

ROBÓTICA EDUCACIONAL: desafios e possibilidades no trabalho interdisciplinar entre matemática e física

EDUCATIONAL ROBOTICS: challenges and possibilities in the interdisciplinary work between Mathematics and Physics

Robson Souto Brito¹

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita²

Maria da Conceição Lopes³

RESUMO

Este trabalho analisa a realização de oficinas com robótica educacional no ensino médio e sua contribuição para o desenvolvimento de competências como raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e intrapessoais, integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento. A partir da concepção construtivista foram realizadas três oficinas em uma escola da rede pública estadual localizada em João Pessoa – PB, com material de robótica educacional da marca fischertechnik distribuído pela Secretaria de Estado da Educação da Paraíba. Pode-se verificar que os alunos iniciaram um processo de compreensão sobre as forças que atuam em determinadas máquinas em movimento circular, por exemplo, a força centrífuga e dos fundamentos matemáticos da construção de máquinas como ângulos. Esse processo de compreensão contribui para o desenvolvimento do interesse pela matemática e física, permite a interação entre os alunos no trabalho em equipe, possibilitando a socialização do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo. Além disso, constatou-se que a robótica auxilia a compreensão holística dos conteúdos científicos, tecnológicos, matemáticos, físicos e literários, ou seja, no trabalho interdisciplinar.

Palavras-chave: *Robótica Educacional; Aprendizagem; Interdisciplinaridade.*

ABSTRACT

This work analyzes the realization of workshops with educational robotics in high school and its contribution to the development of skills such as logical reasoning, manual and aesthetic skills, interpersonal and intrapersonal relations, and integration of concepts learned in several areas of knowledge. From the constructivist conception, three workshops were held at a state public school located in João Pessoa - PB, with educational robotic material from the Da Vinci Machines line of fischertechnik brand distributed by the Paraíba State Secretariat of Education. It can be verified that the students began a process of understanding about the forces that act on certain machines in a circular movement, for example, the centrifugal force and the mathematical fundamentals of the construction of machines like angles. This process of understanding contributes to the development of interest in mathematics and physics, allows interaction among students in teamwork, enabling the socialization of knowledge and the development of logical-deductive thinking. In addition, it was found that robotics helps the holistic understanding of scientific, technological, mathematical, physical and literary contents, that is, in interdisciplinary work.

Keywords: *Educational Robotics; Learning; Interdisciplinarity.*

¹ Estudante de Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: robsonsb@gmail.com.

² Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba, professora titular da Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: filomenamoita7@gmail.com

³ Mestra em Estudos da Linguagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, professora da Universidade Federal de Roraima. E-mail: mcllopes07@yahoo.com.br.

Introdução

A falta de interesse dos estudantes brasileiros pela matemática vem gerando diversos problemas na sociedade contemporânea. Um exemplo dessa problemática é a falta de mão de obra qualificada em áreas como engenharia (em diversas especialidades). Ao lado disso, Lorenzato (2012) afirma que faltam professores licenciados em Matemática, principalmente, para lecionar em escolas públicas. Outro problema é o número insuficiente de professores de física. De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) essa é uma das áreas mais precárias do Brasil, pois além da falta de mão obra especializada, sofre com a falta de profissionais para atuar no ensino. Outro fator que pode ser determinante para o aumento do desinteresse dos estudantes na área de matemática pode estar relacionado com a metodologia de ensino desse componente curricular.

A média no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) ainda está longe das médias dos países desenvolvidos. Já no exame do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, na sigla em inglês) na edição de 2015, o Brasil obteve um dos piores resultados entre os 70 países que participaram do exame. A prova avalia o desempenho dos estudantes nas áreas de Ciências, Leitura e Matemática. Nesse exame, enquanto a média em Matemática dos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) foi de 490 pontos, o Brasil obteve apenas 377, ficando na 66ª posição. Nessa edição, a Cingapura obteve o 1º lugar com 564 pontos.

Esse baixo desempenho dos estudantes em Matemática foi observado na escola na qual a presente pesquisa foi realizada. Lá, os estudantes vêm demonstrando pouquíssimo interesse pelo estudo das disciplinas dessa área. Tal constatação foi possível mediante observação participante da dinâmica da escola e das aulas de Matemática especificamente. Neste contexto, é importante discutir alternativas metodológicas no processo de ensino com objetivo de alcançar melhores resultados de aprendizagem. Assim, optamos por analisar a utilização de kits de Robótica Educacional como recurso didático a fim de compreender sua contribuição para o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática como também, assimilar a forma de se explorar essa tecnologia na escola pública brasileira. Para tanto, nos apoiamos em teóricos como Papert (1994), Fazenda (1979), Perrenoud (2000) entre outros, para subsidiar a leitura da realidade dos estudantes na escola e o cotidiano de sala de aula.

Aspectos metodológicos

Esta é uma pesquisa descritiva, explicativa e exploratória e se constitui num estudo de caso. De acordo com as características da pesquisa optamos por utilizar, para a coleta de dados, a

observação participante que é um instrumento utilizado quando o observador está inserido no cenário de estudo e participa dessa realidade (COSTA; COSTA, 2012).

Ainda com relação à observação, Lakatos e Marconi (1991) afirmam que é um processo pelo qual se mantém a presença do observador numa situação social, com a finalidade de realizar uma investigação científica. Além da observação, utilizamos também para a coleta de dados, imagens fotográficas e protocolos de atividades realizadas pelos alunos. A pesquisa se constituiu na análise de três aulas-oficinas desenvolvidas na sala de robótica da escola.

Local da pesquisa

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido numa escola de ensino médio da rede pública estadual da Paraíba localizada na cidade de João Pessoa-PB. No início das oficinas de robótica nós trabalhamos com 35 estudantes da 2ª série do ensino médio da escola. No entanto, percebemos que as oficinas se tornaram inviáveis, pois a sala era pequena para a realização de oficinas de Robótica Educacional. O uso dessa tecnologia exige uma ambientação diferente da sala de aula convencional. Portanto, resolvemos selecionar 10 estudantes na faixa etária entre 14 e 17 anos dessa turma para observar seu desempenho com os kits de robótica, como também o estudo de assuntos da geometria e da física na montagem e funcionamento dos protótipos.

Caracterização do ambiente destinado à prática de robótica na escola

A Figura 1 permite conhecer um pouco a respeito da estrutura física da sala disponível para o trabalho docente com a Robótica Educacional. A sala é um ambiente com espaço insuficiente, o que dificulta a realização de aulas com o material. Outro ponto a considerar é a falta de estantes para alocar todo o material de robótica, pois são muitos kits. Assim, alguns kits ficam empilhados nas próprias caixas (Figura 2). O ideal seria que os kits ficassem expostos em caixas plásticas com seus respectivos manuais, em estantes na sala de robótica.

Figura 1 – Sala de robótica, ambiente interno.



Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 2 – Alocação do material de robótica na escola.



Fonte. Dados da Pesquisa, 2016.

Caracterização do material de Robótica Educacional da escola

O laboratório de Robótica Educacional da escola é composto por 90 kits da marca fischertechnik^R caracterizados por eixos temáticos, o que permite a exploração de conceitos de diversas áreas como Matemática, Física, Química e Arte. Para essa investigação foram utilizados os kits da linha *Mechanic+static*, *Da Vinci Machine*, *Oeco Tech* e *E-tech*, os quais estão ilustrados na Figura 3.

Os manuais orientam a utilização dos kits de acordo com temas abrangentes como energia eólica, energia solar, energia elétrica, engrenagens, entre outros. Contudo, devido à própria característica da robótica, pode-se dizer que são interdisciplinares, pois nos kits que objetivam o estudo de conceitos da física e da química pode-se também ser utilizados no estudo e na aplicação de conceitos de matemática como funções trigonométricas, figuras planas, sólidos geométricos, estruturas (equilíbrio e simetria), espaço tridimensional, eixos cartesianos e lateralidade. Alguns permitem também desenvolver habilidades tecnológicas agregadas ao computador, pois dependem de programação para se movimentar. Outros, como os da linha *Da Vinci Machines*, fazem dez modelos baseados nas invenções de Leonardo Da Vinci como a catapulta e o carro de guerra.

Figura 3 – Kits de robótica utilizados na pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

A Robótica Educacional

O desenvolvimento de aulas com o uso de robótica não é recente. Tal maneira de estudar foi introduzida na educação na década de 60 pelo cientista Seymour Papert, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Ele direcionou seu trabalho ao desenvolvimento de programas capazes de fortalecer atividades intelectuais nas crianças. No Brasil, o primeiro kit comercializado para a montagem de robótica, já na década de 1980, foi o da empresa LEGO, composto por sensores, motores e engrenagens. Porém, pode-se dizer que a Robótica Educacional começou a ganhar força na pesquisa brasileira a partir da década de 1990, com os trabalhos da Universidade Estadual de Campinas.

Dois trabalhos de Seymour Papert são muito importantes para a área educacional, LOGO: computadores e educação (1980) e A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática (1994). No primeiro, o autor aponta possibilidades de transformação do modelo de educação fazendo uso de computadores através da linguagem de programação LOGO. Já no segundo trabalho, Papert apresenta experiências educativas com robótica e discorre sobre a formação de professores, além de discutir o uso do *software* LOGO em atividades de ensino de matemática.

A Robótica Educacional surge como recurso para apoiar atividades de ensino de matemática em diversos níveis. A linguagem LOGO é uma programação criada pelo grupo do MIT e objetivava fazer uma tartaruga se deslocar na tela do computador através de comandos de programação. Como o público alvo era composto por crianças, o MIT decidiu criar um protótipo de tartaruga e conectar ao computador para que se movimentasse realmente e não apenas virtualmente. Esse movimento era o mesmo movimento que já havia sido elaborado na programação LOGO. A partir daí surgiram os kits de peças de montagem para uso escolar.

Assim, o uso de robôs na educação aparece num cenário de mudanças no modo de aprender e, conseqüentemente, na maneira de encarar a educação. O que garante isso é o desenvolvimento da informática e seus instrumentos, principalmente a internet. Essas mudanças impostas pelo surgimento de uma sociedade conectada não são neutras nem tão pouco isoladas, elas atingem também a escola e seu modo de ver a educação. Daí a relevância de se considerar o papel da Escola e o significado da Educação atrelado ao significado de ser alfabetizado numa sociedade contemporânea. Nesse sentido, Freire (1990), afirma que tornar-se alfabetizado significa pensar de uma maneira diferente do que era pensado anteriormente, enxergar o mundo de outra maneira, e isso sugere que há alfabetizações diferentes.

De forma geral, quando se pensa em robótica, tem-se o seguinte conceito: é a ciência que estuda a montagem e a programação de robôs, que podem ser programáveis e reprogramáveis por um computador. A construção e programação de um robô exige a combinação de conhecimentos de diversas áreas, o que dá à robótica um caráter multidisciplinar. Ao lado disso, pode-se apontar como característica da robótica o fato de suas atividades serem realizadas em grupo, possibilitando aos sujeitos trabalharem em conjunto, exercerem funções de cooperação e a colaboração. Nesse sentido, pode-se dizer que, no processo de trabalho com robótica, aprende-se a discutir e a trabalhar em grupo, organizar-se, criar e comunicar, além de fortalecer outras características que nos tornam aptos a conviver e trabalhar em sociedade (MORAES, 2010; STEFFEN, 2002). Nessa perspectiva pode-se dizer que a robótica educacional contribui para a formação de novas competências por promover o contato direto com as tecnologias, permitindo sua construção ou desconstrução abrangendo novos conhecimentos.

A competência surge com a aquisição dos conhecimentos, e considerando que esta vem do conhecimento, o trabalho desenvolvido através da robótica, possibilita ao aluno planejar, projetar, criar, desenvolver e avaliar a aquisição e a apropriação dos conhecimentos. A robótica constitui-se uma área multidisciplinar, que estimula os educandos a buscar soluções associando conceitos e aplicações em outras disciplinas envolvidas. Nesse sentido, ela permite verificar o processo fundamental de aprendizagem do aluno, pela experimentação e testagem de hipótese, bem como favorece a mediação pedagógica do professor, produzindo novos e diferentes conhecimentos que colaboram na formação do cidadão alfabetizado tecnologicamente, capaz de atuar ativamente na sociedade a partir de um novo tipo de ambiente educacional que produz novos e diferentes conhecimentos.

Assim, para que o professor consiga utilizar a Robótica Educacional a favor da aprendizagem ele precisa entender que mudanças de materiais ou de metodologias não são suficientes para impulsionar mudanças no âmbito da aprendizagem. É preciso mais que a modificação de um método de ensino ou a substituição de uma tarefa por outra ou até mesmo a

substituição de um material por outro. É necessário antes de tudo, compreender, como afirma Moran (2009), que o foco da aprendizagem é a busca da informação significativa, da pesquisa, do desenvolvimento de projetos e não, predominantemente, a transmissão de conteúdos específicos. Nesse direcionamento, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) afirmam que:

Uma consequência imediata da sociedade de informação é que a sobrevivência nesse ambiente requer o aprendizado contínuo ao longo de toda a vida. Esse novo modo de ser requer que o aluno, para além de adquirir determinadas informações e desenvolver habilidades para realizar certas tarefas, deve aprender a aprender, para continuar aprendendo. Essas novas exigências requerem um novo comportamento dos professores que devem deixar de serem transmissores de conhecimentos para serem mediadores, facilitadores da aquisição de conhecimentos; devem estimular a realização de pesquisas, a produção de conhecimentos e o trabalho em grupo (BRASIL, 2013, p. 163).

Assim, de acordo com as DCN, para atender as demandas da sociedade contemporânea, a Escola deve proporcionar, para seus alunos, a oportunidade de experimentar, testar, até mesmo errar, visando uma aprendizagem mais sólida e mais próxima da realidade na qual estão inseridos os seus estudantes. Ainda a respeito da metodologia de ensino, as DCN afirmam:

Essa transformação necessária pode ser traduzida pela adoção da pesquisa como princípio pedagógico. É necessário que a pesquisa como princípio pedagógico esteja presente em toda a educação escolar dos que vivem/viverão do próprio trabalho. Ela instiga o estudante no sentido da curiosidade em direção ao mundo que o cerca, gera inquietude, possibilitando que o estudante possa ser protagonista na busca de informações e de saberes, quer sejam do senso comum, escolares ou científicos (BRASIL, 2013, p. 163).

Ao que tudo indica, a escola da atualidade tem entre outros desafios, o de reestruturar a sua prática sob pena de se tornar um ambiente contraditório, no qual os estudantes que deveriam estar aprendendo, encontram-se apenas para dissolver seu tempo em conversas infrutíferas do ponto de vista da ciência. E, para ter chance de alcançar os desafios da atualidade, parece que a escola deve considerar como alternativa o uso de instrumentos e maneiras inovadoras de ensinar e, nessa perspectiva, a Robótica Educativa parece ser uma alternativa promissora.

Nesse sentido, Carvalho (2013) afirma que a prática pedagógica deve ser contextualizada e deve aproximar o conteúdo ao cotidiano do aluno, para que este possa estabelecer relação entre os conceitos abstratos e aplicabilidade a partir da linguagem matemática. Segundo o autor, essa prática pode ser potencializada por meio do uso da Robótica Educacional. Para ele, a proposta de atividade a partir da situação concreta é possível com essa tecnologia e pode motivar os alunos e consolidar o aprendizado.

Ainda com relação à prática pedagógica, Zilli (2004) em pesquisa sobre a implementação de Robótica nas escolas da cidade de Curitiba, afirma que o trabalho com essa tecnologia é um desafio para o professor, pois ele tem o papel de mediador durante todo o processo. Portanto, nota-se que o uso de Robótica Educacional não é tarefa fácil, pois para que o professor possa desenvolver a

habilidade de mediação ele precisa desvincular-se do papel de transmissor de conhecimento, uma prática já consolidada no modelo de educação tradicional.

A adaptação e/ou transformação das práticas pedagógicas tradicionais mediante a utilização de Robótica Educacional é real e envolve também os discursos e opiniões de professores e funcionários da escola acerca da mudança de comportamento dos alunos. Nesse aspecto, Maliuk (2009) se referindo a uma saída dos estudantes da sala de aula para mostrar seus robôs à direção da escola reflete:

A turma era considerada extremamente desmotivada e desinteressada. Quando os alunos tinham a oportunidade de sair da sala – durante trocas de períodos, aulas de Educação Física, entradas e saídas da escola, etc., sempre eram vistos gritando ou correndo pelos corredores, brigando ou incomodando outras turmas. [...] todos os grupos queriam mostrar seu trabalho. [...] pela primeira vez, ao baterem nas portas de outras turmas, não corriam para se esconder no momento em que o professor abrisse a porta, mas aguardavam com um grande sorriso de satisfação a expressão de surpresa de todos que admiravam suas construções. Voltaram para aula mais animados do que nunca e sua única tristeza se deu no momento de desmontar os robôs, pois parecia que nesse pequeno espaço de tempo já haviam criado vínculos afetivos com os mesmos. No mesmo dia, ao ir devolver a chave do Laboratório de Informática à secretária, a secretária fez grandes elogios às montagens que os alunos levaram para mostrar. Mas o mais marcante foi sua pergunta final: - Escuta, essa não era aquela turma terrível? Terrível aqui no sentido de bagunceira. E mais: “bagunça” não produtiva (MALIUK, 2009, p. 79-80).

É notória a mudança de comportamento dos alunos com o trabalho com Robótica Educacional. Na reflexão, a autora diz que seus alunos eram “indisciplinados” antes das aulas com robótica e esse comportamento gerou um julgamento negativo por parte dos funcionários da escola com relação aos estudantes. No entanto, após a montagem dos robôs, as atitudes dos alunos mudaram. A robótica, em conjunto com ação do professor, foi corresponsável pela mudança de comportamento dos estudantes e dos funcionários. Alunos que antes eram desmotivados, pela escola, demonstraram mais motivação e conseqüente interesse; funcionários que antes viam esses alunos como “terríveis”, agora os elogiavam. Em nossa análise, a utilização dessa tecnologia implicou em ganhos para o processo de ensino e aprendizagem, pois possibilitou desenvolvimento de interesse pelas aulas.

Nessa mesma linha de pensamento, Martins (2012) utilizando kits de Robótica da LEGO em aulas de Matemática numa escola de Porto Alegre e constatou, dentre outros resultados, um maior envolvimento dos estudantes nos estudos de matemática e robótica, e a aceitação do erro como uma estratégia na busca de soluções de problemas de Matemática e robótica.

Tecnologia e interdisciplinaridade

Morin (2002) destaca que um dos desafios lançados pela sociedade do século XXI é o confronto com os problemas e desafios da complexidade, para o qual a formação escolar e

universitária, caracterizada pela separação dos objetos de seu contexto e das disciplinas, umas das outras, pautada num ensino disciplinar, não prepara adequadamente os profissionais para atuarem com esses desafios e complexidade. A dificuldade de compreensão dos fatos na perspectiva da totalidade deriva do conhecimento fragmentado e especializado produzido pela ciência moderna a qual teve-se/tem-se acesso ao longo do período de formação. No entanto, esse modelo de instrução vem sendo discutido no âmbito das pesquisas sobre ensino, as quais afirmam que a facilidade de acessar, selecionar e processar informações está permitindo descobrir novas fronteiras do conhecimento, nas quais este se revela cada vez mais integrado. Integradas são também as competências e habilidades requeridas por uma organização da produção cuja criatividade, autonomia e capacidade de solucionar problemas serão cada vez mais importantes, comparadas à repetição de tarefas rotineiras. E mais do que nunca, há um forte anseio de inclusão e de integração sociais como antídoto à ameaça de fragmentação e segmentação. (BRASIL, 1999, p.71).

Um fator crucial nas questões relacionadas ao ensino da matemática atualmente é o papel do professor. Qual deve ser o papel do docente na era das tecnologias digitais? Essa questão requer também a análise do que seria uma boa metodologia de ensino da matemática e qual o papel da escola nessa “sociedade tecnológica”? Outro questionamento pertinente aqui seria o que devemos ensinar em matemática atualmente? Diversos autores apontam que uma boa maneira de conceber o trabalho didático é via trabalho colaborativo, no qual o professor agirá como mediador, apresentando aos alunos o conhecimento matemático, não como um conhecimento acabado e de respostas prontas em que a quantidade de conteúdos ensinados é o mais importante, mas sim, o maior aproveitamento possível, sendo o aluno o centro do processo educativo. E nessa tentativa de mediar os conhecimentos matemáticos, o professor não é mais visto como detentor do conhecimento que será apenas transmitido, mas como aprendiz junto aos discentes. “A Escola, a partir desse movimento de docentes e discentes, passa a ser uma organização aprendiz, transformando-se em um local não apenas de transmissão, mas de geração de conhecimentos” (COSTA, 2010, p. 87).

Sob esse ponto de vista a tecnologia pode transformar-se em um recurso essencial à melhoria do ensino e da aprendizagem de conteúdos matemáticos uma vez que pode proporcionar uma maior autonomia ao aluno no processo de construção do conhecimento. Assim, ela pode potencializar a aprendizagem uma vez que permite momentos de construção de conhecimentos. Nesse sentido Papert reflete sobre instrucionismo e construcionismo:

A atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado. A principal outra mudança necessária se assemelha a um provérbio popular africano: se um homem

tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar (PAPERT, 1994, p. 125).

O tema acima é mais abrangente e necessário quando se trata do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no ambiente escolar. O que afirma Papert é que tal uso, assim como com qualquer outra ferramenta, deve ser feito de forma a não reproduzir o que já vinha sendo feito sem ela. Não é preciso de fato romper totalmente com o tradicional, pois não cabe a este estudo propor isso, mas é preciso que possamos utilizar essas ferramentas que já estão disponíveis há muito tempo na escola como meio de construir, junto ao aluno, um conhecimento que lhe sirva além dos muros do âmbito escolar, um conhecimento que não tenha sentido apenas por si mesmo.

Para pensar a prática docente na era digital é imprescindível pensar em mudanças na forma de abordagem do currículo, uma vez que se vive em um mundo tão tecnológico. Nessa perspectiva em uma entrevista concedida a TV Brasil, Valente (2010) ressalta:

[...] é impossível você pensar esse aluno trabalhando com essa abordagem, com esse mundo tecnológico, e pensarmos o currículo feito no lápis e no papel, como ele é feito hoje. Isso significa mudança nessa abordagem curricular, não significa mudança dos conteúdos. Não é a matemática que vai mudar, não é a física, não é o português, é a maneira como esses conteúdos vão ser tratados. (VALENTE, 2010).

A aprendizagem

Quando o diálogo ocorre na sala de aula de forma que promova o levantamento de hipóteses e conjecturas e o ambiente permite aprofundar as ideias e testá-las, a sala de aula passa a ser um ambiente propício para a aprendizagem, não apenas para a transmissão de conceitos a seres estáticos. Nesse sentido, a robótica educativa constitui-se uma ferramenta potencial no processo de aprendizagem, pois exercita e instiga a curiosidade, a imaginação e a intuição, elementos centrais que favorecem experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade. A autonomia se constrói, assim, na experiência de inúmeras decisões que vão sendo tomadas ao longo de um processo no qual o sujeito se torna cognoscente (FREIRE, 2002). Assim, é preciso conduzir os alunos para o conhecimento do objeto, curar a ansiedade que se apodera de qualquer mente diante da necessidade de corrigir sua maneira de pensar e de sair de si para encontrar a verdade objetiva (BACHELARD, 1996).

Ter uma metodologia bem definida ao realizar um trabalho didático é fundamental, é um meio que nos possibilita atingir um determinado objetivo cognitivo. Construindo o conhecimento voltado para a inter-relação entre as disciplinas e os conteúdos destas, chegamos à inter-relação e conexão entre os conhecimentos de forma consciente. Professor e aluno têm o compromisso de participar da elaboração do conhecimento, pois este não existe, a priori, pronto e acabado. Neste sentido, Papert (1994) afirma que:

[...] dizer que estruturas intelectuais são construídas pelo aluno, ao invés de ensinadas por um professor, não significa que elas sejam construídas do nada. Pelo contrário, como qualquer construtor, a criança se apropria, para seu próprio uso, de materiais que ela encontra e, mais significativamente, de modelos e metáforas sugeridos pela cultura que a rodeia (PAPERT, 1994, p. 65).

Dentre as muitas vantagens pedagógicas do uso da robótica educativa, Zilli (2004), aponta o desenvolvimento das seguintes competências: raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e intrapessoais, integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho com pesquisa, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações, e capacidade crítica. Quanto ao trabalho proposto em formação de grupos, o qual é bem propício no desenvolvimento de projetos pedagógicos que usam robótica educativa, Castilho (2002) diz que, através do uso da robótica, podem-se criar mais possibilidades do desenvolvimento de diversas inteligências.

Como Vygotsky (1998) define, a aprendizagem é baseada principalmente no relacionamento das pessoas e caracteriza mudança de comportamento, pois desenvolve habilidades. No caso da robótica educacional, essas habilidades são desenvolvidas a partir da interação entre os alunos e durante a montagem e a exploração dos protótipos robóticos em conjunto com a mediação do professor. A teoria de estilos de aprendizagem (ALONSO; GALLEGO, 2002), que considera as diferenças individuais para a aprendizagem, defende que, se mais de um sentido do educando for mobilizado, tanto mais fácil será seu aprendizado. As tecnologias, em especial, a Robótica Educacional, nesse aspecto, oferecem vários recursos pedagógicos que favorecem a forma de aprender de cada indivíduo na sua diversidade, oferecendo múltiplos estímulos, como a visão, audição e o tato simultaneamente. Assim, a Robótica Educacional pode proporcionar um ambiente interligado com as novas tecnologias elencando algumas vantagens nesse sentido:

- Familiarização com novas tecnologias;
- Contextualização do conteúdo com a aplicação real do problema proposto;
- Aplicabilidade de conceitos e termos matemáticos, ou não, na prática;
- Resolução de problemas visando à autonomia do aluno;
- Retomada e análise dos resultados.

Ainda referente ao manuseio e montagem de materiais didáticos, Papert (1994) afirma: “e o que se aprende fazendo fica muito mais enraizado no subsolo da mente do que o que qualquer pessoa possa nos dizer”.

Resultados discussão

A pesquisa foi realizada em três momentos identificados como **momento 1**, **momento 2** e **momento 3**. Segue a descrição e análise.

Momento 1: Reconhecimento do ambiente destinado à prática de robótica e armazenamento do material.

A partir da realização de oficinas de montagem dos protótipos robóticos foi possível coletar dados relacionados ao ambiente físico disponível, na escola, para trabalhar com os kits de robótica, o gerenciamento desse ambiente e dos materiais, que ali estão e a observação do comportamento dos alunos durante as oficinas. A Figura 4 ilustra parte da coleta dessas informações.

Figura 4 – Reconhecimento do ambiente e do material de robótica



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Como se observa na Figura 4, na primeira oficina de robótica os alunos ficaram muito próximos uns dos outros, pois a sala é pequena para o número de estudantes. Nesse primeiro momento estavam presentes mais de dois terços da turma e a assistência às equipes ficou comprometida. O objetivo da aula era reconhecer o material, identificar como predominava o sistema de montagem e o que poderia ser montar de imediato. A atividade com os kits robóticos foi apenas escolher um modelo simples do manual de instruções e montar.

Observou-se que o comportamento dos alunos se alterou positivamente. Isto é, todos os que estavam envolvidos na oficina, demonstraram interesse e curiosidade pelo que estavam fazendo. Isso pode ser verificado na Figura 4. Todos os estudantes estão envolvidos na montagem. Pode-se, nesse sentido, relacionar o momento dos alunos com o pensamento de Perrenoud (2000) o conhecimento é construído como resultado de um processo baseado em experiências estimuladoras que, juntamente com o material que lhe é oferecido, o educando compreende e, a partir disso, torna-

se capaz de produzir. Portanto, é possível afirmar que a primeira aula com Robótica Educacional contribuiu para o desenvolvimento da atenção e concentração dos alunos, pois essa tecnologia criou um ambiente propício ao desenvolvimento de experiências interessantes e estimuladoras, e uma consequência disso é a construção de conhecimento por parte dos estudantes. Logo, a primeira experiência com os kits, proporcionou aprendizagem, pois como observa Vygotsky (1998) “[...] a aprendizagem é baseada, principalmente, no relacionamento das pessoas e caracteriza mudança de comportamento, pois desenvolve habilidades”. Nessa oficina foi isso que se observou uma mudança de comportamento dos alunos; e durante a montagem dos protótipos, o desenvolvimento de habilidades.

Momento 2: Retorno à sala de robótica. Agora com menos alunos.

Nesse segundo momento foi levado à sala de robótica apenas 10 alunos. Um dos objetivos dessa oficina era observar a dinâmica de uma aula de robótica com menos alunos na mesma sala. Outro objetivo da aula foi identificar como explorar conceitos de Matemática e Física no laboratório de robótica.

A Figura 5 mostra o retorno ao laboratório de robótica, agora com apenas 10 estudantes e as 20 carteiras agrupadas de quatro em quatro. Isto é, foram formados cinco grupos de carteiras cada um com uma dupla de alunos.

Figura 5 – Retorno ao laboratório de robótica agora com menos estudantes



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

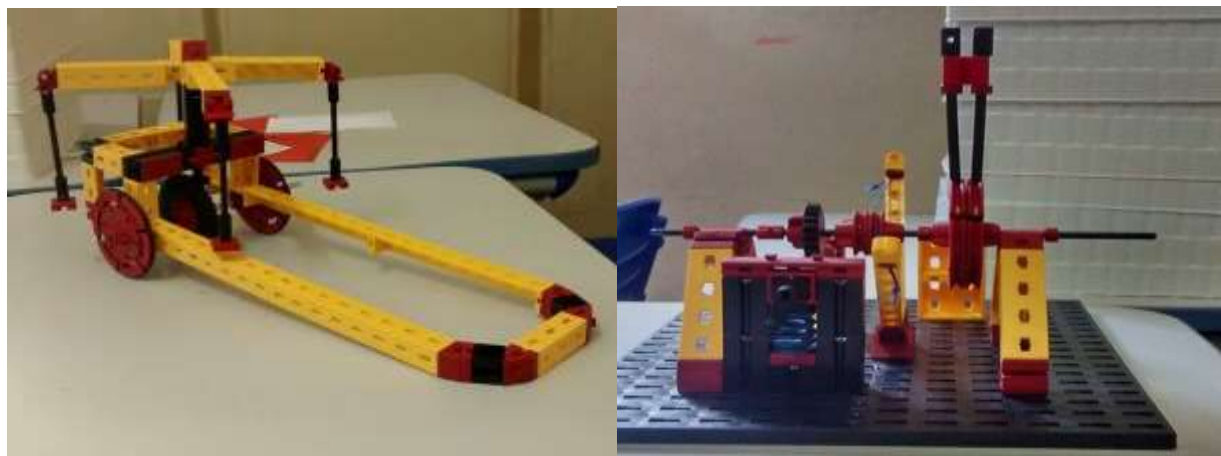
No início do trabalho percebeu-se que, provavelmente, esse é o número ideal de alunos para aquela sala de robótica. Assim, a subtração do número de alunos do primeiro para o segundo momento possibilitou maior atenção às equipes, por parte do professor. Conseqüentemente, houve maior interação entre ele e os alunos. Sob esse aspecto “[...] no trabalho proposto em formação de grupos, o qual é bem propício no desenvolvimento de projetos pedagógicos que usam robótica

educativa [...] podem-se criar mais possibilidades do desenvolvimento de diversas inteligências”. (CASTILHO 2002).

Momento 3: Elementos de geometria e Renascimento na aula de robótica.

No Momento 3 os alunos utilizaram o kit da linha Da Vinci Machines o qual permite montar dez modelos diferentes de máquinas que Leonardo Da Vinci idealizou (Figura 6). Nessa aula, com a participação de apenas 10 alunos não houve problemas em relação ao espaço e logo iniciou-se as montagens. Assim, a turma ficou concentrada e envolvida na atividade e foi possível identificar a oportunidade de estudo e aplicação de conceitos Matemáticos e Físicos nos experimentos das cinco equipes. Nesse texto serão expostas apenas as observações do experimento com a equipe que montou o Carro de Guerra (lado esquerdo da Figura 6).

Figura 6 – Protótipos montados no Momento 3.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016.

Depois da construção do Carro de Guerra, as alunas começaram a brincar com ele e perceberam que havia, na parte superior do carro, uma parte que se movimentava dependendo do movimento que ele fizesse. Nesse momento, com o objetivo de estudar força centrífuga e ângulo reto, o professor interveio com alguns questionamentos que gerou um diálogo entre eles e as alunas e entre elas. A seguir a exposição de parte do diálogo:

Prof. “por que a parte de cima do carro gira quando vocês movimentam o carro”?

Alunas “por que há um sistema que junta o eixo do carro com o da roda de cima”

Prof. “quantos graus é o ângulo que une as ‘coroas dentadas’ desses dois eixos”?

Alunas “pensando ... 90°!?”

Prof. “o que acontece com as hastes verticais que estão penduradas quando movimentamos o carro”?

Alunas “elas são jogadas para fora”

Prof. “por que isso ocorre”?

Alunas “pensando ... sei lá”

Prof. “em casa, pesquise sobre Leonardo Da Vince e também procure entender sobre força centrífuga e força centrípeta; tragam imagens do Carro de Guerra”

Nesse dia, o diálogo encerrou-se nesse ponto. O professor ficou ansioso em saber se as alunas iriam mesmo trazer as imagens do Carro de Guerra e também algum material sobre as forças. No próximo dia da aula no laboratório de robótica, no início da aula, o professor pediu a atenção da equipe que estava com o Carro de Guerra e também dos outros alunos para que eles pudessem observar o diálogo. Segue então a continuação da atividade:

Prof. “ e aí, já têm uma resposta para nossa dúvida; o que encontraram sobre Da Vinci”?

Alunas “que ele criou várias máquinas, uma delas foi o carro de guerra, que quando os cavalos puxavam a máquina, ela girava a parte de cima e isso fazia com que as lâminas que estavam penduradas ficassem na horizontal, cortando assim as pernas dos inimigos”

Prof. “Por que as lâminas ficavam na horizontal apenas quando o carro se movimentava?”

Alunas “pensando ... por causa de uma força ... pensando ... força centrífuga é centrífuga”

Prof. “É verdade, isso ocorre devido a existência da força centrífuga que é gerada por causa do movimento da parte de cima do carro”.

O diálogo acima revela que o material de robótica proporcionou uma situação favorável para o trabalho interdisciplinar entre matemática e física através da aplicação dos conceitos de ângulo reto e de força centrífuga. Além desses componentes curriculares, o professor também falou acerca da época em que foi idealizada essa máquina. Assim, constatou-se que o material de robótica proporciona momentos de interdisciplinaridade, pois de acordo com Fazenda (1979), interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, apenas vive-se, exerce-se.

Apesar de o ambiente estar razoavelmente favorável para a prática da robótica, nesse momento, não se deve esquecer que os outros alunos da turma, estavam realizando uma tarefa de matemática na sala de aula convencional. Essa foi a maneira encontrada, pelo professor, para não os deixar ociosos. Portanto, como ressalta Luck (2001) “o estabelecimento de um trabalho de sentido interdisciplinar provoca, como toda ação a que não se está habituado, sobrecarga de trabalho [...] implica também romper hábitos e acomodações” (p. 68). Isso foi identificado diante da necessidade de dividir a turma em duas partes, uma com robótica e outra com exercícios habituais. Esse fato também aponta para a necessidade de uma mudança na forma como se estrutura a dinâmica da escola com relação aos horários dos professores.

As aulas com Robótica Educacional revelaram que esse material é uma excelente aliado na contextualização de conteúdos de matemática e física, ambas extremamente complexas no dia a dia escolar do educando. Além disso, assuntos como Renascimento e sociedade europeia do século XV e XVI emergiram nos diálogos proporcionados pelo material.

Conclusões

Com essa pesquisa identificou-se empecilhos de ordem física e pedagógica que comprometem a aplicação das aulas de robótica nessa escola. No entanto, mesmo com essas dificuldades a pesquisa revelou que os alunos se engajaram nas aulas a partir das primeiras atividades e perceberam que os kits de robótica têm excelente qualidade. Constatou-se também que o comportamento dos alunos se alterou no sentido de que todos demonstraram interesse e curiosidade pelo que estavam fazendo. Também foi identificado que o uso de Robótica Educativa, no ensino, proporciona momentos de tensão que geram curiosidade e conseqüentemente, aprendizagem significativa.

A Robótica Educacional aplicada ao estudo de matemática e física oportunizou uma situação propícia ao trabalho interdisciplinar entre estas componentes curriculares, além do diálogo sobre temas comumente abordados em História, gerando aprendizado dos conceitos de ângulo reto como também de força centrífuga. Portanto, esse recurso didático permitiu que professor e estudantes vivenciassem momentos de interdisciplinaridade. Além disso, ficou visível que os estudantes passaram a participar mais da vida escolar, o que ficou evidente através do entusiasmo na realização de pesquisa extraclasse e na participação da discussão na sala de aula. Para os professores que desenvolveram esta pesquisa, isso foi extremamente positivo e indica que a robótica além de proporcionar o envolvimento dos alunos, pode desenvolver o senso de responsabilidade e a autonomia.

Recebido em: 29/ 03/ 2018

Aprovado em: 30/ 05/ 2018

Referências

ALONSO, C. M.; GALLEGO, D. J.; HONEY, P. (2002) **Los estilos de aprendizaje:** procedimientos de diagnóstico y mejora. Madrid: Mensajero, 2002.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1938 (impressão 1996).

BRASIL Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília: MEC, 2013.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.** Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEFM, 1999.

CARVALHO, R. N.. **Ensino de matemática através da robótica:** movimento do braço mecânico. Dissertação Mestrado. Porto Velho, 2013.

- CASTILHO, M. I. **Robótica na educação: com que objetivos?** 2002. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. **Projeto de pesquisa: entenda e faça.** Petrópolis: Vozes, 2012.
- COSTA, N. M. L. Reflexões sobre tecnologias e mediação pedagógica na formação do professor de Matemática. In: BELINE, W.; COSTA, N. M. L. **Educação matemática, tecnologia e formação de professores: Algumas reflexões.** Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2010.
- FAZENDA, I. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia.** 4ª ed. São Paulo: Loyola, 1979.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 34ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- FREIRE, P.; MACEDO, D. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 1991.
- LORENZATO, S. Desafios do contemporâneo que não é novo. **Revista Educação Matemática em Foco.**V1 – n. 2 AGO/DEZ 2012.
- LUCK, H. **Pedagogia da interdisciplinaridade.** Fundamentos teórico-metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2001.
- MALIUK, K. D. **Robótica Educacional como cenário investigativo na nas aulas de Matemática.** 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- MARTINS, E. F. **Robótica na sala de aula de Matemática: os estudantes aprendem Matemática?** 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- MORAES, M. C. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos.** 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.
- MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M; MASETTO, M. M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica.** 8ª Ed. Campinas, SP: Papirus, 2009.
- MORIN, E. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios.** São Paulo: Cortez, 2002.
- PAPERT, S.. **LOGO: computadores e educação.** São Paulo: Brasiliense, 1980.
- PAPERT, S.. **A MÁQUINA DAS CRIANÇAS:** Repensando a escola na era da informática. Trad. de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PERRENOUD, F. **Dez novas competências para ensinar.** Porto alegre: Artmed, 2000.
- STEFFEN, H. H. **Robótica pedagógica na educação:** um recurso de comunicação, regulagem e cognição. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

VALENTE, J. A. Aprendizagem por computador sem ligação à rede. In: LITTO, P.; FORMIGA, M. (Orgs.). **O estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e práticas**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.