e a execução das ações. Em relação a linguagem LOGO, é o computador ou o protótipo que pode possibilitar este retorno.

Recebendo o *feedback* diferente do que planejou, o estudante passa a pensar e repensar novamente sobre suas ações, procurando estabelecer novas estratégias e novos esquemas para a resolução do problema gerado. Nesse momento, o professor pode agir como mediador proporcionando a construção coletiva dos esquemas e possibilitando a ampliação do conhecimento a partir da apresentação de novos caminhos.

⁸ *Feedback* é uma palavra de origem inglesa, incorporada à língua portuguesa. A tradução literal é: comentário. Tradução nossa. A definição para seu significado, segundo o dicionário *Cambridge* é: reação a um processo ou atividade, ou as informações obtidas a partir de tal reação. Tradução nossa. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/feedback>. Acesso em: 07 ago. 2020.

Papert apresenta em suas obras a influência obtida pelo tempo em que trabalhou com Piaget. As considerações provenientes da Epistemologia Genética e sobre a lógica decorrente da interação entre sujeito e objeto, fazem-no desenvolver uma maneira de pensar semelhante a de Piaget. Apresentando uma compreensão de que a aprendizagem deve ser concebida a partir de algo, Papert defende que o modo como o indivíduo aprende depende do meio, dos modelos e materiais disponíveis (PAPERT, 1985).

Dessa maneira, Papert se preocupou em realizar uma reconstrução própria, a partir da teoria construtivista, para desenvolver uma teoria diferente da apresentada por Piaget, que fosse voltada ao uso educacional. Para além da ênfase ao cognitivo, preocupou-se também com o aspecto afetivo, de atribuição de significado ao conhecimento. Inclusive, concebeu sua teoria de forma inovadora para a época por levar em conta o uso do computador em relação a novas possibilidades de ensino, considerando que o fez muito antes que os computadores tivessem o uso social como atualmente, num tempo em que o acesso a eles era muito difícil.

De mesmo modo que Piaget, Papert enxerga a criança como construtora de conhecimento. No entanto, afirma que distintivamente a Piaget, não vê a questão do desenvolvimento de conceitos considerados mais complexos, de maneira mais lenta, em função da necessidade de a criança atingir certo estágio de desenvolvimento, e sim, por considerar a inexistência de materiais que sejam pertinentes para assimilar tais conceitos, tidos como complexos. Nas palavras de Papert:

Se realmente olharmos "a criança como um construtor" estamos no caminho de uma resposta. Todos os construtores necessitam de materiais para suas obras. Meu ponto de discordância com Piaget é quanto ao papel atribuído ao meio cultural como fonte desses materiais. Em alguns casos, o meio cultural fornece os materiais em abundância, facilitando assim o aprendizado construtivo piagetiano. Por exemplo, o fato de que tantas coisas importantes (garfos e facas, pais e mães, meias e sapatos) aparecem aos pares é um "material" para a construção do significado intuitivo de números. Mas em muitos casos em que Piaget explicaria o desenvolvimento mais lento de um conceito através da sua maior complexidade ou formalidade, eu vejo o fator crítico como sendo a relativa pobreza do meio cultural em materiais que tornariam o conceito simples e concreto (PAPERT, 1985, p. 21).

Percebemos que, para Papert, ao adquirir habilidades em utilizar um computador, seus princípios e conceitos para programação, dá-se abertura para uma nova forma de aprendizagem. Dessa maneira, a estrutura mental que esta atividade demanda pode mudar a forma como a criança aprende outras coisas, mesmo os conceitos tidos como mais complexos.

Para definir uma abordagem de educação que permeie os pressupostos teóricos adotados por ele, ao uso de computadores no ensino, Papert (2008) designou o termo Construcionismo para expor o mote trazido por esta teoria, sendo que para este autor a atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista.

Com isso, Papert nos mostra que sua intencionalidade não é a de negar o ensino, mas sim a de potencializar a característica epistêmica de conhecimento, inerente das experiências trazidas pelas crianças, como um meio importante para envolver-se em um processo que a leve a construir novas aprendizagens.

Para Campos (2019), essa teoria leva a uma concepção de uso do computador no ensino para além da visão Construtivista, que considera necessária uma progressiva internalização de ações para que ocorram o desenvolvimento e a aprendizagem. O Construcionismo acrescenta a essa visão a ideia de que a aprendizagem se torna mais eficaz quando é proporcionada por um contexto consciente em que o aprendiz pode construir suas ideias e representá-las no mundo real.

De maneira interessante, Papert utiliza-se de um provérbio africano para expor dois importantes aspectos da teoria Construcionista, a matemática e o micromundo:

[...] se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar. A educação tradicional codifica o que pensa que os cidadãos precisam saber e parte para alimentar as crianças com esse “peixe”. O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. *O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento. É por isso que precisamos desenvolver a matemática. Evidentemente, além de conhecimentos sobre pescar, é também fundamental possuir bons instrumentos de pesca - por isso precisamos de computadores - e saber onde existem águas férteis - motivo pelo qual precisamos desenvolver uma ampla gama de atividades matematicamente ricas, ou “micromundos” (PAPERT, 2008, p. 135, grifos nossos).*

Em relação aos grifos acrescentados a citação, considera-se importante tais marcações para dar ênfase a três pontos que se vislumbram nesse trecho. O primeiro remete ao pressuposto de que as crianças constroem ricas experiências de aprendizagem antes mesmo de iniciarem a vida escolar e esse conhecimento precisa ser considerado para obter mais conhecimento. O segundo aponta para a questão de que os materiais (os instrumentos de pesca) são uma parte fundamental no processo de construção do conhecimento. O terceiro trecho se refere a questão de que as atividades e os ambientes podem se apresentar como águas férteis para propiciar o conhecimento.

Revela-se, assim, uma tríade 1) conhecimento prévio/conteúdo, 2) materiais e 3) ambiente, cuja intenção é conceber uma visão de educação, na qual o conhecimento não é visto como uma maneira de transmissão apenas, sendo entendido como uma construção, via realização de trabalhos de forma concreta. Portanto, a educação deve dedicar-se a possibilitar esta forma de ensino.

Ainda nessa passagem, bem como em boa parte da obra de Papert (1985, 2008), verifica-se uma crítica aos moldes do processo de escolarização, em sua visão, admitido pela sociedade, no qual o ensino (determinado por currículos e conteúdos) prevalece sobre a aprendizagem. O autor não chega a negar a necessidade do papel da escola e do ensino, no entanto, como já apontamos anteriormente, prega um ensino minimalista visando uma aprendizagem epistêmica: “Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado” (PAPERT, 2008, p. 134).

Dessa forma, ele considera a *Matética* (conjunto de princípios norteadores que regem a aprendizagem) um importante fator para qualificar as experiências escolares. Princípios *matéticos* por ele indicados como: relacionar algo novo a algo já conhecido; e dar sentido ao que será aprendido, conferem abertura para uma visão em que explorar passa a ser uma palavra-chave, juntamente com a ação sobre determinado objeto de maneira deliberada e consciente, de forma a aproximar a criança de atividades *matéticas* utilizadas por pessoas adultas que aprendem a encontrar um estilo pessoal de aprendizagem. Isto deve ser próprio de cada um, o vir a conhecer não pode ser executado por outrem (PAPERT, 1985).

O termo *micromundo*, pode ser contextualizado como a perspectiva de colocar o estudante em um cenário que possibilite um encadeamento de ideias por meio de um ambiente no qual a criança explore elementos ricos em descobertas para ela, resultando em uma construção própria. “O *micromundo* relevante se encontra despido de complexidade, é simples, atingível” (PAPERT, 1985, p. 194).

Esse ambiente pode ser construído de maneira real, por exemplo, com um *micromundo* que incorpora a correspondência termo a termo, em razão da observação e vivência que a criança experimenta, ao distribuir balas aos colegas. Ou seja, o *micromundo* se dá à medida que a criança enfatiza uma ação como significativa, e, a partir disso, passa a visualizar e estabelecer relações e regras.

A perspectiva *Construcionista* evidentemente privilegia o concreto, no sentido de que ao proporcionar para o estudante uma possibilidade de construção pública, ou seja, tanto algo físico como um castelo de areia ou alguma construção de pensamento como a

teoria do universo, o motor que move essa forma de ensino é a questão, de que o produto pensado deve ser mostrado, discutido e analisado.

Dessa forma, possibilita de maneira concreta, também ao professor, examinar mais de perto a ideia da construção elaborada pelo estudante. Desse modo, pondera-se sobre a questão do processo de ensino, aliado ao contexto, ao conteúdo e a capacidade que a criança terá de aprender por si própria, a partir de uma conotação do Construcionismo com um conjunto de peças para construção (PAPERT, 2008).

Na perspectiva de que o professor deve buscar teorias científicas que embasem uma visão crítica sobre a natureza do conhecimento e entendendo que Piaget (1983) teve um trabalho exponencial para o debate acerca desta temática, parece ser plausível que suas pesquisas tenham alcançado propostas de ensino. O importante a se ressaltar é que a teoria construtivista estudada, defendida e apresentada por este autor, não foi concebida deliberadamente para aplicação ao ensino.

Ao entender que Piaget (1983) não apenas criou uma teoria sobre a gênese do conhecimento e seu desenvolvimento, mas também criou um modelo explicativo para esta representação, Becker (1992) considera que as propostas pedagógicas podem levar em conta os avanços alcançados por tal teoria. Como apontado por este autor, para Piaget (1983), pensar é agir sobre um objeto e, a partir dessa ação, transformá-lo.

Apoiando-se na teoria construtivista esboçada por Piaget (1983), Papert (1985, 2008) procura, de maneira intencional, estabelecer relações de aspectos construtivistas para construção de estruturas de conhecimento, para uma teoria de uso educacional. Ao integrar essa visão do Construtivismo e conceber o Construcionismo, Papert é tido como o precursor da robótica educacional. Sua teoria emprega uma visão bem marcada sobre sua concepção de ensino, considerando que o estudante deve ser o protagonista de sua aprendizagem.

Prado e Morceli (2019) asseveram que muitos projetos didáticos passaram a adotar o termo robótica - pedagógica/educativa/escolar/didática - como um rótulo. Contudo, nem sempre tais projetos demonstram estar alinhados a princípios que norteiam a robótica educacional calcada no Construcionismo de Papert. Para esses autores, conhecer os princípios do Construcionismo para uso da robótica educacional permite distinguir verdadeiras propostas para iniciativas de trabalho com robótica na educação:

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 as 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 (PRADO; MORCELLI, 2019, p. 40).

Para Valente (2020), o Construcionismo apresenta a ideia de usar, quer seja uma programação no computador ou uma atividade física, para expressar a forma como se constrói o conhecimento, e isso se relaciona com o Construtivismo defendido por Piaget. No entanto, Piaget buscava perceber essas construções sempre de maneira mais formalizada, propondo experiências para os sujeitos pesquisados e fazendo indagações para que estes expressassem suas ideias, como já citamos anteriormente, utilizando o método clínico como método de pesquisa. Ao passo que o interesse de Papert, pensando em um contexto voltado para o ensino, não era o de propor uma experiência pronta para o estudante e sim propor que ele mesmo a construa. Assim, Papert assume sua fundamentação em Piaget, e emprega o termo Construcionismo pela primeira vez em 1986, justamente para assinalar essa questão de buscar, via percepção da construção realizada pelo estudante, que seja significativa a ele e que tenha uma comunicação para concretização de determinado objetivo.

Temos aqui um importante ponto de convergência entre as teorias, isto é, a questão da valorização da expressão de diferentes linguagens utilizadas para apresentar as construções concretas, que denotem as estruturas mentais desenvolvidas para atender a determinado propósito.

O professor que deseja trabalhar com a robótica educacional em suas propostas de ensino precisa considerar que é necessário ter um embasamento teórico bem fundamentado, o qual lhe permita estar preparado para mediar e proporcionar construções que sejam experiências escolares significativas e promotoras de estruturas matemáticas (PAPERT, 1985) possíveis de se aproximar da construção de conhecimento com técnicas que aparentem de perto o saber científico (PIAGET, 1983).

Ao apresentar o *kit* de robótica para os estudantes, pode ser difícil que as ideias apareçam de forma espontânea ou pode ser que elas surjam e nem sejam percebidas por eles. Ao contrário do que Papert (1985) deixa transparecer, ao proclamar que ideias poderosas surgem de forma espontânea quando o estudante programa em ambiente logo, algumas experiências de utilização da linguagem demonstraram que isso não foi verdade,

sendo necessário o professor trabalhar com o estudante de maneira a mediar o surgimento de tais ideias e/ou explicitar ao estudante quando elas acontecem (VALENTE, 1996).

4 Considerações finais

Pontuamos que esse estudo se faz necessário para que possamos abrir um debate e, assim, em especial, apresentar o Construcionismo decorrente do Construtivismo. Para Piaget (1983) a inteligência decorre da ação determinada a partir da adaptação ao meio. Desse modo, a robótica educacional como recurso para o ensino, se constitui como um meio de assimilação, acomodação e adaptação para que o estudante seja capaz de explorar, criar, manipular, representar seus conhecimentos pré-estabelecidos aos novos, mediante realização de ações por um processo de equilíbrio.

Com a criação da linguagem LOGO, Papert pensava em inovar na educação para ampliar as possibilidades de ensino ao envolver a ação, a manipulação e a programação de protótipos que poderiam proporcionar a criação de novos projetos. À vista disso, a linguagem LOGO foi apresentada como um meio de deixar-se aprender, de buscar, de criar e de explorar diferentes formas de relacionar conhecimentos.

Com isso, as teorias do Construtivismo e do Construcionismo, como embasamento para o trabalho com robótica na escola, apontam para experiências em práticas escolares que não necessariamente podem ser tidas como inovadoras, haja vista que as pesquisas nesta temática têm um histórico expressivo.

Como colocado por Prado e Morceli (2019), para que um projeto voltado a robótica educacional possa ser designado como Construcionista é necessário conhecer as raízes de seus pressupostos. Essa discussão sobre as teorias, Construtivista e Construcionista, expõem nosso ponto de vista referente ao uso das mesmas, como aporte para o desenvolvimento de práticas escolares com a robótica educacional. Para tanto, temos em Piaget (1983) e Papert (1985, 2008) algumas construções teóricas que podem nos oferecer embasamento para que a robótica seja vista como um recurso para práticas de ensino na escola. E, assumindo os pressupostos apresentados por essas teorias, estas práticas podem anunciar-se como promissoras, pois estarão conceituadas em um determinado embasamento, o que lhes confere estrutura para continuidade do processo com a produção de análises de suas práticas de maneira mais fundamentada.

Com isso, avistamos uma possibilidade de aprofundamento deste estudo, voltando nossos olhares para as práticas de trabalho com robótica educacional, desenvolvidas a

partir de um planejamento estruturado tendo o Construtivismo e o Construcionismo como fundamentação.

Referências

- BECKER, F. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr./jun. 1992.
- BICUDO, M. A. V. A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Rebouças, v. 5, n. 02, p. 15-26, mai-ago. 2012.
- BOFF, L. **A águia e a galinha: uma metáfora na condição humana**. 24 ed. Petrópolis: Vozes, 1998.
- CAMPOS, F.R. **A Robótica para uso Educacional**. Editora Senac São Paulo: São Paulo, 2019.
- CAMPOS, F. R.; LIBARDONI, G. C. Investigação em robótica educacional. *In: SILVA, R. B.; BLIKSTEIN, P. Robótica educacional: experiências inovadoras na educação brasileira*. 1 ed. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 31-57.
- D'ABREU, J. V. V. **Integração de dispositivos mecânicos para ensino-aprendizagem de conceitos na área de automação**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/reposit.265363>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- KUTEKEN, R. S. **Ciência Cognitiva e Robótica Humanóide: uma visão sobre a literatura**. Campinas, 2014. Disponível em: <http://www.dca.fee.unicamp.br/~gudwin/courses/IA889/2014/IA889-10.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2019
- LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. 3. ed São Paulo: Editora 34, 2010.
- PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. Tradução José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira Vianna Ripper. 1 ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução Sandra Costa. 2 ed. rev. Editora Artmed, 2008.
- PAZOS, F. **Automação de Sistemas & Robótica**, Axcel Books do Brasil. Rio de Janeiro, 2002.
- PIAGET, J. **A origem da ideia do acaso na criança**. Tradução Ana Maria Coelho. Rio de Janeiro: Editora Record, 1951.
- PIAGET, J. **A epistemologia Genética/Sabedoria e ilusões da filosofia: problemas de psicologia genética**. Tradução Nathanael C. Caixeiro, Zilda Abujamra Daeir, Celia E. A. Di Piero. 2 ed. São Paulo: Ed. Abril Cultural, 1983.
- PIAGET, J. **A construção do real na criança**. Tradução Ramom Américo Vasques. 3 ed. São Paulo: Ed. Ática, 1996.

PRADO, J. P. A; MORCELI, G. Robótica Educacional: do conceito e robótica aplicada à concepção dos kits. *In*: PERALTA, D.A. (org.). **Robótica e Processos Formativos**: da epistemologia dos kits. Porto Alegre: Editora Fi, 2019. p. 31-57.

ROCHA, F. S. M. Análise de Objetos de aprendizagem desenvolvidos do Scratch. *In*: KALINKE, M.A; MOTTA, M.S. (org). **Objetos de Aprendizagem**: pesquisas e possibilidades da Educação Matemática. Campo Grande: Editora Life, 2019. p. 153-175.

SALAMUNES, N. L. C. Método clínico e observações de aulas: a associação para compreender a prática docente. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 12., 2004, Curitiba, **Anais...** Curitiba: [s.n], 2004. p. 2953-2965. Disponível em: <http://endipe.pro.br/anteriores/12.rar>. Acesso em: 23 mar. 2021.

SILVA, A. F. **RoboEduc**: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. 2009. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Tecnologia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Instituto ou Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. *In*: WERTSCH, J. V. **The concept of activity in soviet psychology**. New York: M. E. Sharpe Inc., 1981. p. 256-278.

VALENTE, J.A.A. O papel do professor no ambiente logo. *In*: VALENTE, J. A. (org.). **O professor no ambiente Logo**: formação e atuação. Campinas: Unicamp/Nied, 1996.

VALENTE, J. A. Webinar | Construcionismo e Aprendizagem Criativa no Brasil. Campinas, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JL0wU8vkyaQ>. Acesso em: 04 out. 2020.

Recebido em: 13 de dezembro de 2020.

Aceito em: 04 de março de 2021.