

ROBÓTICA NAS AULAS DE MATEMÁTICA DO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL E DE BAIXO CUSTO.

Educational robotics classes in high school mathematics: one educational propose and low cost.

Carlos Roberto da Silveira Júnior [profcarlos.ifg@gmail.com]
Jeovane Dias Coelho [jeovanecoelho@yahoo.com.br]
Lays Sthefanne Santos [layssthefanne@hotmail.com]

Instituto Federal de Goiás/Campus Inhumas
Av. Universitária, s/n, Vale das Goiabeiras, Inhumas, Goiás.

Resumo

Várias ferramentas tecnológicas estão disponíveis para as escolas adaptarem-se ao mundo moderno e incorporarem novos métodos de ensino que possam melhorar o processo de ensino aprendizagem e a prática da interdisciplinaridade. Uma das ferramentas que vem apresentando destaque é a robótica educacional que desperta o interesse dos alunos, uma vez que eles mesmos podem definir a estrutura física e o programa lógico do robô para competir com seus colegas em diferentes tipos de atividades. Este artigo tem como objetivo estudar, desenvolver e aplicar a robótica educacional nas aulas de matemática do ensino médio, para tanto utiliza um robô de baixo custo, baseado na arquitetura do Arduino, de *hardware* e *software* abertos, e um modelo de tutorial de robótica educacional baseado nos métodos de trabalho independente e ambiente de aprendizagem na matemática. Os resultados demonstram a relevância da robótica como ferramenta educacional.

Palavras-chave: robótica educacional, matemática, interdisciplinaridade.

Abstract

Different technological tools are available for schools to adapt to the modern world and incorporate new teaching methods that can improve the process of teaching and learning the practice of interdisciplinarity. One of the tools is showing highlight is the educational robotics, it awakens the interest of students, since it can even define the physical structure and the logical robot program to compete against their peers in different types of activities. This project aims to study, develop and implement educational robotics in high school math classes, for both uses a lower cost robot, based on the Arduino architecture, open hardware and software, and a tutorial model of educational robotics based on the methods of independent work and learning environment in mathematics. The results demonstrate the importance of robotics as an educational tool.

Key-words: educational robotics, mathematics, interdisciplinary.

Introdução

A robótica é uma área relativamente recente, caracterizada por se relacionar fortemente com as áreas de mecânica, eletrônica e computação. No geral, esta área trata de sistemas compostos por controladores programáveis que se utilizam de sensores e atuadores para realizar a interação com o ambiente (Miyagi e Villani, 2004). Atualmente é utilizada em áreas como na investigação de ambientes inóspitos, como os robôs enviados para Marte, em ações de precisão, como robôs de solda ou cirurgia médica, e na educação, como kits de robótica educacional.

Através da robótica educacional os estudantes podem explorar novas ideias e descobrir novos caminhos na aplicação de conceitos adquiridos em sala de aula e na resolução de problemas, desenvolvendo a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões (Cruz et al., 2007; Oliveira, 2007; Santos, Nascimento e Bezerra, 2010). A robótica leva o aluno a pensar na essência do problema, promovendo o estudo de conceitos multidisciplinares, estimulando a criatividade e a inteligência do educando, além de tentar motivá-lo aos estudos. O professor também deixa de ser o único e exclusivo provedor de informações para tornar-se o parceiro no processo de aprendizagem (Almeida, 2013).

Para a realização de atividades em robótica são utilizados diferentes tipos de kits comerciais, conforme os objetivos de aprendizado propostos. No entanto, os custos de projetos de robótica educacional nas escolas são bastante significativos e, por isso, presente em sua maioria apenas em escolas particulares. Uma alternativa para o desenvolvimento de robótica educacional de baixo custo é a utilização de robôs baseados na arquitetura Arduino que é de *hardware* e *software* abertos apresentando facilidade de desenvolvimento de atividades práticas de ensino (Arduino, 2014). Porém, dificilmente encontram-se modelos de atividades de ensino e aprendizagem disponíveis para orientar ou mesmo servir de exemplo para professores interessados em utilizar o Arduino em sala de aula.

O objetivo deste artigo é estudar, desenvolver e aplicar a robótica educacional nas aulas de matemática do ensino médio, para tanto utilizou-se um robô de baixo custo, baseado na arquitetura do Arduino, de *hardware* e *software* abertos, e um modelo de tutorial de robótica educacional baseado nos métodos de trabalho independente e ambiente de aprendizagem na matemática.

O uso de novas tecnologias no ensino da matemática

As habilidades que um indivíduo possui não aparecem de repente. O raciocínio se desenvolve por etapas, passando do pensamento intuitivo para o lógico; isto é, do concreto para o abstrato (Piaget, 1978). A experiência concreta se inicia com a manipulação curiosa, com o contato físico, com os sentidos. À medida que as experiências vão se acumulando, começam a surgir semelhanças e classificações, que levam à formação dos conceitos. Surge depois a capacidade de descrever, comparar, representar graficamente e, por fim, de equacionar e demonstrar.

Quando se aprende um instrumento musical é inevitável que se dedique a maior parte do tempo a exercícios mecânicos e repetitivos. Há, porém momentos de criação e interpretação, como quando se “tira” uma música nova ou se executa uma peça que já foi aprendida. Todas as aprendizagens são mais ou menos marcadas por essas duas etapas: a da pura repetição e treino e da criatividade. O que muda é a ênfase dada a cada uma delas (Neto, 2010).

Dessa forma, segundo Fagundes et al. (2005), o educador deve tornar-se um agente de transformação na vida do educando, alguém capaz de desafiar, de dispor de situações-problema a fim de que possam surgir soluções criativas e ambientes inovadores, ao invés da repetitiva erudição que decorre da memorização de ideias que não explora a criatividade nem o verdadeiro valor da ciência matemática.

As mudanças se dão de maneira cada vez mais rápida. Por isso, o professor precisa instrumentalizar-se com uma base sólida de conhecimentos, técnicas e métodos de ensino que lhe permitam crescer, adaptar-se, ser atuante (Neto, 2010). Sob este aspecto, alguns professores buscam uma aula onde os estudantes resolvam problemas concretos, estimem, testem e verifiquem os resultados obtidos e que, com essas experiências, possam aprender e se convencer que podem aprender sempre mais, apaixonando-se pela Ciência. Não aquela Ciência distante e de linguagem eruditamente complexa, que só importa a poucas pessoas, mas sim a Ciência que permite explorar, refletir, enfim, pensar (Fagundes et al., 2005).

A sociedade só poderá ser modificada por cidadãos que saibam explorar e conhecer o mundo, de propor soluções novas para os problemas, de quebrar paradigmas políticos, sociais e comerciais, o que torna ainda mais urgente as mudanças quanto ao enriquecimento do trabalho a ser desenvolvido na escola (Fagundes et al., 2005). O sistema educacional parece ter colocado à margem o potencial deste estudo na Matemática enquanto se perde exaustivas horas diante do quadro-negro, expondo conceitos importantíssimos tão próximos, porém, paradoxalmente, tão distantes dos alunos. Enquanto isso o aluno se vê cercado de equipamentos automáticos e autômatos nas indústrias e na agropecuária, nos equipamentos e instalações domésticas e, sem dúvida, no modo de vida atual, impraticável sem os mecanismos concebidos nos últimos 200 anos (Fagundes et al., 2005).

Tradicionalmente a prática mais frequente no ensino da matemática tem sido aquela em que o professor apresenta o conteúdo oralmente, partindo de definições, exemplos, demonstrações de propriedades, seguidos de exercícios de aprendizagem, fixação e aplicação, e pressupõe que o aluno aprenda pela reprodução. Assim, considera-se que uma reprodução correta é evidência de que ocorreu aprendizagem. Essa prática de ensino tem se mostrado ineficaz, pois a reprodução correta pode ser apenas uma simples indicação de que o aluno aprendeu a reproduzir alguns procedimentos mecânicos, mas não comprova que ele aprendeu o conteúdo e se é capaz de utilizá-lo em outros contextos, conectando este conhecimento com outros para produzir novas ideias e conclusões (Brasil, 1998). Segundo Piaget (2005) “toda verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída, e não simplesmente transmitida”. A aprendizagem é algo a mais, se desenvolve por influências diversas e pode resultar em conclusões interessantes e inesperadas.

Infelizmente o ensino da matemática fica quase que apenas nos níveis de conhecimento e utilização de métodos e procedimentos, isto é, o aluno aprende a terminologia e as fórmulas e treina fazer substituições para resolver problemas de rotina. A matemática fica transformada em algo rígido, acabado, chato, sem relação com o mundo real. O aluno usa apenas a memória e não desenvolve habilidades buscando extrapolar, resolver situações-problemas, raciocinar, criar. Ficam faltando elementos para seu desenvolvimento integral (Neto, 2010; Pozebon et al., 2013). Piaget (2005) destaca a relação entre o ensino da matemática e a psicologia do conhecimento:

“Muito se poder esperar, portanto da colaboração entre psicólogos e matemáticos para a elaboração de um ensino 'moderno' e não tradicional da Matemática do mesmo nome, e que consistiria em falar à criança na sua linguagem antes de lhe impor uma outra já pronta e por demais abstrata, e sobretudo levar a criança a reinventar aquilo que é capaz, ao invés de se limitar a ouvir e repetir” (Piaget, 2005, p. 16-17).

Fagundes et al. (2005) em seu trabalho conclui que é essencial criar condições de incentivo para que haja discussão e apoio, para que a sala de aula seja um espaço onde alunos e professores participem apresentando sugestões para problemas e, até mesmo, novos problemas a serem solucionados, uma vez que a escola deve ser um ambiente de autossuperação e crescimento e são nas dificuldades que exploram a capacidade de superação do aluno.

Segundo Bloom (apud Neto, 2010) planejar um curso não consiste apenas em programar o que ensinar, mas também em selecionar as experiências que deverão ser vivenciadas e as técnicas pedagógicas, mas apropriadas para o trabalho escolhido. Neto (2010) destaca outro problema sério e

de caráter mais geral das escolas ao definir os objetivos apenas em termos de conteúdo, quando o que deveria ser feito é definir objetivos no nível comportamental. Ao professor caberia selecionar atividades e conteúdos para atingir aqueles objetivos da melhoria do aluno, não apenas no aprendizado de conteúdos específicos, mas também no relacionamento com os outros alunos e professor, na ética e moral como pessoa.

Seguindo o formato atual dos objetivos das disciplinas, o processo de avaliação representa o único instrumento capaz de apontar em que direção e com que intensidade caminha o desenvolvimento do aluno. Quando os objetivos são definidos apenas em termos de conteúdos, em disciplinas da área de exatas, como a matemática, a avaliação é quase mecânica, através de provas objetivas ou testes de múltiplas escolhas. Porém se o professor utilizar atividades focadas em problemas reais, trabalhando com habilidades e redescobertas, a avaliação muda de forma e de finalidade, podendo ser feita de diversas formas, como um relatório da atividade proposta, um desafio de atividade em grupo (Neto, 2010).

O ensino dos tempos modernos vem se modificando aos poucos, de forma a introduzir novas técnicas e novos métodos com o intuito de transmitir e avaliar o conhecimento de diferentes formas, tornando assim a assimilação mais efetiva e concreta. Para isso são introduzidas ações interdisciplinares, como por exemplo, o uso de música, filmes, teatro e outras atividades extracurriculares. A tecnologia vem conquistando seu espaço de forma constante na vida do homem moderno, talvez seja até apropriado dizer que a tecnologia se impõe hoje como essencial na vida contemporânea, como tal é importante tirar a máxima vantagem dessa situação de tal modo que isso se torne um fator auxiliar no desenvolvimento do próprio homem.

Vive-se em uma sociedade onde ter competência no uso da tecnologia e desenvolvimento de atividades em grupo são elementos fundamentais para o sucesso profissional e social. Neste contexto a robótica vem para contribuir de forma eficaz no desenvolvimento destas competências. Além disso, pode ser um espaço rico de possibilidades do desenvolvimento da criatividade e apoio no desenvolvimento das habilidades do aluno, do professor e da instituição em geral (Prol, 2006). É notável o interesse dos alunos no desenvolvimento de projetos robóticos, como também o reconhecimento dos pais e alunos das instituições que buscam participar de competições, como na área de robótica.

Fagundes et al. (2005) realizou atividades de robótica em matemática envolvendo o estudo com as frações, razões, números positivos e negativos e, mais especificamente, a multiplicação nos conjuntos dos números Inteiros e Racionais. Esse trabalho foi realizado por meio da combinação de fatores de transmissão de movimento, deslocamento de objeto em função de outro com kits de robótica. Para alunos de ensino fundamental e médio já existem alguns projetos no sentido de se relacionar tecnologia e disciplinas curriculares, porém geralmente visam ligação com o computador propriamente dito, sendo mais uma aplicação mais virtual que prática, tal sistema é motivador e de grande auxílio no aprendizado, porém foge a ideia de trazer o aluno para o mundo real e prático (Pereira, 2014).

No Brasil boa parte da população já tem certa intimidade com o uso da tecnologia e assim pode a realizar boa interação com o equipamento. Isso proporciona um melhor desempenho no aprendizado, com atividades mais práticas e visuais. As vantagens oferecidas por uma atividade não só teórica mais também prática na educação de alunos do ensino fundamental e médio são: maior facilidade no desempenho de raciocínio; resposta mais convicta; organização do raciocínio lógico e alta motivação (Pereira, 2014). A robótica também desenvolve o raciocínio espacial e sinestésico do aluno, ampliando perspectivas de aprendizado, permitindo o contato real com as ideias lógicas e matemáticas desenvolvidas para solucionar o problema proposto para o robô (Gardner, 1995).

Seguindo essa abordagem, um dos objetivos explícitos para estabelecer uma nova tradição da matemática investigativa em contraste com a matemática tradicional refere-se à “autonomia intelectual”. A autonomia intelectual tem como característica a disposição dos alunos para recorrer às próprias capacidades intelectuais quando envolvidos em decisões e julgamentos matemáticos. Ela está associada a atividades de exploração e explicação, como visto em cenários para investigação (Maliuk, 2009). Segundo Piaget (2005) a experiência precisa fornecer a autonomia intelectual para que seja realmente uma experiência:

“Uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade de iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento, destituído de valor formado por falta de compreensão suficiente dos pormenores das etapas sucessivas” (Piaget, 2005, p. 17).

Pazuch, Battisti e Nehrind (2011) destacam que a investigação matemática, aliada às tecnologias, representa desafios para o professor, uma vez que podem pensar que perdem seu lugar cativo de detentor do conhecimento, mas, pelo contrário, ele entra com o aluno no desafio de encarar novas metodologias de ensino da matemática. A investigação permite ampliar as condições de percepção de características, de propriedades e relações conceituais que, muitas vezes, não são abordadas ou compreendidas através do método tradicional de ensino.

Assim, é possível ver o quanto é gratificante quando os alunos quebram a barreira criada contra a matemática, conseguindo encará-la como algo cotidiano, real, que se explora da mesma forma como se explora o mundo, e assim, comecem a perceber um significado para se gostar e para se aprender matemática.

A Robótica Educacional

A robótica educacional, robótica educativa ou robótica pedagógica é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e *softwares*, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos e que seja utilizado para o ensino de diferentes áreas do conhecimento (Almeida, 2013).

A escola, como toda instituição social, tem de dialogar com as transformações do mundo. Os processos de globalização da informação e comunicação implicam que a escola reflita sobre a finalidade e seus objetivos. A escola tem de ser uma instituição que pensa, constantemente, nos saberes do passado que precisam ser recuperados, resgatados e conservados, além de agregar o presente (Prol, 2006).

A robótica educacional ou robótica pedagógica é uma resposta à necessidade de incorporar ao processo de didático escolar uma ferramenta prática que agrega conhecimentos de diversas disciplinas curriculares, como matemática, física, lógica, dentre outras (Schons et. al., 2010). A utilização da robótica como instrumento de ensino permite aos estudantes desenvolverem a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões (Benitti et al, 2010).

A robótica educacional além de ser importante no processo de ensino-aprendizagem, também promove a interdisciplinaridade entre diferentes áreas do conhecimento, valoriza a coletividade e motiva a participação de alunos. A busca por soluções estimula o espírito investigativo, fortemente motivado pela curiosidade, e permite que o aluno extrapole os conhecimentos individuais de cada disciplina. Assim a robótica assume o papel de uma ponte de ligação interdisciplinar visando a construção do conhecimento coletivo através da aplicação com a realidade (Santos, Nascimento e Bezerra, 2010).

Um exemplo de um experimento realizado, disponível na literatura, foi a utilização do kit Lego MindStorm interagindo com o software RoboMind para estudo das coordenadas cartesianas

através do deslocamento do robô sobre um plano cartesiano desenhado sobre um mapa do estado de Santa Catarina, uma atividade interdisciplinar envolvendo conhecimentos de informática, programação, geografia e matemática (Benitti et al., 2010). Neste experimento destaca-se uma evolução no aprendizado de 13% das coordenadas geográficas e localização de cidades do estado de Santa Catarina, como também um interesse de 100% dos alunos em realizar um curso de robótica educacional.

A robótica é uma ferramenta que vem apresentando destaque educacional: os estudantes podem explorar novas ideias e descobrir novos caminhos na aplicação de conceitos adquiridos em sala de aula e na resolução de problemas, desenvolvendo a capacidade de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões (Benitti et al, 2010).

Nesse contexto, a robótica educacional ganha força por se tratar da aplicação da robótica na área pedagógica, com o objetivo de disponibilizar aos alunos a oportunidade de criar soluções voltadas ao mundo real, de forma a possibilitar o aprendizado dinâmico e estimulante (Santos, Nascimento e Bezerra, 2010).

A aprendizagem é favorecida por ser construída e vivenciada, pois estimula a capacidade de autoavaliação de seu aprendizado, desenvolve a perseverança para enfrentar os desafios apresentados pela situação do problema, possibilita aprender a observar, a escutar e a relacionar suas próprias opiniões com as dos demais participantes do grupo, aprender a ajudar e a se deixar ajudar, construindo sua autonomia intelectual e moral (Prol, 2006).

Metodologia

Visando o desenvolvimento de atividades de robótica educacional para aplicação em aulas da disciplina de matemática, com a utilização de um robô desenvolvido baseado em arquitetura aberta, foi proposta uma metodologia de desenvolvimento do projeto em três etapas.

Na primeira etapa do projeto foram realizados estudos e testes em dois diferentes kits robóticos educacionais comerciais que são utilizados em robótica educacional: Lego MindStorm e Boe-bot. Posteriormente fez-se uma análise comparativa com o robô Arduino, apresentando suas vantagens e desvantagens. O estudo compreendia: a análise da ferramenta de programação; o estudo e programação do controlador, sensores e atuadores de cada robô; o custo e desempenho.

Na segunda etapa foi feita uma revisão bibliográfica relacionada ao uso de robótica educacional no ensino médio nas salas de aula como ferramenta interdisciplinar de ensino. Bem como uma revisão bibliográfica e estudo para definição do modelo de tutorial de robótica educacional para o ensino de matemática. Baseado nesses estudos foi definida a estrutura de um modelo de programa de aulas práticas e como exemplo da aplicação do modelo foi desenvolvida, e aplicada, uma atividade sobre funções de primeiro grau.

Na terceira etapa foi realizada a aplicação dessas atividades em sala de aula, com apoio do professor da disciplina, a partir do modelo desenvolvido na segunda etapa. Para tanto o professor conheceu com antecedência as atividades que seriam realizadas de forma que pudesse contribuir com o tutorial, bem como tirar suas dúvidas sobre a ferramenta de robótica.

Analisando os robôs que poderiam ser utilizados, avaliou-se características importantes para o desenvolvimento de aplicações, como custo, estrutura física, sensores e atuadores, programação, material didático disponível e tempo para aprendizagem. Foram avaliados os kits Lego Mindstorm, Boe-bot e a alternativa com o kit Arduino.

O Lego Mindstorm é um excelente kit, pois contém um software bastante didático e de fácil compreensão e manuseio, sua programação é em blocos, seus sensores e motores são em módulos de forma que a montagem e programação se tornam bastante atrativas. O seu custo é elevado, no entanto,

apresenta significativa liberdade de montagem de estruturas mecânicas devido à grande quantidade de peças (Lego Groups, 2014). O kit é bastante utilizado em competições de ensino fundamental e médio de nível nacional e internacional. Entretanto, quando se dispõe de pouco tempo para o desenvolvimento das atividades em sala de aula, a montagem da estrutura mecânica pode se tornar um problema, uma vez que consome um bom tempo para ser realizada.

O kit Boe-bot apresenta todo o material didático em inglês, o que dificulta na compreensão rápida de como manuseá-lo. Não é difícil para programar, pois a linguagem de programação é em Basic, em linhas de comando, mas seu custo é mediano e o equipamento deve ser importado, pois não existe representante no Brasil. Outra desvantagem é que todos os sensores devem ser montados em circuitos eletrônicos, o que necessita de certo conhecimento de eletrônica. Isso representa uma abordagem interessante, pois amplia o aprendizado do aluno, mas aumenta o tempo de aprendizagem de utilização da ferramenta (Parallax, 2014).

Já o kit Arduino, desenvolvido em projetos anteriores de iniciação científica, representa um kit de baixo custo e fácil aquisição. Utiliza a arquitetura Arduino que possui hardware e software abertos. Possui vastas bibliotecas, que facilitam o uso de diferentes sensores e atuadores, além de fóruns que auxiliam no estudo e desenvolvimento de atividades (Arduino, 2014). No entanto, existem poucos trabalhos acadêmicos que utilizaram o Arduino em sala de aula. O robô Arduino proposto agrega características do robô da Lego, como sensores e atuadores montados em módulos, e características do robô Boe-bot, como a estrutura mecânica fixa. Tais características juntas causam menor liberdade de montagem, no entanto, proporcionam uma diminuição do tempo de aprendizagem para desenvolvimento de atividades com o robô. Isso representa uma vantagem quando o tempo disponível para a realização das atividades em laboratório é pequeno, que é uma realidade presente nas escolas.

A linguagem de programação do Arduino mais utilizada é a IDE Arduino em linguagem C, com o uso de linhas de comando, sendo possível desenvolver rotinas de ações básicas do robô, simplificando a sua utilização (Arduino, 2014). Existem ferramentas que permitem a utilização de uma linguagem em blocos para executar a programação, que é uma linguagem mais acessível para leigos, no entanto, apresenta limitações que podem comprometer o aprendizado dos alunos como a dificuldade de passagem de variáveis para as rotinas e a manipulação dos blocos no ambiente de desenvolvimento (Ardublock, 2014). O robô possui sensores e atuadores montados em módulos que podem ser conectados ao controlador de forma simples (Silveira, Veiga e Muller, 2010).

A tabela 1 apresenta uma comparação entre as alternativas avaliadas. Verifica-se que o robô Arduino apresenta como vantagens um custo relativamente baixo comparado com as alternativas, possui sensores e atuadores em formato modular. Devido o propósito de baixo custo, a estrutura física é fixa, não permitindo alterações em sua estrutura, mas permite ajustes da posição dos sensores. Como desvantagens o robô Arduino ainda não possui material didático disponível e a programação é em linhas de comando.

Tabela 1 – Comparação entre hardwares para robótica educacional.

CARACTERÍSTICAS	LEGO MINDSTORM	BOE-BOT	ARDUINO
CUSTO	R\$ 2.000,00	R\$ 800,00	R\$ 200,00
ESTRUTURA MECÂNICA	Liberdade de montagem com peças plásticas diversas.	Estrutura fixa	Estrutura fixa
SENSORES E ATUADORES	Modulares	Circuitos eletrônicos	Modulares

PROGRAMAÇÃO	Blocos	Linha de código	Linha de código em Blocos
TEMPO MÉDIO DE MONTAGEM E APRENDIZAGEM	4 horas	2 horas	0,2 horas
MATERIAL DIDÁTICO	Muito bom	Bom, mas em inglês	Em desenvolvimento

Fonte: próprio autor.

A metodologia de desenvolvimento do modelo de tutorial de robótica educacional foi baseada no método de trabalho independente apresentado por Libâneo (2004) e na matriz de ambientes de aprendizagem de Skovsmose (2001; 2008) apresentadas abaixo.

O método de trabalho independente dos alunos consiste de tarefas, dirigidas e orientadas pelo professor, para que os alunos a resolvam de modo relativamente independente e criador. O trabalho independente pressupõe determinados conhecimentos, compreensão da tarefa e do seu objetivo, o domínio do método de solução, de modo que os alunos possam aplicar conhecimento e habilidades sem a orientação direta do professor (Libâneo, 2004).

O trabalho independente pode ser adotado em qualquer momento da sequência da unidade didática ou aula, como tarefa preparatória, tarefa de assimilação do conteúdo ou como tarefa de elaboração pessoal. Para que o trabalho independente cumpra a sua função didática são necessárias condições prévias. O professor precisa, segundo Libâneo (2004): a) dar tarefas claras, compreensíveis e adequadas à altura dos conhecimentos e da capacidade de raciocínio dos alunos; b) assegurar condições de trabalho (local, silêncio, material disponível, etc.); c) acompanhar de perto, às vezes individualmente, o trabalho; d) aproveitar os resultados das tarefas para toda a classe. Já os alunos, por sua vez, devem: a) saber precisamente o que fazer e como trabalhar, para tanto devem receber treinamentos ou conhecimentos prévios às atividades; b) dominar as técnicas do trabalho e desenvolver atividades de ajuda mútua não apenas para assegurar o clima de trabalho na classe, c) mas também para pedir ou receber auxílio dos colegas, interagindo com os outros para desenvolver uma melhor solução ao problema.

Skovsmose (2001) propõe, através de uma matriz, ambientes de aprendizagem: o paradigma do exercício e cenários para investigação. O paradigma do exercício está relacionado à resolução de exercícios aplicando técnicas matemáticas pré-determinadas esperando-se sempre uma única resposta sem realizar uma interação com o problema (Maliuk, 2009). O cenário para investigação possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão em seu alcance. Assim os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos bem como ampliar a visão que têm dos problemas, da matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança (Brasil, 1998).

Os ambientes de aprendizagem de matemática, segundo Skovsmose (2001; 2008), são divididos no paradigma do exercício e no cenário para investigação. O paradigma do exercício representa o método tradicional de ensino da matemática, a resolução de exercícios formulados por uma autoridade externa à sala de aula e que apresentam apenas um método de resolução e apenas uma resposta correta. Já o cenário de investigação oferece recursos para que o aluno realize investigações sobre o exercício, permite o desenvolvimento da matemática crítica pelo aluno, é um convite à reflexão e ao exercício da matemática crítica.

Segundo Skovsmose (2001; 2008) os ambientes de aprendizagem de matemática se subdividem em: a) referências à matemática pura, como a resolução de equações matemáticas sem

nenhuma correlação de aplicação; b) referências à semi-realidade, que apresenta o contexto do problema, no entanto ele não interfere na resolução do exercício, como exercícios de enunciados superficiais em que detalhes não são levados em conta; etc) referências à realidade, onde se utilizam de dados reais para a investigação do problema e resolução de exercícios, faz uso de dados reais como tabelas e gráficos. Cada ambiente de aprendizagem tem sua relevância no processo de aprendizagem, no entanto, é preciso que se alterne entre eles, que sejam trabalhados de forma a ampliar o aprendizado e perspectivas de visão crítica da matemática.

Material

O kit é baseado no controlador da família Arduino, que é de arquitetura aberta, ou seja, possui hardware e software gratuitos (Arduino, 2014). O kit robótico Arduino trata de um robô de baixo custo e de grande flexibilidade, pois pode ser montado de acordo com necessidades da atividade proposta. Os sensores são modulares e sua configuração e disposição podem ser alteradas com facilidade. Para cada tipo de atividade desenvolvida podem ser criadas rotinas que o aluno pode utilizar para desenvolver o seu próprio programa, isso garante foco no aprendizado e facilidade de controle do tempo de execução das tarefas. A Fig. 1 apresenta o kit robótico desenvolvido e a visão dos seus componentes.

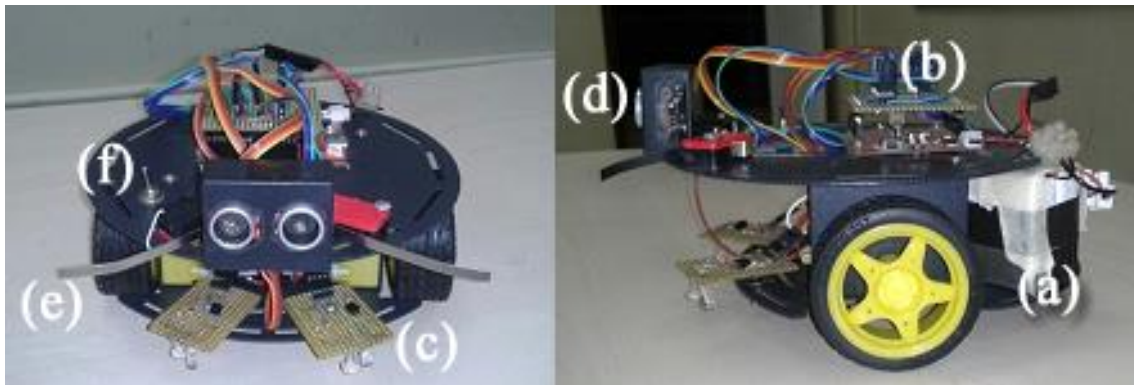


Figura 1: Robô de baixo custo. Sendo (a) bateria, (b) placa controladora, (c) sensor de luminosidade, (d) sensor de ultrassom, (e) sensor de toque, (f) chave liga-desliga.

Definiu-se, um modelo de tutorial para atividades de robótica educacional, tomando como exemplo uma aplicação na área de matemática. Escolheu-se tópicos de funções de 1º grau (Iezzi e Murakami, 2004) utilizando o robô para a compreensão e resolução da atividade. Selecionaram-se exercícios de funções e dividiu-se em duas listas de atividades para serem aplicadas nas aulas de matemática do ensino médio.

O modelo de tutorial proposto é dividido em duas atividades para serem aplicadas em 2 aulas de 45 minutos cada. A lista de atividades traz as questões de atividades propostas e, após cada uma delas, questões avaliativas, para que o aluno possa expressar sua opinião. Após a realização da lista de atividades os alunos preenchem uma ficha de avaliação geral em que relatam sua experiência através de comentários e opiniões sobre a robótica educacional. Essa ficha permite compreender melhor o processo de aprendizagem do aluno e seu interesse em relação ao desenvolvimento das atividades.

De um modo geral, a primeira atividade foi dividida em três etapas sequenciais: 1) apresentar aos alunos conceitos teóricos e práticos de robótica, como conceitos de hardware (placa controladora, sensores, atuadores, aplicações) e software (programação, rotinas, bibliotecas, funções básicas); 2) propor ao aluno resolver problemas simples que faça uso das rotinas que serão utilizadas na próxima atividade com o robô. Essa atividade permite ao aluno conhecer na prática os conceitos de robótica apresentados, representa a etapa de aprendizagem de uso da ferramenta, consumindo diferentes tempos de aprendizado para grupos de alunos; 3) revisão e discussão sobre os conceitos teóricos do

assunto de ciências abordado nas atividades de forma a equalizar o conhecimento dos alunos, preparando-os para a próxima atividade.

Essas rotinas podem ser desenvolvidas, com um pouco de estudo, pelo próprio professor da disciplina, uma vez que a linguagem e ambiente de programação do Arduino são fáceis de serem utilizados possuindo bastante recurso na internet (Arduino, 2014).

Na segunda atividade são realizadas tarefas em que o assunto de ciências pode ser então aplicado na prática, conceitos básicos do assunto abordado podem ser desenvolvidos em atividades práticas. Para tanto é necessário que o aluno tenha conhecimento das rotinas que poderão ser utilizadas para desenvolvimento da atividade e das grandezas utilizadas para os parâmetros das rotinas como, por exemplo, o tempo em segundos e a distância em metros. A Figura 2 apresenta um diagrama básico da sequência de atividades do modelo.

Esse modelo faz uso do método de trabalho independente apresentado por Libâneo (2004), ao permitir, inicialmente, na Atividade 1, a fundamentação teórica do aluno através do prévio ensino dos conceitos teóricos e práticos de robótica e revisão de conceitos teóricos do assunto da ciência abordada e, posteriormente, na Atividade 2, através do desenvolvimento de exercícios práticos em grupo.

As atividades propostas podem ser classificadas, segundo Skovsmose (2001; 2008), na Atividade 1, como ambientes de aprendizagem de matemática fazendo uso do paradigma do exercício, com referência à matemática pura, ao propor a revisão de conceitos teóricos do assunto abordado, fazendo uso de exercícios simples. Na Atividade 2, pode-se classificar como um ambiente de aprendizagem de matemática com cenário de investigação, com referência à semi-realidade ou realidade, uma vez que o robô é uma ferramenta de ensino real, similar a um veículo, no entanto, programável. Mesmo que o professor já tenha definido, *a priori*, os exercícios, a investigação matemática, aliada ao uso da robótica, não pré-determina as interações que se estabelecem entre os autores do processo de aprendizagem.

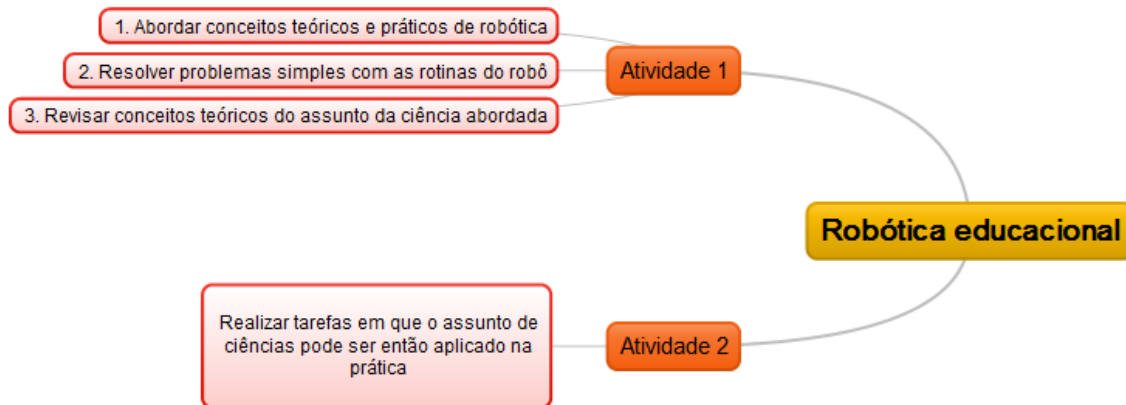


Figura 2 – Sequência de atividades do modelo.

Como exemplo prático de tutorial, baseado no modelo, propôs-se o estudo de funções do 1º grau. Os exercícios foram adaptados para o robô Arduino utilizado no experimento (Oliveira, 2007). A primeira atividade teve como objetivo introduzir conceitos teóricos e práticos para que os alunos pudessem conhecer melhor o robô e ter uma introdução sobre a matéria de funções. Nas duas primeiras questões, os alunos devem interpretar o problema e fazer o robô realizar o trajeto pré-determinado. Assim, os alunos desenvolvem o raciocínio lógico de como programar o robô e ter visão de como é o seu comportamento diante da programação realizada. Na terceira questão o aluno aplica seus conhecimentos de função de 1º grau para interpretar um gráfico de relação deslocamento e tempo.

As atividades fazem uso de rotinas pré-definidas para o funcionamento do robô, com nomes sugestivos à compreensão de suas ações, isso facilita a programação e diminui o tempo de aprendizagem para utilização do robô, rotinas como: *andarFrente()*, *andarAtras()*, *girarDireita()*, *girarEsquerda()*, *parar()*, *ligarApito()*, *desligarApito()* e *delay(tempo)*. Cada um dos comandos realiza a ação conforme o próprio nome já expressa, por exemplo, o comando *andarFrente()* faz o robô andar para frente até receber outro comando de deslocamento. O comando *delay(tempo)* faz com que o robô aguarde o *tempo*, em milissegundos, para poder executar outro comando. O código fonte de cada função foi programado anteriormente e repassado para os alunos. O aluno não precisa necessariamente compreender as rotinas, uma vez que ele apenas fará uso delas e não necessita alterá-las durante o uso. Como exemplo o quadro 1 apresenta o código fonte da rotina *andarFrente()*.

Quadro 1 – Rotina pré-definida de andar para frente.

```
void andarFrente(){
    digitalWrite(pinI1, HIGH);
    digitalWrite(pinI2, LOW);
    digitalWrite(pinI3, LOW);
    digitalWrite(pinI4, HIGH);
    analogWrite(pinEA, 160);
    analogWrite(pinEB, 168);
}
```

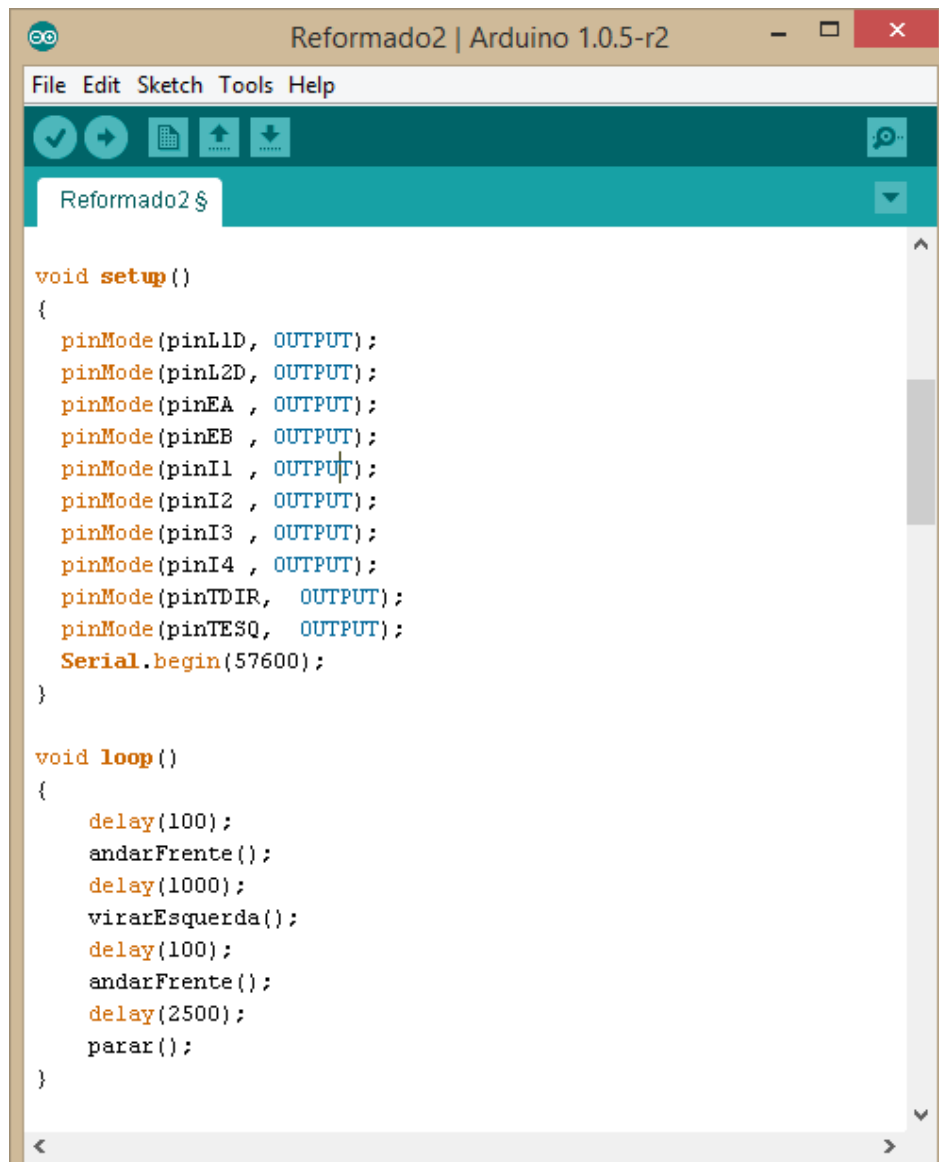
Dessa forma o tempo de aprendizado necessário para ambientação com a programação do robô é menor, comparado à metodologia em que o aluno deve desenvolver todas as rotinas necessárias para a aplicação. Isso é interessante devido ao pouco tempo disponível que se tem para a realização de atividades de laboratório. A robótica é vista aqui como uma ferramenta para aprendizado da ciência abordada, o maior tempo das atividades será utilizado na resolução dos exercícios e desenvolvimento do aprendizado do aluno.

Para utilização do robô também é necessário a introdução de conceitos básicos de programação como laços de repetição e rotinas. Esses conceitos representam uma novidade para os alunos e, aparentemente, pode significar dificuldade de desenvolvimento da proposta de aula, no entanto, percebe-se que os alunos se mostram interessados e motivados a conhecer o ambiente de programação e suas possibilidades.

A Fig. 3 apresenta a tela do ambiente de programação IDE Arduino utilizada para o desenvolvimento da atividade. Na tela pode-se ver as rotinas principais de programação o *setup()*, que tem como função a configuração inicial do robô, e o *loop()*, que é a rotina onde o aluno insere os comandos de execução do robô. A sequência de comandos da rotina *loop()* representa a sequência de comandos que o robô realizará, depois que o programa é gravado no robô.

Para utilização do robô também é necessário a introdução de conceitos básicos de programação como laços de repetição e rotinas. No entanto, os conceitos básicos de robótica (programação e arquitetura) não foram inseridos no tutorial sobre funções por se pensar que cada kit robótico tem suas características e especificidades. Tais conceitos foram apresentados aos alunos através de slides antes do início da execução das atividades.

A segunda atividade estava relacionada à interpretação de funções de 1º grau e suas características, composta de 9 questões. No desenvolvimento dessa atividade os alunos compreendem melhor o comportamento de uma função, suas características em relação espaço e tempo, e interpretação do gráfico representativo de uma função.



```

Reformado2 | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
Reformado2 $
void setup()
{
  pinMode(pinL1D, OUTPUT);
  pinMode(pinL2D, OUTPUT);
  pinMode(pinEA, OUTPUT);
  pinMode(pinEB, OUTPUT);
  pinMode(pinI1, OUTPUT);
  pinMode(pinI2, OUTPUT);
  pinMode(pinI3, OUTPUT);
  pinMode(pinI4, OUTPUT);
  pinMode(pinTDIR, OUTPUT);
  pinMode(pinTESQ, OUTPUT);
  Serial.begin(57600);
}

void loop()
{
  delay(100);
  andarFrente();
  delay(1000);
  virarEsquerda();
  delay(100);
  andarFrente();
  delay(2500);
  parar();
}

```

Figura 3 – Tela da interface de programação IDE Arduino.

Resultados

As atividades foram aplicadas em uma turma de 12 alunos, formada por alunos do terceiro e segundo anos do ensino médio de escolas públicas da região de Inhumas, do estado de Goiás. As listas de atividades e avaliação estão disponíveis no Google Docs (em <https://drive.google.com/drive/folders/0Bwt2V5pYhKVOSkphNIEzcEIwSVk?usp=sharing>) bem como ao final deste artigo.

Os alunos ao verem os robôs, antes mesmo de começar a conhecer a ferramenta, demonstraram um interesse maior na aula e estavam bastante curiosos. O professor já havia introduzido o conteúdo de funções e estava fazendo exercícios em sala, foi então que se apresentou a lista de atividades propostas. Na Fig. 4 apresenta-se os alunos conhecendo o robô e a interface de software Arduino, utilizada para programação do robô. Já na Fig. 5 alunos estão desenvolvendo as atividades propostas no computador e programando o robô para realização de testes do programa. Nestes testes, no lugar do sensor de ultrassom, o robô está com uma haste que sustenta uma bússola, no entanto, nenhum dos dois sensores foram utilizados nessas atividades propostas.



Figura 4 – Alunos conhecendo o robô e a interface de software Arduino.



Figura 5 – Alunos desenvolvendo as atividades no computador.

Nas atividades foi utilizado apenas um robô e os alunos foram divididos em quatro grupos de três alunos. Durante o desenvolvimento de atividades práticas com o robô cada grupo tinha à disposição 5 minutos com o robô para realizar testes das suas rotinas, dessa forma, enquanto um grupo testava a rotina desenvolvida os outros grupos estavam aprimorando as suas rotinas.

A seguir são apresentados os resultados, e uma análise complementar, das atividades desenvolvidas pelos alunos em sala de aula.

Atividade 1

A atividade teve como objetivo permitir que os alunos compreendessem o processo de utilização da robótica educacional em sala de aula: programar o robô, verificar a execução, analisar o comportamento, corrigir os erros e realizar novos testes até que consigam executar as atividades.

Inicialmente a arquitetura do robô foi apresentada aos alunos. As questões abordadas nessa atividade foram: 1) deslocamento do robô; 2) trajetória do robô; 3) análise gráfica. Analisando os

resultados o gráfico representa as respostas da pergunta “Você conseguiu fazer a atividade?”, para cada questão desenvolvida.

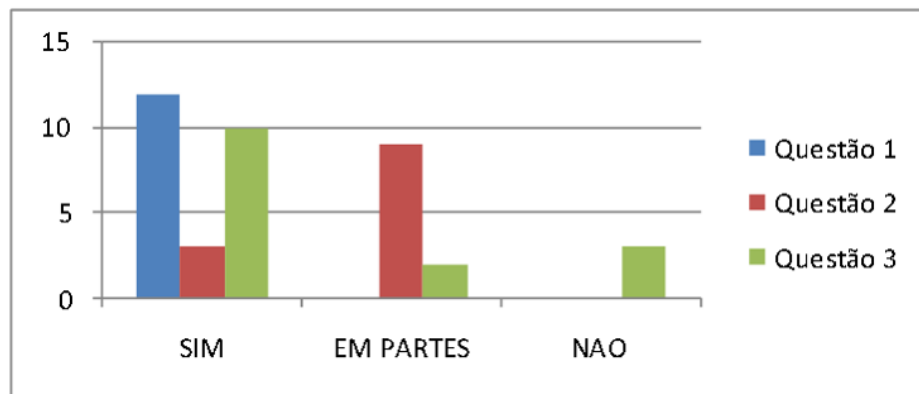


Gráfico 1 – Análise das respostas sobre a primeira lista de exercícios.

A segunda questão foi uma ação mais desafiadora, por isso foi avaliada pelos alunos como solucionada em partes, pois eles consideraram que o tempo utilizado para responder essa questão deveria ser maior. Isso reflete que o aluno ainda não conhecia bem a proposta da robótica educacional que é a apresentação de propostas desafiadoras e que consomem tempo significativo para serem solucionadas. O aluno se acostuma a resolver exercícios teóricos que consomem pouco tempo e, quando precisam responder uma questão mais complexa ou desafiadora, pensam que o tempo gasto foi muito maior, mas, na verdade, é o processo de aprendizagem que está acontecendo no tempo necessário para aquele grupo de alunos.

Após o processo de aprendizagem realizado na resolução da questão 2 o aluno apresentou maior facilidade para resolução da questão 3, que está relacionada a interpretação de gráficos de função de 1º grau, refletindo que o aprendizado anterior ajudou na resolução da questão 3. Alguns alunos (25% da amostra) responderam que não conseguiram responder a atividade, o que refletiu a dificuldade em matemática, mas não em robótica, uma vez que esses mesmos alunos conseguiram responder as questões anteriores. Para a resolução era necessário conhecimento do Teorema de Pitágoras para calcular o tempo a ser utilizado no deslocamento do robô na hipotenusa do triângulo retângulo, com esse conhecimento explanado aos alunos puderam então desenvolver a atividade com mais segurança.

Na questão 4, em que o aluno deveria desenhar o gráfico resultante da ação do movimento pré-programado do robô, foi identificada uma dificuldade na compreensão da aplicação dos eixos cartesianos e da relação do tempo e da distância percorrida pelo robô – a análise errada por parte da maioria dos alunos foi feita imaginando um mapa geográfico plano onde os eixos coordenados da função seriam latitude e longitude.

Isso demonstra que a robótica educacional permite não só ampliar o aprendizado do aluno, mas também, auxiliar o professor a identificar, nas explicações de conceitos teóricos dadas em sala de aula, limitações que resultam na dificuldade de desenvolver as atividades propostas, que podem fornecer pistas importantes sobre suas reais capacidades de assimilação e compreensão dos conteúdos (La Taille, 1997). Dessa forma, é preciso que o professor se abra para uma visão reflexiva sobre o método tradicional de ensino poder ser limitador da compreensão do aluno de alguns conceitos matemáticos na prática, em uma atividade de investigação. Como descrito por La Taille (1997):

“Deve-se sempre partir do que a pessoa sabe ou pensa saber para que aprenda e se desenvolva. Fazer de conta que ela nada pensa, de que ela nada sabe, não somente a humilha como a leva a confundir aquilo que, por conta própria, elaborou com o que lhe é ensinado” (La Taille, 1997, p. 31).

Atividade 2

Essa atividade teve como objetivo a compreensão dos fundamentos de uma equação de 1º grau e conceitos como relação espaço x tempo e representação gráfica, onde o aluno utilizará o robô como seu aliado para resolver as atividades, compreendendo o conteúdo mais facilmente. Para análise dos resultados a lista foi aplicada para os mesmos alunos. As respostas para pergunta avaliativa: “Você conseguiu fazer a atividade?” foram 67% para Sim e 33% para Não. Os alunos demonstraram melhor compreensão da teoria de funções, levantaram debates e solucionaram suas dúvidas.

Avaliação Final

A avaliação geral foi feita pelos alunos que fizeram as duas listas de exercícios. A primeira questão perguntava se o aprendizado sobre funções utilizando a robótica ficou mais interessante, tendo como resultados: 14% responderam não porque achavam que o conteúdo de matemática e robótica era complexo para serem executados juntos; 14% responderam em partes, porque ele não se lembrava muito bem da matéria de funções; os outros 72% responderam sim e seus comentários foram de satisfação e motivação pela experiência.

Na segunda questão da avaliação geral foi questionado se o aluno considerava que a robótica podia ser uma aliada no aprendizado, todos os alunos (100% da amostra) responderam que sim, e argumentaram que foi bom poder ver o robô executando o que estava apenas em teoria. Isso confirma que a utilização de ferramentas tecnológicas no ensino aumenta o interesse do aluno no aprendizado, o que permite criar propostas de atividades mais desafiadoras.

Na última questão, deveria se marcar os itens de quais vantagens que o aluno enxergava utilizando robótica, podendo ser marcado mais de um item: 72% responderam facilidade na resolução do exercício, 72% marcaram a vantagem de ter melhor visão do que é pedido na questão, 43% responderam que fica mais fácil a compreensão do conteúdo, 72% que a matéria de funções ficou mais interessante, sendo que 43% marcaram todas as opções. Analisando as respostas percebe-se que os alunos conseguiram entender a matéria e visualizá-la no mundo real, através da robótica educacional, além de adquirir maior interesse em aprender matemática e na utilização da robótica como seu aliado no aprendizado.

Conclusão

A robótica educativa, com o uso de um robô de baixo custo, pode ser uma ferramenta de auxílio ao ensino capaz de mudar estatísticas na qualidade de educação. Este trabalho apresentou resultados relacionados à utilização de um robô, baseado na arquitetura Arduino, na disciplina de matemática. Os resultados demonstraram que a robótica educacional desperta o interesse dos alunos na solução de desafios, torna o conteúdo mais interessante e facilita a compreensão dos conteúdos vistos em sala de aula, que aparentemente parece não ter vínculo com o meio em que se vive.

Os métodos de trabalho independente de Libâneo (2004) e ambientes de aprendizagem de matemática, com referências à realidade, de Skovsmose (2001; 2008), fornecem maior sustentação ao modelo proposto de atividades experimentais para robótica educacional. O tutorial sobre funções do 1º grau permitiu que os alunos não só tivessem uma experiência real de investigação, mas se sentissem provocados a buscar melhor compreensão da teoria. É importante destacar que os diferentes ambientes de aprendizagem, apresentados por Skovsmose (2001; 2008), tem sua relevância no processo de aprendizagem, e a alternância entre os métodos possibilita ampliar o aprendizado e perspectivas de visão crítica da matemática.

O uso de um cenário para investigação baseado em robótica educacional gerou maior interesse do aluno na compreensão da teoria e na investigação do exercício, demonstrando que a robótica pode

ser uma ferramenta auxiliar para atividades investigativas em laboratório. A utilização de um robô com estrutura física e rotinas pré-concebidas permitiu o desenvolvimento das atividades no tempo estipulado, demonstrando que a robótica pode ser uma ferramenta capaz de se adequar ao tempo disponível pelos professores na realização de atividades de laboratório.

As atividades permitiram identificar dificuldades de aprendizagem dos alunos, o que sugere ao professor reforçar o conteúdo no momento que perceber essa dificuldade, bem como propor atividades que provoquem o aluno a buscar se aprofundar nos conceitos teóricos para resolver os problemas propostos.

O robô de baixo custo permite a adaptação para as atividades em sala de aula conforme as necessidades de cada área explorada. Podem-se citar algumas atividades interessantes em outras áreas de estudo, como: a) na física, no estudo de conceitos de força, pode-se utilizar o robô para carregar e arrastar pesos, bastando para isso criar rotinas de controle de velocidade do robô; b) na geografia, no estudo de conceitos de posição e direção, pode-se utilizar uma bússola digital e desenvolver rotinas de direcionamento dos pontos cardeais e colaterais; c) na química, no estudo de conceitos de gases e seus efeitos, pode-se utilizar um sensor de gás (fumaça, álcool ou butano), desenvolver sua rotina de controle, e propor uma atividade em que o robô deve deslocar procurando a fonte de gás e sinalizar o problema.

Referências

- Almeida, Maria A (2007). Possibilidades da robótica educacional para a educação matemática. Acesso em 26 jun., 2014, <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/363-4.pdf>.
- Ardublock. Acesso em 19 abr., 2017, <http://blog.ardublock.com/>.
- Arduino. Acesso em 19 abr., 2017, <http://www.arduino.cc>.
- Benitti, Fabiane Barreto Vavassori; Vahldick, Adilson; Urban, Diego Leonardo; Krueger, Matheus Luan E Halma, Arvid (2009). Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. Anais do WIE 2009. Universidade Regional de Blumenau (FURB), 2009. Acesso em 19 abr., 2017, <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2166/1932>.
- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental (1998). Brasília: MEC / SEE. Acesso em 19 abr., 2017, <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>.
- Cruz, Márcia Elena. Jochims Kniphoff.; Lux, Beatriz.; Haetinger, Werner.; Engelmann, Emíldio Henrique; Horn, Fabiano (2007). Formação Prática do Licenciando em Computação para Trabalho com Robótica Educativa. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, São Paulo, 2007. Acesso em 17 abr., 2017, <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2007.340-349>.
- Fagundes, Carlos Artur Nepomuceno; Pompemayer, Eduardo Meliga; Basso, Marcos Vinícius de Azevedo e Jardim, Ricardo. Folchini (2005). Aprendendo Matemática com Robótica. Novas Tecnologias na Educação. Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação. v. 3 (2).
- Gardner, Howard (1995). Inteligências Múltiplas: A teoria na prática. Trad. Veronese, Maria Adriana Veríssimo. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Iezzi, Gelson e Murakami, Carlos (2004). Fundamentos de Matemática Elementar. vol. 1, 8ª ed. São Paulo, Brasil: Atual.

La Taille, Yves de (1997). O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, J. G. Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo, Brasil: Summus.

Lego Groups. Lego Home. Acesso em 19 abr., 2017, <http://mindstorms.lego.com>.

Libâneo, José Carlos (2004). Didática. Coleção Magistério. 2º grau. Série formação do professor. São Paulo, Brasil: Cortez.

Maliuk, Karina Disconsi (2009). Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática. Dissertação de Mestrado. Instituto de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Miyagi, Paulo Eigi e Villani, Emilia (2004). Mecatrônica como solução de automação. Revista Ciências Exatas, São José dos Campos. Acesso em 19 abr., 2017, <http://revistas.unitau.br/ojs-2.2/index.php/exatas/article/viewFile/328/518>.

Neto, Ernesto Rosa (2010). Didática da Matemática. Ed. Ática. 12ª ed. São Paulo, Brasil.

Oliveira, Rui (2007). A robótica na aprendizagem da matemática: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade. Dissertação. Universidade da Madeira, Madeira, Portugal.

Parallax. The Boe-bot Robot. Acesso em 19 abr., 2017, <http://www.parallax.com/go/boeobot>.

Pazuch, Vinicius; Battisti, Isabel Koutermann e Nehring, Cátia Maria (2011). Contribuições da investigação matemática para o processo de ensinar e aprender matemática com tecnologia da informação. Experiências em ensino de ciências. v. 6 (3), pp. 54 – 62.

Pereira, Regina Coeli Barbosa; Pereira, Rosilene de Oliveira e Carrão, Eduardo Vitor Miranda. A Informática Educativa: Professor, aluno e os problemas escolares no ensino-aprendizagem. Acesso em 19 abr., 2017, <http://www.ecsbdefesa.com.br/fts/INFOEDU.pdf>.

Piaget, Jean (1978). Seis estudos de psicologia. 9ª ed. Rio de Janeiro, Brasil: Forense-Universitária.

Piaget, Jean (2005). Para onde vai a educação. 17ª ed. Rio de Janeiro, Brasil: José Olympio.

Pozebon, Simone; Lopes, Anemari Roesler Luersen Vieira; Fraga, Laura Pippi e Hundertmarck, Jucilene (2013). A formação de futuros professores dos anos iniciais do fundamental: uma discussão a partir de uma atividade de ensino de geometria. Experiências em Ensino de Ciências. v. 8 (3).

Prol, Lyselene Candalalf Alcântara (2006). Diferentes materiais para uso na robótica educacional: A diversidade que pode promover o desenvolvimento de diferentes competências e habilidades. 1. ed. São Paulo, Brasil. Acesso em 19 abr., 2017, <http://www.educacional.com.br/downloadlivros/livro1/Tomo5b.pdf>.

Santos, Franklin. Lima; Nascimento, Flávia Maristela S. e Bezerra, Romildo. M. S. (2010). REDUC: A robótica Educacional como abordagem de baixo custo para o ensino de computação em cursos técnicos e tecnólogos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Salvador. WIE 2010. Acesso em 19 abr., 2017, http://www.inf.pucminas.br/sbc2010/anais/pdf/wie/st06_02.pdf.

Schons, Claudiane; Primaz, Érica e Wirth, Grazieli de Andrade Pozo (2010). Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem. Acesso em 19 abr., 2017, <https://www.yumpu.com/pt/document/view/3530407/introducao-a-robotica-educativa-na-instituicao-escolar-para>.

Skovsmose, Ole (2008). Desafios da reflexão em educação matemática crítica. Campinas, Brasil: Papyrus.

Skovsmose, Ole (2001). Educação matemática crítica: a questão da democracia. Coleção perspectivas em educação matemática. Campinas, Brasil: Papyrus.

Atividade de Robótica educacional I – Funções

Questão 1. O robô terá de andar 5 segundos para a frente, parar, virar para a esquerda e andar mais 5 segundos e por fim, emitir um sinal sonoro.

Avaliação da questão 1

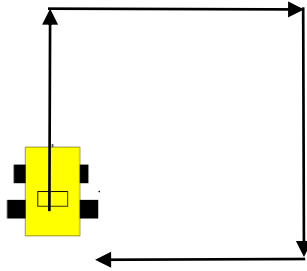
I) Você conseguiu resolver a atividade?

Sim Em partes Não.

Comente: _____

II) Considera a atividade: Muito Fácil Fácil Intermediária Difícil

Questão 2. Faça o robô realizar uma trajetória em forma de quadrado.



Avaliação da questão 2

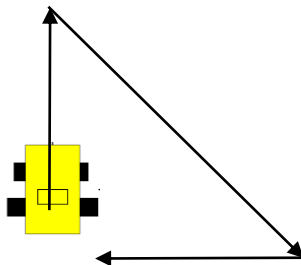
I) Você conseguiu resolver a atividade?

Sim Em partes Não.

Comente: _____

II) Considera a atividade: Muito Fácil Fácil Intermediária Difícil

Questão 3. Faça o robô realizar uma trajetória em forma de triângulo.



Avaliação da questão 3

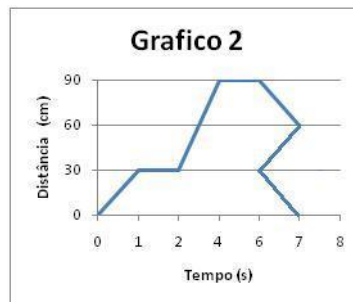
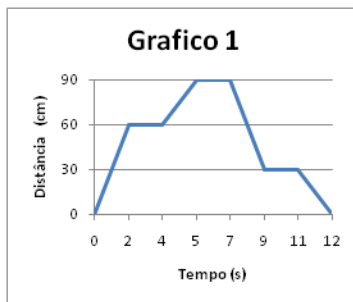
I) Você conseguiu resolver a atividade?

() Sim () Em partes () Não.

Comente: _____

II) Considera a atividade: () Muito Fácil () Fácil () Intermediária () Difícil

Questão 4. Analise os gráficos abaixo e faça o robô realizar a mesma trajetória de acordo com a distância e o tempo representados.



- Qual dos gráficos acima caracteriza uma função? Porquê?
- Qual a condução necessária para que um gráfico represente uma viagem possível de realizar?
- Determine o domínio, contradomínio e imagem do 1º gráfico.

Avaliação da questão 4

I) Você conseguiu resolver a atividade?

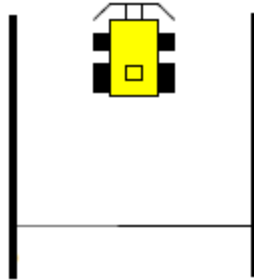
() Sim () Em partes () Não.

Comente: _____

II) Considera a atividade: () Muito Fácil () Fácil () Intermediária () Difícil

Atividade de Robótica educacional II – Funções

Questão 1. Imagina agora que o robô parte de uma posição adiantada à linha de partida. Considera que o adiantamento é de 40 cm. O robô executará uma sequência de ações no tempo e irá parar.

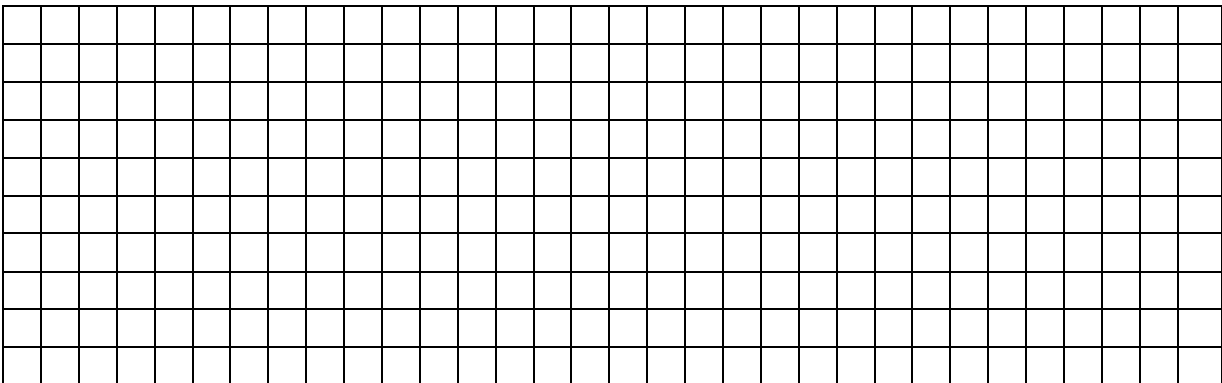


a) Através da experimentação do robô (programação, teste e registro de dados), complete a seguinte tabela:

TEMPO(s)	1	3	6
Distância Percorrida (cm)			

b) As grandezas “espaço percorrido” e “tempo” são diretamente proporcionais? Justifique.

c) Represente os pontos sugeridos na tabela num referencial cartesiano.



d) Verifique se os pontos estão alinhados entre si e une-os. Os pontos estão alinhados com a origem do referencial?

e) Em que ponto é que a reta traçada intersecciona o eixo das ordenadas?

f) Atendendo aos dados obtidos, trace no mesmo referencial cartesiano a função para o caso do robô ter saído do ponto de partida. O que você conclui?

g) Tendo em atenção as duas alíneas anteriores (letra e e f), escreva as expressões analíticas que definam as funções relativas às situações:

i) Do robô partindo do ponto de partida.

ii) Do robô partindo adiantado 40 cm do ponto de partida.

iii) Qual seria a expressão analítica da função caso o robô partisse atrás do ponto de partida 25 cm?

Avaliação da questão 1

I) Você conseguiu resolver a atividade?

() Sim () Em partes () Não.

Comente: _____

II) Considera a atividade: () Muito Fácil () Fácil () Intermediária () Difícil

Avaliação Geral do uso da robótica nas aulas

Questão 1. O aprendizado sobre funções utilizando a robótica ficou mais interessante? Justifique.

Sim Em Partes Não

Questão 2. Você considera que a robótica possa ser uma aliada no aprendizado?

Sim Em Partes Não

Questão 3. Quais vantagens você vê na robótica educacional para aprender funções.

- Facilidade na resolução do exercício
- Melhor visão do que é pedido na questão
- Fácil compreensão do conteúdo
- O conteúdo se tornou mais interessante
- Todas as opções
- Nenhuma das opções