

Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora*

Juliano R. Miranda¹, Marilza Vanessa R. Suanno²

¹ Universidade Estadual de Goiás (UEG)

BR 153 Quadra Área, Km 99, Anápolis-Goiás – Brasil CEP: 75132-903

² Faculdade de Educação - Universidade Federal de Goiás (UFG)

Rua 235, s/n - Setor Universitário - Goiânia - Goiás - Brasil CEP: 74605-050

julianomiranda@gmail.com, marilzasuanno@uol.com.br

Abstract. This article analyzes educational robotics classes developed in a specific case in which there is strong commitment and motivation of students and teacher. This experience has participated in events through the FLL - FIRST Lego League between the years of 2006 and 2009 and OBR - Olimpíada Brasileira de Robótica between 2009 and 2011. This study of the educational robotics tries to understand it as an innovative tool in the teaching and learning of the elementary school in Brazil. It presents a case study developed on the basis of participant observation, focal group and an interview with a professor. The final considerations revealed the possibility of teaching robotics as a tool in developing dynamic and innovative learning and more participatory citizens, by encouraging autonomy, creativity and epistemological curiosity.

Resumo. No presente artigo, analisam-se aulas de robótica pedagógica desenvolvidas em um caso específico no qual há forte envolvimento e motivação de alunos e professor. A referida experiência participou de eventos através da FLL - FIRST Lego League entre os anos de 2006 e 2009 e a OBR - Olimpíada Brasileira de Robótica entre os anos de 2009 e 2011. Esse estudo sobre a robótica pedagógica busca compreendê-la como ferramenta inovadora no processo de ensino e aprendizagem no ensino fundamental. Apresenta-se um estudo de caso desenvolvido com base em observação participante, grupo focal e entrevista com professor. As considerações finais evidenciaram a possibilidade de a robótica pedagógica ser uma ferramenta dinâmica e inovadora no desenvolvimento e aprendizagem de cidadãos mais participativos, por meio do estímulo à autonomia, à criatividade e curiosidade epistemológica.

Palavras-chave: Robótica na escola. Inovação. Formação de professores em robótica.

Introdução

A robótica pedagógica ou robótica educacional consiste basicamente na aprendizagem por meio da montagem de sistemas constituídos por robôs. Esses dispositivos autômatos passam a ser, na verdade, artefatos cognitivos que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias ideias, ou “um objeto-para-pensar-com”, nas palavras de Papert (1986).

Também para Edacom, *apud* Bacaroglo (2005, p.22),

A Robótica Educacional consiste basicamente na aprendizagem por meio de montagem de sistemas constituídos por modelos. Esses modelos são mecanismos que apresentam alguma atividade física, como movimento de um braço mecânico, levantamento de objetos, etc., como os atuais robôs.

* O presente texto é uma versão ampliada do artigo apresentado no EDUCERE/2009

Bacaroglo (2005, p.25) afirma que o importante dentro de uma dinâmica de trabalho com alunos em uma aula de robótica é criar condições para discussão e promover abertura, de modo que todos os alunos e professores participem apresentando sugestões na resolução dos problemas. Destaca também a importância de se criarem problemas para serem solucionados, pois as dificuldades servem para explorar a capacidade do aluno.

Depreendemos, dos estudos realizados, que a Robótica Pedagógica tem proporcionado uma maneira diferenciada de trabalhar o aprendizado de conceitos, a partir da montagem e controle de dispositivos robóticos, via computador. O processo de disseminação da robótica pedagógica inclui, na sua metodologia, a realização de oficinas de trabalho envolvendo professores e alunos, assim como a realização de competições de robótica para que os alunos sintam-se motivados e desafiados a criarem soluções com base em dispositivos autômatos para problemas específicos propostos por cada competição. Segundo D'Abreu (2004), as etapas de uma oficina de robótica são: a demonstração do funcionamento dos componentes eletrônicos, motores, sensores e lâmpadas; a formação de grupos de trabalhos; a montagem de dispositivos robóticos pelos grupos; o desenvolvimento dos programas de computador responsáveis pelo controle do robô; a discussão dos aspectos científicos e tecnológicos inerentes ao dispositivo robótico, em construção, com base nos conceitos curriculares que se pretende trabalhar; os testes e a conclusão dos projetos; a apresentação dos projetos para os colegas participantes da oficina e demais convidados. As competições de robótica também possuem etapas que se assemelham muito ao que é desenvolvido nas oficinas e/ou aulas de robótica pedagógica. Nessas competições os alunos se empenham em buscar solucionar os desafios propostos com a mediação de um professor, é em sua essência, um dinamismo pedagógico altamente significativo. O professor de robótica pedagógica que foi sujeito dessa pesquisa utilizava dessa estratégia para preparar os alunos para participarem de algumas competições de robótica, assim como elemento motivador para a construção de conhecimentos necessários para a participação nos campeonatos, bem como para estimular o trabalho em grupo, a autonomia dos alunos, a experimentação e a curiosidade pelo conhecimento.

Para realizar uma aula de robótica pedagógica, utilizam-se dispositivos eletrônicos e mecânicos que interagem entre si e respondem a estímulos do meio externo, tais como: sensores de toque, luminosidade, som e ultrassônico; computadores; motores (também conhecidos como atuadores) e peças diversas que servirão de base para a fixação desses três elementos citados.

Além dos kits, faz-se necessário no laboratório de robótica ao menos 01 (um) computador para que seja instalado o software responsável pela programação do robô criado pelos alunos.

O papel do aluno e do professor no contexto da robótica pedagógica

Na robótica aplicada à educação, o importante é o processo, o desenrolar dos trabalhos, e não o resultado por si só. É imprescindível explorar todas as possibilidades, buscando o aprendizado por meio da reflexão individual e da interação em grupo (aluno-aluno, aluno-professor, aluno-robô, professor-robô) e em seguida propondo alternativas para a solução de situações problemas por meio do aprimoramento de montagens, ideias e abordagens.

A robótica pedagógica permite interagir com o concreto (robô) e o abstrato (programa) em um mesmo projeto, proporcionando a oportunidade de o aluno observar a ação (movimento do robô) de seu raciocínio executado em um artefato físico.

Segundo Zilli (2004, p.77)

A Robótica Educacional é um recurso tecnológico bastante interessante e rico no processo de ensino-aprendizagem. Ela contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão tornando-o autônomo, independente e responsável.

Cabe ao professor administrar esse novo mundo que lhe é apresentado, fazendo aflorar um novo tipo de educador, mais dinâmico, crítico e preparado para os novos desafios na educação. Assim, ele se torna um eterno aprendiz que renova seu conhecimento diariamente.

Nessa perspectiva, Suanno (2007, p.32) afirma que “a relação professor e aluno existe como espaço interpsicológico e interpessoal, que favorece e facilita a aprendizagem. Daí a importância dessa relação como constituidora de um espaço propício à aprendizagem”.

Metodologia da Pesquisa

A pesquisa qualitativa supõe um contato maior e duradouro entre o pesquisador, o ambiente e a situação a serem estudados. Os entrevistados são estimulados a pensar de maneira livre sobre o tema proposto pelo pesquisador. Segundo Bogdan e Bilken *apud* Ludke e André (1982, p.13) “a pesquisa qualitativa ou naturalística envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”.

O estudo de caso, que prioriza a abordagem qualitativa, aborda uma interpretação de dados feita de acordo com o contexto analisado, a contemplação de diferentes pontos de vista sobre o objeto de estudo e a busca de uma significação a partir de uma visão complexa. Segundo Ventura (2007, p.385), o que torna exemplar um estudo de caso é ser significativo, completo, considerar perspectivas alternativas, apresentar evidências suficientes e ser elaborado de uma maneira atraente.

Essa pesquisa utilizou, em sua estratégia metodológica de grupo focal com os alunos, entrevista com o professor e a observação participante das aulas de robótica.

Na presente investigação, utilizamos a observação participante, metodologia na qual o observador pode participar do dia a dia do indivíduo ou dos grupos em estudo, e ter uma visão dos comportamentos interpessoais. Nessa modalidade, privilegia-se o método em que o observador participa da vida diária das pessoas em estudo, tanto abertamente no papel de pesquisador, como assumindo papéis disfarçados, observando fatos que acontecem, escutando o que é dito e questionando as pessoas ao longo de um período de tempo (BECKER e GEER *apud* TRAUTH e O’CONNOR).

Ao todo, foram feitas 24 horas de observações, em um período de 60 dias, por três anos, às aulas de robótica em duas escolas da rede particular de ensino do município de Goiânia (GO) com alunos de 11 a 15 anos de idade, cursando do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e o 1º ano do ensino médio. Procuramos observar como era a dinâmica de uma aula de robótica no laboratório montado para este tipo de aula: como os alunos interagiam entre si, com os kits de robótica, com os computadores e com o professor. Também observamos se existiam fatores que poderiam ser considerados inovadores e quais os papéis do professor e do aluno no processo de ensino/aprendizagem.

Além disso, realizamos também uma entrevista com o professor de robótica a fim de obter informações que demonstrassem a dinâmica das aulas de robótica sob a perspectiva docente. Por ser uma técnica na qual o pesquisador adquire de forma clara e rápida as informações almejadas, fizemos doze perguntas sobre assuntos relacionados ao conceito de robótica, ao papel do professor nas aulas, à importância do estímulo à autonomia e ao trabalho em grupo, às práticas inovadoras que a robótica propõe e se o professor já participou de campeonatos de robótica com seus alunos.

Para realizar uma triangulação dos dados, montamos um grupo focal com o intuito de produzir informações sobre a robótica de forma específica. O grupo focal é um processo de interação que possibilita, através de uma discussão feita com a presença de um moderador, da sinergia grupal, a construção de um conhecimento coletivo do grupo.

O grupo focal [é] entendido como estratégia metodológica oral, grupal, dialética que não busca o consenso, mas a riqueza de percepções, informações. Ele produz uma sinergia grupal [...] capaz de gerar dados e informações que permitam avaliar a instituição, a realidade social, seus processos, os projetos, os programas e, assim, possibilitar a construção coletiva de propostas de superação do diagnosticado (ABRAMOVAY e RUA *apud* SUANNO, 2008, p.21).

Na produção deste artigo contamos com a análise das informações coletadas em um grupo focal formado por doze alunos que frequentam as aulas de robótica pedagógica nas duas escolas que fizemos a observação participante. Os educandos possuíam idades variando dos 12 aos 15 anos de idade e cursavam as séries finais do Ensino Fundamental e o 1º ano do Ensino Médio. Ao todo, foram pouco mais de 60 minutos de trabalho com o grupo de alunos e foram feitas doze perguntas que visavam a analisar, compreender, e construir propostas de melhoria sobre a aplicação da robótica pedagógica como ferramenta inovadora no processo de ensino e aprendizagem escolar.

A Vivência e o trabalho coletivo

No presente estudo, identificamos que as aulas de robótica pedagógica incentivam a prática do trabalho em grupo e inovam este processo. Observamos que os alunos tornam-se colaboradores no processo de construção do conhecimento e na troca de experiências. O estudo das informações obtidas com o grupo focal nos permite dizer que, sobre a vivência e o trabalho coletivo, a robótica pedagógica oferece um ambiente diferenciado de interação entre os alunos, o professor e os instrumentos utilizados (kits de robótica) e uma oportunidade de reunir ideias e buscar soluções para uma situação-problema em conjunto. Também gera discussões ou conflitos que precisam ser

resolvidos para que a solução apareça, permite aprender melhor a ouvir e a expor as ideias de cada aluno e mostra que o erro pode ser um primeiro passo para o acerto.

Os alunos, ao ingressarem nas aulas de robótica, trazem consigo vivências, realidades e valores inerentes a cada um. Ao se depararem com uma situação-problema específica proposta pelo professor, esses valores e realidades entram em confronto e, no choque de opiniões, soluções são criadas. Ideias são apresentadas, discutidas, analisadas e implementadas em conjunto. Durante as visitas às aulas, pudemos observar elementos interessantes que comprovam isso: a) a divisão de papéis atribuídos a cada aluno tem um papel norteador dos trabalhos; b) os papéis escolhidos pelos próprios membros do grupo não são exclusivos; existe um intercâmbio de ideias em cada função; c) os trabalhos são feitos em grupo, do início ao final da aula e d) grande interação entre os participantes da equipe; o respeito e a confiança são estimulados para o desenvolvimento do trabalho no tempo determinado.

A entrevista com o professor evidenciou como os alunos participam das aulas de robótica. As aulas de robótica são ministradas para grupos de alunos - 4 ou 5 alunos - totalizando um máximo de 25, 30 alunos no laboratório. Todas as aulas de robótica são contextualizadas com situações e conceitos do dia a dia envolvendo conteúdos de física, matemática, de informática que também fazem parte do cotidiano dos alunos.

Além disso, através do grupo focal observamos também algumas opiniões coincidentes sobre a questão do trabalho em equipe. O aluno “A” afirmou que: "na verdade todo mundo sabe de tudo, mas tem uma pessoa que se destaca melhor na montagem, outra na programação; daí, fica dividido assim... quem gosta de montar fica mais responsável por montar, programar por programar. Mas se precisar que essa pessoa faça outra coisa, ela também dá conta".

E ainda completa, dizendo que: "é uma aula bastante participativa, de trabalho em grupo. Você tem que trocar opiniões com seus amigos. Às vezes temos opiniões diferentes e temos que pensar: 'Qual será a melhor opinião' e daí temos que analisar e envolver o grupo inteiro".

Já o aluno “B” fez uma colocação em outro momento que nos leva a crer que trabalhar em equipe não é fácil, mas o resultado final agrada, conforme argumentação do aluno: “quando tem alguém que fica muito nervoso, fica meio chato. Mas quando montamos uma equipe para competição, ninguém conhecia ninguém... daí aprendemos a lidar uns com os outros e hoje somos muito amigos”.

Logo em seguida, o aluno “A” complementa a fala do aluno “B” dizendo: “saber lidar com os outros é difícil, muitas ideias que não podem ser feitas ao mesmo tempo. Às vezes não dá certo mesmo. Mas é muito bom quando as coisas funcionam, parece que todo mundo fica mais feliz porque foi construído junto”.

Em consonância com essas falas, Suanno (2007, p.39) afirma que o “caráter interativo e comunicativo do processo educativo promove o desenvolvimento do indivíduo. Assim sendo, a interação e a mediação contribuem e interferem na qualidade do processo”.

A Criatividade

Durante as aulas de robótica, os alunos são estimulados a resolverem situações-problemas, tais como o desenvolvimento de um robô que reconhece objetos pela cor,

capturando-os em seguida, um robô ativado por um certo nível de ruído, ou de intensidade luminosa, um robô capaz de seguir uma trajetória pré-definida, etc.

Observamos que a criatividade do aluno surge no decorrer da situação proposta. Durante a montagem, inicialmente ocorre um processo natural de agrupamento de peças. Ao constatar que o robô poderia ser melhorado, adaptado, surgem rompantes de ideias que vêm enriquecer o processo de montagem do dispositivo autômato. Na montagem do robô, muita coisa pode ser refeita a partir das reflexões levantadas pelo conjunto.

Foi possível constatar durante o grupo focal posições que nos levam a crer que a criatividade é estimulada durante o processo de montagem e programação do dispositivo autômato, dentre elas: os alunos demonstraram que a troca de ideias é importante para o estímulo à criatividade, que um colega pode “ver” algo que o outro não conseguiu ver e que o ambiente mais descontraído e livre para debates ajuda muito no desenvolvimento do aprendizado.

Segundo o aluno “A”: “em aulas como física, matemática, português, você fica concentrado mais no quadro, não tem muito espaço para conversa. Aqui é diferente, conversamos mais, é mais liberado e solto para conversarmos sobre os assuntos das aulas”.

O aluno “C” disse: “nós montamos uma base para o robô e daí começamos a implementar algumas ideias. Tudo em conjunto”.

E o aluno “D” completou: “a gente sabe o que tem que ser feito. Cada um traz sua ideia e vai tentando juntar. Tem tanta coisa aparecendo que às vezes temos que votar no que vai montar ou usar”.

A interdisciplinaridade e a curiosidade epistemológica

Durante as visitas feitas às aulas de robótica, percebemos que os alunos aguçam sua curiosidade e compreendem os conteúdos, relacionam-se e se comunicam sobre o que estão aprendendo e pensando. O interesse pelos assuntos abordados é maior. Isso também foi percebido no grupo focal. A análise das informações obtidas através do grupo focal mostra que os alunos gostam de aprender **na prática** o que só conheciam na teoria. O papel do professor é muito importante na contextualização do conteúdo que está sendo visto no laboratório e os alunos sentem-se instigados a buscar mais informações sobre o que foi visto em sala.

Para o aluno “A”, a robótica “Ajuda a entender coisas bem mais facilmente do que em sala de aula. Como por exemplo, ao estudar física em sala, a gente às vezes não entende direito. Aqui fica bem mais fácil entender porque a gente trabalha na prática”.

Já o aluno “E” faz uma inferência: “O professor explica a teoria, e faz na sua frente o que tá explicando. Por exemplo, quando a gente estudou a luz, ele mostrou o robô fazendo o que ele explicou. Isso ajuda muito. Em algumas aulas o professor usa o quadro ou o datashow para explicar algo, mas sempre as aulas terminam na prática, na montagem de um robô ou discutindo alguma coisa sobre o nosso dia a dia”.

O aluno “B” acrescenta: “Quando a gente estuda a luz ou o som no laboratório, parece que fica mais fácil entender como tudo funciona de um jeito simples, sem ficar

lendo um monte de textos e ouvindo só o professor falar. Quem quiser, depois pode pesquisar e trazer em outra aula algo a mais para o professor comentar".

O aluno "A" finaliza: "O legal é chegar em sala e ver que o professor está falando de algo que aprendemos no laboratório de robótica. As coisas se completam".

As observações realizadas também apontaram alguns fatos interessantes nesse aspecto da interdisciplinaridade e curiosidade epistemológica: a) os alunos começaram a fazer perguntas relacionadas ao seu cotidiano, contextualizando o que foi visto; b) muitos exemplos de experiências pessoais são citados acerca de um mesmo assunto; c) o conhecimento de senso comum, trazido pelos alunos, é explorado de maneira científica pelo professor; d) vários alunos fizeram comentários durante as observações no sentido de que eles entenderam melhor conteúdos vistos em sala de aula de outras disciplinas depois da vivência no laboratório de robótica e e) o professor conduziu as aulas de maneira dinâmica, de acordo com as perguntas e curiosidades da turma. A base do conteúdo a ser trabalhado foi o mesmo, mas, de acordo com a curiosidade da turma, novos subtemas foram explorados.

A entrevista com o professor nos revelou uma opinião interessante sobre o que foi observado acima: "Na robótica é diferente. Existem os conteúdos que serão trabalhados durante o ano, mas os alunos vão conduzir as aulas por caminhos que a própria dinâmica das aulas dirá".

E em outro momento da entrevista, reitera: "O professor busca meios de trabalhar com os alunos o projeto inicial, mas fazendo certos desvios ainda dentro da área de estudo para que os alunos sintam-se interessados em pesquisar sobre o assunto ou ter suas dúvidas sanadas".

A mediação do professor e o estímulo à autonomia

De acordo com o que foi observado e ouvido dos alunos, o papel do professor no estímulo da autonomia é pautado em um contexto dinâmico, no qual as necessidades do aluno conduzem à intervenção do seu professor.

Em diversos momentos do grupo focal, foram colocadas afirmações que indicam para o que foi anteriormente mencionado. Ficou claro que o professor tem um papel muito importante como mediador e educador, considerando a necessidade dos alunos; cada aluno sabe sua função no grupo e aos poucos vai aprendendo a trabalhar de forma cooperativa; os alunos começam a buscar informações complementares sobre o que foi visto no laboratório, fora do ambiente de ensino; os alunos, ao receberem o problema para ser resolvido, acabam aprendendo a "se virar" antes de solicitar ajuda ao professor.

Sobre o papel do professor, o aluno A assim afirma e, logo em seguida, percebemos o consentimento do grupo: "O professor tem que saber o que a gente gosta, de como ensinar sabendo o jeito de explicar isso pra gente primeiramente. Se você souber do que a gente gosta, você pode dar uma aula descontraída que vai animar a gente. O professor é como se fosse um aluno. Ele brinca, conversa, questiona [...] Além da parte da robótica, o professor é mais um educador também. Por exemplo, não admite palavrões, e dá limites [...]".

A entrevista feita com o professor nos revelou sua visão sobre o estímulo à autonomia e o papel do professor. Argumentando que a robótica pedagógica tem um

ambiente lúdico em sua natureza. Computadores, peças de montagem, mesas grandes, sensores, motores e computadores [...] O professor não é o detentor único do conhecimento. Como mediador, sua função é propiciar um momento para que os alunos construam seu conhecimento por meio da busca e da reflexão sobre o que está sendo visto em sala, de questionamentos feitos para o professor e também entre si, das ações individuais e em grupo que culminarão em um resultado concreto do seu esforço que é o robô. Os alunos aprendem a compartilhar suas ideias, suas experiências. É uma dinâmica diferente da sala de aula, onde os alunos estão todos virados para um quadro e o professor é o construtor do conhecimento – os alunos absorvem o que puderem das aulas e interiorizam da maneira que lhes for conveniente.

Algumas observações feitas corroboram o que foi discutido pelos alunos e dito pelo professor: a) na aula os alunos têm autonomia e se respeitam na relação coletiva; b) existe uma interação maior em sala de aula. Em contrapartida, há também muita conversa e um ruído maior que em uma aula comum, c) os alunos participam mais do processo de aprendizagem. O professor é um mediador, o conhecimento se constrói em parceria; d) em alguns casos, os alunos enriqueceram as aulas trazendo revistas e objetos sobre o que foi estudado e e) alguns alunos adquirem kits de robótica e trazem suas invenções para a escola e compartilham com os seus colegas suas criações.

A mediação é um conceito muito importante para Vygostky uma vez que esta é a “ação onde a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas uma relação mediada, sendo os sistemas simbólicos e os elementos intermediários entre o sujeito e o mundo” (OLIVEIRA *apud* SUANNO, 2007, p.38).

Considerações Finais

Após a observação, análise do grupo focal com os alunos e a entrevista com o professor de robótica, constatamos que a robótica pedagógica pode ser uma ferramenta inovadora e dinamizadora do processo de ensino/aprendizagem em uma instituição de ensino.

Os papéis atribuídos aos professores e alunos estão se alterando. Com essa mudança, o aprendizado também ganha novas concepções, formas, e o processo de ensino/aprendizagem se dinamiza. Na sequência, apresentamos algumas considerações provisórias sobre os questionamentos feitos na introdução deste trabalho.

Ao se apropriar do instrumento de trabalho, os alunos exteriorizaram seus pensamentos e ideias. A reflexão acerca do que estava sendo visto na aula, mediada pelo professor, fica muito mais fluida. Dessa maneira, todos os alunos puderam analisar o que foi feito, como foi feito, de que forma foi feito e como poderia ser melhorado e/ou corrigido (caso houvesse algum erro na execução do robô). A prática da metacognição foi identificada em várias oportunidades. Percebemos que os próprios alunos sentiam-se como sujeitos criativos capazes de desenvolver dispositivos autômatos com as mais diversas funções. E o professor?

O papel do professor como mediador é fundamental e deve ser pautado no pensamento crítico e criativo assim como no desenvolvimento da capacidade de organizar informações e construir significados. O professor também aprende, constrói, desconstrói e em seguida reconstrói muitos conceitos relacionados ao conteúdo trabalhado no laboratório e também à sua prática pedagógica. A interação com os alunos normalmente desencadeia uma série de estudos e propostas de aulas que não haviam

sido pensadas. O exercício da metacognição por parte do professor também foi observado.

Tomando por base essas observações, fica claro que a ação do professor estimulou nos adolescentes novas necessidades afetivas, atribuindo novos significados ao trabalho no laboratório. Os alunos tinham o prazer de frequentar as aulas e curiosidade em aprender coisas novas, em entender como as coisas funcionam. Muitos traziam de casa revistas e objetos sobre assuntos vistos no laboratório nas aulas posteriores. Os alunos ficaram mais interessados pelo ambiente escolar.

A contextualização das aulas, o trabalho por projetos e o uso constante de kits de robótica tornam as aulas mais lúdicas e envolventes. Os educandos tornam-se, juntamente com o professor, agentes formadores de conhecimento através da adversidade de ideias, da vivência, do acerto e do erro durante o andamento das atividades no laboratório de robótica. Além disso, confirmam-se as ideias do sociointeracionismo vygostkyano em que a afetividade entre o professor e seus alunos é de extrema importância para o processo de aprendizagem e desenvolvimento. Surge com isso um ambiente fértil para a interação social e a ressignificação do processo educativo.

A robótica é uma aula multidisciplinar, interdisciplinar em sua essência. Conceitos de engenharia, eletrônica, informática, lógica são explorados constantemente. As intervenções do professor e a abordagem desses conteúdos em outras disciplinas como história, geografia e português também foram observadas e consideradas pedagogicamente válidas para tornar as aulas mais instigantes e envolventes. Além disso, a robótica pedagógica, por explorar assuntos fora dos limites curriculares da escola tradicional, pode propiciar ambientes diferenciados de aprendizado que estimulam o desenvolvimento da criatividade.

Destacamos, todavia, como limitações da robótica, alguns fatores como a falta de qualificação profissional (robótica pedagógica) para este fim, no Brasil; a falta de diversidade de kits de robótica e os elevados preços de aquisição/qualificação de pessoal; o perigo da superlotação de uma sala de robótica e, por consequência, a ineficácia da aula como ferramenta inovadora do processo de ensino/aprendizagem; a falta de políticas públicas eficazes de incentivo ao uso de novas tecnologias aplicadas à educação, assim como o problema do viés mercadológico que a robótica pedagógica pode ter, causando uma tecnologização da educação.

Tendo em vista o que foi dito acima, constatamos que os professores de robótica normalmente são profissionais de matemática, informática ou ciências que adaptaram sua prática pedagógica para atuar com robótica. Estudos sobre a aplicação da robótica e projetos para trabalho no laboratório são escassos e restritos. Além disso, os kits de robótica pedagógica disponíveis no mercado possuem um valor elevado para aquisição e reposição de peças. A alternativa de um kit feito a partir de sucata é válida, o custo é baixo, mas falta a qualificação do corpo docente para manuseá-lo. Iniciativas comerciais para a confecção de kits de robótica mais acessíveis e pedagogicamente confiáveis, com base em sucata e outros materiais reaproveitáveis, estão se popularizando principalmente com o auxílio da plataforma de hardware livre ARDUINO.

Existe apenas uma empresa no Brasil que vende a linha pedagógica LEGO Mindstorms® e trabalha com projetos pedagógicos para o Ensino Fundamental e Médio. Dessa maneira, a escola pode ficar dependente da "única" solução disponível no

mercado que abraça todas as etapas de planejamento, implementação e avaliação das aulas de robótica. Mesmo sendo um material muito bom, com todo o respaldo de equipes multidisciplinares de pedagogos, professores e pesquisadores, tem um custo elevado por não ter concorrentes no país.

Estudos sobre kits de robótica alternativos feitos de sucata e com ênfase na programação de microcontroladores, projetos de montagem de circuitos eletrônicos e a utilização de hardware/software de licença livre como o ARDUINO, provavelmente trariam grandes benefícios para a democratização da robótica pedagógica e sua popularização.

As políticas públicas de implementação de laboratórios de robótica e capacitação de professores ainda dão seus primeiros passos no Brasil. O que se vê ainda são iniciativas isoladas de municípios, estados e instituições de ensino público e/ou particular.

Quanto às questões pertinentes ao processo de ensino/aprendizagem na robótica pedagógica, existe um número ideal de alunos para se trabalhar no laboratório. Normalmente cada mesa/kit de trabalho abriga até 05 (cinco) alunos. Um número maior de discentes por mesa/kit pode comprometer o bom andamento da aula e gerar uma insatisfação geral nos membros da equipe. É importante observar que o simples fato de existirem peças e material para um grande número de alunos não garante por si só um processo de aprendizagem significativo. A mediação do professor é importante e a qualidade da mesma depende do número de alunos que são atendidos simultaneamente. Salientamos também que as aulas de robótica demandam mais tempo para serem realizadas. Os horários de aula adotados nas escolas convencionais não estão adaptados para encontros de robótica que podem ultrapassar duas horas de aula, observação e interação.

A título de trabalhos futuros, sugerimos estudos sobre tecnologias alternativas de implementação da robótica pedagógica com o uso de hardware e software livre, assim como uma análise mais aprofundada dos processos cognitivos e de desenvolvimento da criatividade envolvidos com a prática da robótica pedagógica. Trabalhos mais focados na forma como o “erro” é tratado no decorrer das aulas podem apontar resultados importantes na reestruturação de paradigmas educacionais que enalteçam a resposta correta, precisa e direta ao invés de uma resposta ponderada, calcada em tentativas errôneas que geraram conhecimentos importantes para um resultado mais crítico e abrangente.

Referências

- ALENCAR, E. M. L. S. Criatividade na educação: elementos inibidores e facilitadores. In: Afonso Celso Tanus Galvão; Gilberto Lacerda dos Santos (Org.). *Educação: tendências e desafios de um campo em movimento*. Brasília: Liber, 2008, v. 2, p. 75-89.
- ASSMANN, H. *A metamorfose do aprender na sociedade da informação*. Ciência da Informação, v.29, n. 3, p. 7-15, 2000.
- BACAROGLO, M. *Robótica Educacional: Uma metodologia educacional*. Dissertação de Mestrado. Londrina: UEL, 2005.

- D'ABREU, J. V. V. *Disseminação da robótica pedagógica em diferentes níveis de ensino*. Revista Educativa, Nova Odessa, v.1, n.1, p-11-16, dez. 2004.
- LIBÂNEO, J. C. As tecnologias da comunicação e informação e a formação de professores. In: SILVA, Carlos Cardoso e SUANNO, Marilza Vanessa Rosa (Org.). *Didáticas e Interfaces*. Rio de Janeiro: Deescubra, 2007. p.95-111
- LUDKE, M. e ANDRE, M.E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- MORAES, Maria Cândida. *Ecologia dos saberes: complexidade, transdisciplinaridade e educação: novos fundamentos para iluminar novas práticas educacionais*. São Paulo: Antakarana/WHH-Willis Harman House, 2008.
- ORTOLAN, I. T. *Robótica Educacional: uma experiência construtiva*. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 2003.
- PAPERT, S. *LOGO: Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense, 1986.
- PASSARELI B. *Interfaces Digitais na Educação: @lucin[ações] Consentidas*. São Paulo: Escola do Futuro, USP, 2007.
- SOUZA, Ruth Catarina C. R. A informática como instrumento de aprendizagem e desenvolvimento: possibilidades pedagógicas. In: Valter Soares Guimarães. (Org.). *Formar para o mercado ou para a autonomia?* Campinas: Papirus, 2006.
- SALANT, M. *Introdução à Robótica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- SUANNO, M. V. R. *Breve resgate histórico das evoluções tecnológicas e algumas reflexões da teoria Vygostkyana*. Revista Mosaicum Ano II, Número 05. Bahia: FASB, 2007.
- _____. *Grupo Focal e autoavaliação institucional democrática*. Rio de Janeiro: Deescubra, 2008.
- TOSCHI, Mirza S. Didática e tecnologia de informação e comunicação. In. Carlos Cardoso Silva; Marilza Vanessa Rosa Suanno (Org.). *Didáticas e Interfaces*: Ed. Rio de Janeiro: Deescubra, 2007. p.77-93
- VASCONCELLOS, C. *A didática e os Diferentes Espaços, Tempos e Modos de Aprender e Ensinar – II EDIPE – Anápolis, Goiás*, 2007.
- ZILLI, S. R. *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas*. Dissertação de Mestrado – Florianópolis: UFSC, 2004.