

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO BÁSICO E SUPERIOR: O QUE DIZEM OS ARTIGOS CIENTÍFICOS

EDUCATIONAL ROBOTICS IN SCHOOL EDUCATION TOP: WHAT THE PAPERS SAY

Gláucio Carlos Libardoni^{1*}, José Claudio Del Pino²

¹DCEEng - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Ijuí - RS

²PPGECQV - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre - RS

Resumo: Com o objetivo de conhecer as pesquisas de robótica em contextos educacionais e verificar as suas contribuições para o ensino nas diferentes áreas do conhecimento, revisamos artigos científicos publicados no período de 2011 a 2014. No total, 150 trabalhos foram encontrados em anais de eventos e periódicos. Através de seis categorias, classificamos os artigos conforme as contribuições para elaboração e implementação de atividades de robótica no ensino. Além disso, apresentamos as regiões do Brasil em que estão associados e a área de formação básica e continuada dos autores. Apesar de termos um número significativo de trabalhos, apontamos a necessidade de integração entre os profissionais das Engenharias e Informática com profissionais formados em cursos de Licenciatura. Esta troca de experiência pode fortalecer a qualidade dos trabalhos em relação à troca de conhecimentos técnicos e pedagógicos entre os promotores da robótica no ensino.

Palavras-chave: Pesquisas de Robótica. Contextos Educacionais. Regiões do Brasil. Área de Formação. Troca de Experiência.

Abstract: With the aim to know the research in robotics in educational contexts and to verify its contributions to the teaching in different areas of knowledge, we reviewed scientific papers published during the period from 2011 to 2014. In total, 150 works were found in annals of events and journals. Through six categories, we classified the papers according to the contributions to the elaboration and implementation of activities of robotics in teaching. Besides that, we present the regions of Brazil in which they are associated and the area of basic and continued formation of the authors. Although we have a significant number of works, we highlight the necessity of integration among the professionals of Engineering and Informatics with professionals graduated in licentiate degree courses. This exchange of experience can strengthen the quality of the works in relation to the exchange of technical and pedagogical knowledge among the promoters of robotics in teaching.

Keywords: Research in Robotics. Educational Contexts. Regions of Brazil. Areas of formation. Exchange of Experience.

1. Introdução

Poucos pesquisadores brasileiros que fazem o uso da robótica no ensino têm dedicado seus trabalhos para realizar levantamentos sistemáticos das publicações de artigos científicos sobre o tema. No período de 2011-2014 apenas uma pesquisa classifica-se com tal finalidade.

* glaucio.libardoni@unijui.edu.br

Campos (2011), no seu trabalho de doutorado selecionou 120 artigos distribuídos entre revistas científicas e congressos científicos no período de 1994 a 2010. Através da leitura integral de cada um deles o pesquisador elaborou as seguintes categorias: (1) processos de ensinar e aprender na educação básica; (2) processos de ensinar e aprender no ensino superior; (3) construção do conhecimento/cognição; (4) avaliação de kits de montagem; (5) desenvolvimento de materiais e ambientes de programação; (6) aprendizagem de conceitos específicos; (7) prática pedagógica/ferramenta; (8) formação docente e (9) bases teóricas.

Com o objetivo de obter resultados mais precisos, o pesquisador classificou cada artigo considerando a sua ênfase. De todas as categorias, duas obtiveram o maior número de artigos publicados: desenvolvimento de materiais e práticas pedagógicas. Em relação ao desenvolvimento de materiais, destacou-se a construção de kits de robótica de baixo custo em alternativa aos kits clássicos que normalmente têm altos custos, além de softwares elaborados em ambientes amigáveis para alunos de todas as idades. Em relação às práticas pedagógicas, o pesquisador observou a tendência do uso da robótica como ferramenta tecnológica, o que levou a considerar que o recurso não é utilizado em todas as possibilidades educacionais.

Partindo da constatação da escassez de trabalhos como o de Campos (2011), consideramos relevante focalizar as produções brasileiras de robótica no ensino no período de 2011 a 2014. Assim, neste estudo, nosso objetivo foi de responder as seguintes questões: Como as publicações se distribuem nas regiões do país? Quais são os seus objetivos e as áreas de formação dos autores? Em quais eventos e periódicos ocorrem às publicações?

2. Levantamento do Número de Publicações

O procedimento de busca por artigos científicos iniciou-se nos principais periódicos da área de Educação em Ciências brasileiros, sendo estes: A Física na Escola, Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Investigação em Ensino de Ciências e Ciência e Educação. A opção pelo foco inicial nestas fontes de pesquisa teve por objetivo verificar se atividades de robótica no ensino vêm sendo publicadas nos periódicos clássicos brasileiros que visam elevar a qualidade no ensino de ciências. Para cumprir com esta etapa os termos para a busca foram: “Robótica”, “Robôs”, “Robótica Educacional”, “Robótica na Educação” e “Robótica Pedagógica”. Nestas revistas, foi encontrado apenas um artigo publicado em 2011 na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

A continuidade da busca aconteceu no Google e no Google acadêmico com os mesmos termos citados acima. A partir destas bases de dados, localizamos 149 artigos científicos em periódicos e anais de eventos. Sendo assim, a seleção final é composta por 150 artigos, já que nesta contabilidade inserimos o trabalho publicado na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências em 2011. Na Tabela 1 consta a distribuição do número total de trabalhos ao longo dos anos.

TABELA 1: Número de Publicações – 2011-2014.

Ano	Número de Publicações
2011	32
2012	35
2013	42
2014	41
Total	150

Fonte: elaborada pelos autores

3. Critérios para Classificação e Seleção dos Artigos

Através da leitura integral, verificamos os objetivos para a difusão e qualificação das atividades de robótica no ensino. Assim, chegamos a seis categorias apresentadas a seguir:

1) **Materiais para confecção de protótipos:** publicações que apresentam e analisam as alternativas de kits e softwares.

2) **Propostas de protótipos:** publicações que apresentam alternativas de protótipos para atividades de robótica.

3) **Aplicação e avaliação de propostas:** publicações que apresentam e avaliam resultados alcançados com alunos do ensino básico e superior, através do desenvolvimento de atividades de robótica.

4) **Alternativas para formação continuada de professores:** publicações que apresentam e analisam propostas de formação continuada de professores.

5) **Sistematização conceitual e justificativa sobre robótica na educação:** publicações que apresentam as finalidades da robótica em contextos educacionais.

6) **Apanhado histórico da robótica no ensino:** publicações que apresentam um apanhado histórico da robótica educacional no Brasil.

Na Tabela 2, constam os resultados da classificação dos artigos em relação a estas seis categorias, respectivamente, nos anos de 2011, 2012, 2013, 2014. Na última coluna da mesma tabela também é apresentada a síntese dos resultados de 2011 a 2014.

Tabela 2: Número de publicações por categorias e síntese dos resultados

Categoria	2011	2012	2013	2014	Síntese dos Resultados
1	4	2	2	0	8
2	8	14	11	8	41
3	20	15	26	29	90
4	0	2	2	4	8
5	0	2	1	0	3
6	0	0	0	0	1

Fonte: elaborada pelos autores

Os resultados da Tabela 2 evidenciam que os focos das publicações estão em sintonia com o trabalho de Campos (2011), já que em ambas as pesquisas, o maior número de publicações está associado ao desenvolvimento de materiais (softwares, protótipos e kits) e a

implementação de práticas pedagógicas. Com o objetivo de difundir as contribuições de alguns dos artigos, para que interessados pelo tema elaborem, implementem e avaliem atividades de robótica no ensino, passamos agora, a descrever, brevemente, as pesquisas de maior relevância¹. Iniciamos a síntese com o trabalho que apresenta um breve histórico da robótica no ensino brasileiro. Posteriormente focamos nas possibilidades de materiais para o desenvolvimento das atividades, propostas de construções de protótipos para iniciantes em robótica e, para finalizar, resultados de pesquisas da temática nos contextos de formação básica de alunos e continuada de professores.

4. Síntese do que Dizem os Artigos de Maior Relevância

D'Abreu (2014) com o artigo intitulado “**Robótica Pedagógica: Percursos e Perspectivas**” argumenta que a história da robótica pedagógica no Brasil está associada ao uso do computador no ensino, sendo este o principal recurso para se desenvolverem atividades de robótica. Conforme o pesquisador, os passos iniciais foram dados pelas universidades como a UNICAMP, UFRGS e UFRJ. Neste primeiro espaço, mais especificamente no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), em 1987, deu-se início aos primeiros projetos voltados ao uso do computador para o controle de robôs. Em 1989 realizou-se a primeira oficina com o LEGO-LOGO*, ministrada por um pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), com o objetivo de formar os pesquisadores do Núcleo para utilização de robótica no contexto educacional. Em 1993 o Núcleo deu início à implementação das atividades em alguns estados estratégicos do Brasil, sendo eles Alagoas, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. No fechamento do trabalho, o autor destaca a década de 2000 com a criação da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e do fórum científico Workshop de Robótica Educacional (WRE). Além disso, ressalta que com a contribuição do NIED e de outras instituições de âmbitos nacionais e internacionais a robótica no ensino ainda não chegou à fase de universalização de sua prática, porém não pode ser mais considerada como novidade nas escolas de educação infantil, fundamental e médio.

Na categoria “Uso de Materiais para o Desenvolvimento de Atividades de Robótica”, destacamos o trabalho intitulado “**Integração de Múltiplas Plataformas Robóticas no Ensino Fundamental e Médio**”. Nele os autores da Silva e Almeida (2012) apresentam as cinco possibilidades mais utilizadas no Brasil, sendo estas a Linha Educacional da Lego, Kit Educacional Modelix, XBot Educacional, Vex Robotics e Material de Sucata. Em relação ao Lego, os autores destacam a característica da inclusão do material didático nos kits, os quais apresentam como desvantagens a fragilidade das peças e a não disponibilidade para venda no Brasil de peças de reposição como motores, sensores e outras. Os kits da Modelix são feitos com materiais simples como placas de alumínio, plástico ABS e circuitos simples com componentes que podem ser

¹ Os critérios adotados para classificar as pesquisas de maior relevância têm o propósito de capacitar os interessados pela robótica na educação. Os mesmos foram: sistematização do histórico da robótica na educação brasileira, apresentação dos principais materiais utilizados no Brasil, proposta de sequência de atividades para iniciantes com robótica livre, proposta de construção de um robô através da robótica livre e dinâmica de uma aula de robótica.

encontrados facilmente nas lojas de eletrônica. Além disso, a empresa que desenvolve o produto também comercializa material didático específico para cada atividade. Os produtos da XBot Educacional são focados para o nível médio, técnico e superior, sendo que a empresa também disponibiliza material didático explicando o funcionamento dos materiais e exemplos de projetos. Como desvantagem desta possibilidade, os autores citam o alto custo para as escolas e a complexidade de utilização pelos alunos do ensino fundamental. O kit Vex Robotics é um dos mais utilizados internacionalmente em competições e aulas de robótica, embora no Brasil não seja tão utilizado em função do alto custo. Como grande vantagem, destaca-se a possibilidade de interagir bem com outros kits. Para minimizar os custos, os autores sugerem o Material de Sucata, sendo estes brinquedos velhos, pedaços de madeiras, garrafas pet e muitos outros materiais que podem ser integrados a componentes eletrônicos. Para os autores, o maior empecilho desta última possibilidade é a ausência de material didático pronto. Além de apresentar as vantagens e desvantagens destas cinco possibilidades, o trabalho destaca a integração de dois ou mais kits no sentido de ampliar as suas utilizações com o investimento inicial em materiais mais econômicos, muitas vezes reutilizados, e agregação de alguns elementos de kits mais caros.

A busca pela construção de kits de robótica livres, com a possível integração aos kits convencionais, foi um apontamento do trabalho de Campos (2011), com a revisão dos artigos publicados de 1994 a 2010. No período de 2011 a 2014, através da análise dos artigos classificados na categoria “Proposta de Protótipos” verificamos que 62% dos trabalhos estão associados a kits livres, 23 % estão associados a kits proprietários, 12 % propõem robôs com a integração entre kits livres e proprietários e 3 % propõem robôs com a integração entre kits proprietários. Sendo assim, podemos dizer que a busca pela construção de kits de menor custo é um forte objetivo das publicações nos últimos quatro anos. Porém, na análise dos artigos classificados nas categorias “Aplicação e Avaliação de Propostas e Formação Continuada de Professores” os resultados foram praticamente invertidos. Nestas categoriais observamos que 61 % dos trabalhos foram desenvolvidos com kits proprietários, 27 % com kits livres, 9 % com a integração entre kits livres e proprietários e 1 % com a integração entre kits proprietários. Aqui, cabe destacar, o crescimento da alternativa de integração entre kits livres e proprietários nos anos de 2013 e 2014.

Na categoria “Propostas de Protótipos”, destacamos o trabalho intitulado “**Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem**”. Neste sentido Alves e colaboradores (2012) apresentam um minicurso destinado a professores e outros profissionais que desejam trabalhar com robótica no ensino. Para o controle dos componentes eletrônicos é utilizada a placa eletrônica Arduino, projeto desenvolvido na Itália, em 2005, com objetivo de possibilitar que pessoas não especialistas em programação e/ou em eletrônica desenvolvam ambientes interativos. Além da explicação dos componentes do Arduino e seu ambiente de programação, o trabalho apresenta uma breve revisão teórica dos diodos emissores de luz (LED), resistores fixos, resistores variáveis e placa protoboard. A integração entre o Arduino e estes componentes eletrônicos é sugerida nos experimentos Pisca LED, Sensor de Luminosidade 1, Sensor de Luminosidade 2 e Motor. Cada um destes experimentos segue as seguintes seções: O que é, Material Necessário, Montagem, Código, Como funciona, Como usar, Aspectos para se notar, Ideias para experimentar, Estendendo o experimento, Características educacionais e

Experimentos Relacionados. Para finalizar, os autores ressaltam que a programação textual do software Arduino pode ser um obstáculo para iniciantes. Como sugestão, para suprir a barreira da programação textual, é sugerido o uso da linguagem de programação visual, a qual é realizada através do mecanismo de arrastar e soltar elementos gráficos, estes geralmente blocos que se encaixam uns nos outros.

Também como proposta de construção de robôs no contexto da robótica livre, destacamos o trabalho intitulado **“Praxedes: Protótipo de um Kit Educacional de Robótica Baseado na Plataforma Arduino”**. Nele, os autores Silva e Scherer (2013), apresentam uma breve revisão teórica dos principais componentes que estruturam o projeto, os quais são: motores de corrente contínua, ponte H, sensor ultrassônico e sensor de luz composto de Led’s, resistores fixos e variáveis. Estes materiais, além de rodas, chassi, baterias, mini protoboard e Arduino compõem o kit, o qual na época custou R\$ 224,80. O robô foi testado num circuito oval de aproximadamente 60 x 45 cm, onde teria que percorrer a trilha e evitar alguns obstáculos colocados no caminho. Assim que encontrasse os obstáculos o robô deveria sair da trilha para contornar o objeto e voltar mais adiante. Utilizou-se para a programação a linguagem textual do Arduino. Além desta, os softwares Minibloq e Ardublock foram testados e descartados por não se mostrarem eficazes no projeto. Deste modo, a versão final do robô foi programada com a linguagem do Arduino que possui sintaxe muito semelhante ao C. Os autores finalizam o trabalho afirmando que o kit se comportou relativamente bem em termos da integração dos componentes, porém se observou um consumo ligeiramente alto em relação às baterias. Como sugestões para trabalhos futuros são propostas as atividades: validação do kit com usuários do ensino fundamental, desenvolvimento de um suporte pedagógico e escolha de um software que facilite a programação por alunos iniciantes na robótica.

As propostas de Alves, et. al (2012) e Silva e Scherer (2013), caracterizam-se pela apresentação de protótipos com diferentes níveis gradativos de complexidade, sendo que o experimento do Pisca Led é uma atividade clássica para quem está dando os primeiros passos na robótica. Deste modo, a leitura integral destes trabalhos é de fundamental relevância para os professores e profissionais interessados em implementar a robótica livre em atividades de ensino. Para os curiosos em desenvolver a robótica com kits proprietários ressaltamos que os protótipos apresentados nas publicações são similares aos sugeridos nos materiais didáticos vendidos em conjunto com os kits. Neste contexto, cabe destacar que o acesso a estes roteiros é a melhor forma de busca de informações sobre a construção destes robôs.

Para estruturação, desenvolvimento e avaliação de atividades de robótica o professor necessita acessar trabalhos que vão além da sugestão de propostas. Só assim poderá obter elementos do tipo: Qual pode ser o número total de alunos? Qual é o número adequado de alunos por grupo? Quais metodologias são utilizadas para a montagem e programação dos protótipos? Quais são as cargas horárias das atividades? Como as oficinas podem ser avaliadas? Com o objetivo de apresentarmos elementos associados a estes questionamentos passamos a descrever os artigos de maior relevância classificados nas categorias “Aplicação e Avaliação de Propostas e Alternativas para a Formação Continuada de Professores”.

Miranda e Suanno (2012), no artigo intitulado **“Robótica na escola: ferramenta pedagógica inovadora”**, apresentaram um estudo de caso desenvolvido com base na

observação participante, grupo focal e entrevista com professor. Num período de três anos foram realizadas 24 horas de observações às aulas de robótica de duas escolas particulares com alunos de 11 a 15 anos de idade do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e do 1º ano do ensino médio. Nesta fase, os pesquisadores conheceram como era a dinâmica de uma aula de robótica com no máximo 30 pessoas no laboratório montado para este tipo de aula. No início das mesmas, os alunos eram estimulados a resolver situações problemas, por exemplo, o desenvolvimento de um robô capaz de seguir uma trajetória pré-definida. Na construção dos robôs os alunos atuavam, desde o início até o fim da aula, em grupos de 4 a 5 componentes. Sobre este momento destacamos a fala de um dos alunos participantes do grupo focal “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 da conta”. Além do aspecto da organização dos alunos em grupos, os pesquisadores reiteram a mediação do professor no processo de ensino/aprendizagem. De acordo com um dos alunos “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”. Para finalizar, é destacada a promoção da autonomia dos alunos através de um processo em que o professor além de proporcionar meios para a construção de projetos iniciais também indica aperfeiçoamentos destes protótipos para que os alunos se sintam interessados em pesquisar sobre o assunto ou sanar suas dúvidas.

A leitura do trabalho de Miranda e Suanno (2012) indica que os bons resultados alcançados com a robótica no ensino estão associados à atuação do professor como mediador no processo de ensino/aprendizagem. Além disso, a implementação e avaliação das atividades em longo prazo e o envolvimento permanente do professor também são aspectos a serem destacados. Também como ação contínua para tornar a robótica uma realidade nas escolas brasileiras destacamos o trabalho **“A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para a rede pública de ensino”**. No artigo de Reis et al (2014) apresentam o resultado de três projetos de extensão desenvolvidos pela Universidade de São João del-Rei (UFSJ).

A escrita da implementação e avaliação do primeiro projeto traz elementos associados às dúvidas listadas anteriormente. Dessa forma, focaremos esta etapa. A mesma teve duração de dois anos e iniciou com o contato com a diretoria de três escolas públicas que aceitaram o projeto. Posteriormente foi realizada uma palestra de aproximadamente 30 minutos em cada uma das escolas com todos os alunos do 6º ano do ensino fundamental e do 1º ano do ensino médio. Na ocasião foram abordados temas da utilização da robótica nas indústrias e na medicina e, além disso, foi feita uma exibição de três robôs diferentes. A seguir os professores se responsabilizaram pela seleção dos alunos, sendo que os critérios de seleção foram o comportamento em sala de aula, histórico escolar e interesse. Desse modo, foram selecionados trinta alunos em cada ano do projeto. Os cursos oferecidos foram divididos em quatro módulos: noções básicas de informática, noções básicas de lógica matemática e computacional, introdução à programação de robôs I e introdução de programação de robôs II. Para os primeiros

três módulos foram entregues apostilas impressas elaboradas por alunos de graduação em engenharias e afins. A primeira apostila, sobre Noções Básicas de Informática, apresentou uma síntese sobre o ambiente Windows e conhecimentos básicos de Paint, Word, PowerPoint, Excel e Internet. No próximo módulo os alunos tiveram contato com o software matemático Matlab para resolução de atividades de cálculo contendo matrizes, expressões algébricas, aritméticas e funções de primeiro e segundo grau. No terceiro módulo o material apresentou blocos básicos de programação em NXT, software disponibilizado pela Lego em kits de robótica. Estes três períodos serviram de base para a atuação dos alunos no quarto módulo que aconteceu paralelamente às competições regionais e estaduais de robótica.

As aulas foram desenvolvidas com dois alunos por computador e a duração total do curso foi de 128 horas. Para o desenvolvimento das atividades os alunos tiveram que aplicar conceitos básicos de matemática e física como ângulos, figuras geométricas, velocidade, frequência, entre outros. Os resultados do projeto foram baseados nas declarações dos alunos e professores das escolas participantes e da equipe do projeto. De acordo com os autores, a apresentação da robótica nas escolas no início do projeto contagiou os alunos, sendo que a mostra dos robôs no ambiente escolar foi a maior influência para este resultado. No início dos cursos foram verificadas muitas dificuldades de informática como usar o teclado e a Internet, porém ao longo dos mesmos foi observada, de uma maneira geral, uma melhoria no senso crítico e no interesse pelas aulas. O último módulo foi concluído com a maioria dos alunos, já que houve desistências devido à dedicação de outras atividades no horário das aulas. Nesta última fase os participantes demonstraram espírito de cooperação, interesse e, alguns de liderança. Para finalizar, os pesquisadores destacaram o contato dos alunos com a universidade como oportunidade de troca de informações sobre vestibular e áreas do conhecimento. Neste momento, foi possível observar que muitos dos alunos, devido ao contato com as oficinas, demonstraram interesse pela engenharia e áreas afins. Como proposta para novos projetos é destacada a utilização da robótica livre para a elaboração de kits que podem ser adquiridos pelas escolas, apesar de o primeiro projeto desenvolvido com Lego tenha sido importante e servido de base para novos projetos.

No contexto de viabilizar a robótica nas escolas com uma alternativa gratuita de software para a programação de protótipos, destacamos o artigo **“DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional”** classificado na categoria de Alternativas para a formação continuada de professores. Neste trabalho Alves et al (2014) apresentam o DuinoBlocks, ambiente que tem como objetivo facilitar a programação do Arduino na fase de iniciação à robótica. No primeiro semestre de 2013 o software foi avaliado numa oficina de robótica com carga horária de 12 horas. O público alvo inicial foi de seis professores de diferentes áreas, matriculados no Curso de Pós Graduação em Informática na Educação da UFRJ, sendo que apenas um deles tinha experiência em programação de computadores. O público final contou com 4 professores, devido à mudança de agenda de dois deles. Os participantes trabalharam em duplas com a utilização dos seus computadores pessoais e de kits de robótica disponibilizados pelos pesquisadores. Na primeira aula do curso os participantes programaram os protótipos somente com a linguagem textual do Arduino (Wiring). Nos outros três encontros também foi incluída a linguagem gráfica do DuinoBlocks, sendo que os participantes foram instruídos a registrar suas opiniões num diário

de bordo, além de responderem questionários impressos e questionamentos orais. Além disso, os responsáveis pela oficina também registraram suas impressões em relatórios de cada encontro.

Como o objetivo foi de verificar a interação dos participantes com a programação em linhas de comando e em blocos, decidiu-se não dar grande ênfase à montagem dos protótipos. No contato inicial, com ambos os softwares, o processo de programação foi diretivo. Os responsáveis pelas oficinas apresentavam a programação com um projetor multimídia e, ao mesmo tempo, os professores copiavam as ações. Posteriormente, utilizou-se uma abordagem mais exploratória onde os participantes realizavam alterações no programa construído. Para finalizar, os próprios professores criavam seus programas a partir de problemas simples. De acordo com os pesquisadores, nas primeiras interações com o DuinoBlocks foram observadas dificuldades no encaixe dos blocos, visto que a proximidade dos blocos não resulta necessariamente em um encaixe. Porém, na interação com este software os participantes não tentaram realizar encaixes impossíveis, demonstrando assim que a lógica dos blocos foi entendida. Para finalizar os participantes explicaram os propósitos de programas apresentados em linguagem textual do Arduino (Wiring) e em DuinoBlocks. Ao discursarem sobre programas em Wiring, conseguiram relatar o objetivo de algumas partes do programa, porém, aparentemente, não compreenderam o conjunto do mesmo. No entanto, quando apresentados a programas em DuinoBlocks conseguiram demonstrar um entendimento completo, sendo que o processo de “cópia com alterações” colaborou para o resultado.

5. Contexto Regional dos Trabalhos

As seções 2 e 3 foram desenvolvidas com o propósito de conhecermos os focos das publicações no período de 2011 a 2014 e, além disso, proporcionar subsídios para que professores, interessados pela robótica, estruturam e implementem atividades no ensino. É possível que neste processo sejam necessárias ações para captação de recursos e interação com profissionais experientes na área para a discussão de dúvidas. Para a construção destes elementos, paralelamente à classificação dos artigos nas seis categorias apresentadas anteriormente, verificamos a região do país na qual o trabalho foi desenvolvido. Com o intuito de apresentar uma visão da distribuição regional das publicações ao passar dos quatro anos elaboramos a Tabela 3.

Tabela 3: Relação entre regiões e o número de artigos publicados no período 2011 -2014.

Categoria	2011	2012	2013 ¹	2014	Síntese dos Resultados
Sul	7	9	11	4	31
Sudeste	15	13	14	20	62
Centro-Oeste	4	3	3	2	12
Nordeste	4	10	13	15	42
Norte	2	0	0	0	2

Fonte: elaborada pelos autores

¹ Neste ano temos um trabalho com integração entre regiões.

Os resultados da Tabela 3 podem ser úteis na justificativa de elaboração de projetos de robótica, como por exemplo, para a formação de parcerias entre escolas e órgãos privados e públicos. Para verificar os fatores que podem estar associados a estes resultados, observamos as instituições (escolas, universidades, faculdades e institutos federais) associadas às pesquisas de robótica no ensino. Na região Sudeste destacamos que 50 % das publicações estão concentradas em instituições como a Unicamp, USP, UFSJ, Unesp e UFRJ. Nestes espaços, destacam-se ações permanentes desenvolvidas pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Unicamp, Núcleo de Pesquisas em Inovação Curricular (NUPIC) da USP, Grupo de Controle e Modelagem (GCOM) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) e o Grupo de Informática Aplicada à Educação (GINAPE) da UFRJ. No Nordeste cerca de 75 % das pesquisas estão associadas à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) e Universidade Federal do Ceará (UFC). Nesta região destacamos as ações permanentes do Laboratório NatalNet da UFRN.

As atividades contínuas das cinco instituições do Sudeste e do Nordeste, citadas anteriormente, podem ser um fator associado ao destaque destas regiões, tanto no número total de publicações, quanto na estabilidade destes dados ao longo dos quatro anos no Sudeste e últimos três anos no Nordeste. Em contrapartida, observamos uma redução significativa no número de trabalhos no Sul em 2014, mesmo que o número total de publicações no Brasil neste ano permanesse estável em comparação a 2013 e fosse maior que em 2011 e 2012. É possível que este resultado tenha relação com a constatação da interrupção de publicações de grupos que apresentaram trabalhos em anos anteriores. Neste contexto, citamos o Laboratório de Tecnologias Educacionais (Labtec) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o Instituto de Informática e Engenharia da UFRGS, o Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo (UPF) e o Curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Como estes espaços, além de outros como o Grupo de Robótica Educacional do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Londrina (UEL), continuam em atividade, acreditamos que no futuro próximo o número de artigos na região Sul não apresentará reduções como à apresentada anteriormente.

A investigação das possíveis justificativas dos resultados apresentados na Tabela 3 mostra que as universidades são as principais fontes de pesquisa em robótica no ensino no Sudeste, Nordeste e Sul. Porém, no Centro-Oeste, verificamos que esta função vem sendo exercida pelos institutos federais de educação, ciência e tecnologia como os localizados nos Campus Cuiabá/MT e Aquidauana/MS. Para finalizar, destacamos que a inexistência de publicações no Norte nos últimos três anos merece atenção dos pesquisadores interessados no tema.

6. Eventos e Periódicos das Publicações

A existência de apenas uma publicação sobre robótica no ensino nos principais periódicos de ensino de ciências, citados anteriormente, é um resultado que evidencia o afastamento entre a temática e os pesquisadores com formação básica e/ou continuada na educação. A compreensão da possível justificativa deste fato tem relação com uma das observações do

trabalho de Campos (2011), a qual trata da inexistência de pesquisas de robótica no ensino referentes à formação básica de professores. Neste contexto, a nossa pesquisa também destaca a escassez deste tipo de ação no período de 2011 a 2014, já que encontramos apenas um trabalho que relata atividades de robótica associadas a alunos do Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Mesmo que as práticas de robótica praticamente inexistam, tanto na formação básica de professores, quanto nos principais periódicos da educação, uma breve busca na Internet revela a disseminação desta prática nas escolas e universidades, além de espaços que oferecem cursos de formação em horários extra-classe. Deste modo, podemos dizer que atualmente as reportagens sobre robótica despertam a curiosidade e o interesse dos professores, como é o caso dos autores deste trabalho. Em contrapartida, estamos desamparados em relação aos periódicos clássicos que colaboram para a inovação de práticas pedagógicas. Sendo assim, é relevante conhecermos as fontes atuais de pesquisa na área. Neste sentido, para auxiliar os colegas também iniciantes na robótica, apresentamos na Tabela 4 a relação entre os objetivos dos artigos e os eventos nos quais observamos mais de uma publicação no período de 2011 a 2104. Além disso, ilustramos na Tabela 5 a mesma relação para os periódicos em que foram localizados pelo menos um trabalho.

Tabela 4: Relação dos eventos e objetivos dos artigos no período de 2011 a 2014

Categorias	Eventos
Materiais para confecção de protótipos; Propostas de protótipos; Aplicação e avaliação de propostas;	Workshop de Robótica Educacional (WRE); Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) / Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE); Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE); Mostra Nacional de Robótica (MNR);
Alternativas para a formação continuada de professores; Sistematização conceitual e justificativa sobre robótica na educação;	Workshop de Robótica Educacional (WRE); Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) / Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE);
Aplicação e avaliação de propostas	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC);

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 5: Relação dos objetivos dos artigos e periódicos no período de 2011 a 2014

Categories	Events
Materials for prototyping;	Revista Virtual Ágora
Proposals of Prototypes	Revista EAD e Tecnologias Digitais na Educação; Revista Colloquium Exactarum; Revista Holos;
Application and Evaluation of Proposals	Revista SBA – Controle e Automação; Revista Educação Temática Digital; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Revista de Educación en Ciencias; Revista Novas Tecnologias na Educação; Revista Extensão e Cidadania; Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia; Revista Interfaces; Latin American Journal of Science Education; Revista Holos; Revista e-Curriculum; Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia; Revista Brasileira de Informática na Educação;
Systematization and justification of conceptual and educational robotics;	Revista Espírito Livre;

Fonte: elaborada pelos autores

Ressaltamos que o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências (ENPEC) consta na Tabela 4 pela publicação de dois artigos no ano de 2013. Em contrapartida, o Workshop de Robótica Educacional (WRE), o Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e a Mostra Nacional de Robótica (MNR) foram responsáveis por grande parte dos artigos. Em relação às revistas, de uma maneira geral, encontramos apenas um trabalho por periódico nos últimos quatro anos. Além deste conjunto, apenas a Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE-UFRGS) publicou cinco artigos no mesmo período.

7. Área de Formação dos Pesquisadores

Os eventos citados na Tabela 4 e os periódicos apresentados na Tabela 5 são voltados para áreas do conhecimento interdisciplinares como Física, Química, Biologia, Matemática, Pedagogia, Engenharias, Informática, entre outras. Atualmente, apesar da discussão da necessidade de relação entre as mesmas, sabe-se que no ENPEC, por exemplo, prevalecem os participantes com formação nas áreas das licenciaturas. Assim como profissionais da engenharia e da informática predominam, respectivamente, no COBENGE e no CBIE.

Para verificar as áreas de formação destes pesquisadores buscamos os seus currículos na plataforma lattes. Nas poucas situações de ausência de informações nesta base de dados, realizamos a busca pelos seus nomes no Google. Com estas duas alternativas localizamos 410 currículos do total de 443 autores. A seguir, apresentamos as oito categorias referentes às áreas de formação dos pesquisadores na época da publicação do trabalho.

1) **Formação básica nas Licenciaturas:** acadêmicos ou graduados em cursos de Licenciatura.

2) **Formação básica nas Engenharias ou Informática:** acadêmicos ou graduados em cursos de Engenharia ou Informática.

3) **Formação básica nas Licenciaturas e especialização no ensino:** graduados em Licenciaturas e formação continuada no ensino.

4) **Formação básica e continuada nas Engenharias ou Informática:** graduação e formação continuada em cursos de Engenharia ou Informática.

5) **Formação básica nas Engenharias ou Informática e formação continuada no ensino:** graduação em cursos de Engenharia e Informática e formação continuada no ensino.

6) **Formação básica nas Licenciaturas e formação continuada em Engenharia ou Informática:** graduação em Licenciatura e formação continuada em Engenharia ou Informática.

7) **Ensino Fundamental:** alunos que cursavam este nível de ensino.

8) **Ensino Médio:** alunos que cursavam este nível de ensino.

O nosso objetivo inicial foi de contabilizar e apresentar os resultados ao longo de 2011 a 2014 para verificarmos a recorrência de cada uma das categorias ao longo deste período. Porém, a existência de 90 pesquisadores com mais de uma publicação ao longo do mesmo ano e/ou anos posteriores não permitiu a apresentação desta análise. Sendo assim, apresentaremos nas Tabelas 6 e 7 a síntese dos resultados para os autores com mais de uma publicação e autores com uma publicação.

Tabela 6: Relação entre áreas do conhecimento e número de autores com mais de uma publicação

Áreas do Conhecimento	Número de Pesquisadores
Formação básica nas Licenciaturas;	1
Formação básica nas Engenharias ou Informática;	22
Formação básica nas Licenciaturas e especialização em Ensino;	12
Formação básica e continuada nas Engenharias ou Informática;	52
Formação básica nas Engenharias ou Informática e formação continuada em Ensino;	3

Fonte: elaborada pelos autores

Tabela 7: Relação entre áreas do conhecimento e número de autores com uma publicação;

Áreas do Conhecimento	Número de Pesquisadores
Formação básica nas Licenciaturas;	21
Formação básica nas Engenharias ou Informática;	106
Formação básica nas Licenciaturas e especialização em Ensino;	32
Formação básica e continuada nas Engenharias ou Informática;	128
Formação básica nas Engenharias ou Informática e formação continuada em Ensino;	8
Formação básica em Licenciatura e formação continuada nas Engenharias ou Informática;	10
Ensino Fundamental;	5
Ensino Médio;	10

Fonte: elaborada pelos autores

As Tabelas 6 e 7 mostram que a maioria dos pesquisadores sobre robótica no ensino brasileiro não cursaram, na formação básica e continuada, disciplinas ligadas à didática e metodologias de ensino. Porém, a leitura integral dos trabalhos indica que parte destes profissionais desenvolveram suas atividades também com a preocupação de como o ser humano aprende e quais metodologias são adequadas no processo de ensino/aprendizagem. Para ilustrar os autores e as respectivas concepções utilizadas por estes profissionais em relação às teorias de aprendizagens e metodologias apresentamos a Tabela 8.

Tabela 8: Teorias de Aprendizagem e Metodologias presentes nos trabalhos publicados pelos pesquisadores classificados nas categorias 2) e 4).

Autor	Aspectos Abordados
Papert (1980)	Concepção de que o computador proporciona às crianças a capacidade de descobrirem e pesquisarem segundo os seus próprios interesses. Nesta interação, o computador permite o aumento da capacidade de invenção, criação e produção.
Piaget (1952)	Importância das interações dos sujeitos com os objetos da natureza para o desenvolvimento cognitivo.
Ausubel (1978)	Necessidade de investigação do que o aluno já sabe e o ensino de acordo com este conhecimento prévio.
Habermas (2002)	Hipótese de que o processo de formação de professores deve ser apoiado no ideal do professor ser o protagonista de sua própria formação.
Gardner (2007)	Cada pessoa aprende de uma maneira diferente, de acordo com oito tipos de inteligências (linguística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-cinestésica, interpessoal, intrapessoal e naturalista).
Paulo Freire (1985)	Ideia de pensarmos a pedagogia das perguntas ao invés da pedagogia das respostas prontas.

Vygotsky (1984)	Potencial que alguns sujeitos podem ter sobre a aprendizagem de seus pares estabelecendo-se um campo de influência denominada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).
Problem-based-learning (Riek, 2013)	O aprendizado ocorre através da resolução de problemas com robôs, propostos pelo professor, sem uma aula instrucional tradicional prévia.
Active-learning(Riek, 2013)	Conceitos novos são aprendidos e imediatamente aplicados ao robô.
Competition-based-learning (Gómez-de-Gabriel, et al., 2011)	Uma competição entre robôs desenvolvidos por equipes de alunos tem o objetivo de motivar a construção de robôs com o melhor desempenho possível.

Fonte: elaborada pelos autores

As Tabelas 6 e 7 também ilustram que a minoria dos pesquisadores de robótica no ensino eram acadêmicos ou graduados em cursos de Licenciatura ou ainda, graduados em licenciatura e com formação continuada em educação/ensino. A justificativa deste resultado está associada, no nosso ponto de vista, a três fatores: (1) ausência do tema na formação inicial de professores até 2010, verificada por Campos (2011); (2) apenas uma proposta de formação básica de professores no período de 2011 a 2014 que se refere ao Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Parará (UTFPR) e (3) a escassez de alternativas de formação continuada de professores, conforme ilustramos na Tabela 2.

Estes argumentos também indicam que a minoria dos profissionais associados às categorias 1) e 3) devem ter cursado na formação inicial ou continuada disciplinas que abordam, de uma maneira paralela, os três pilares da robótica: programação, mecânica e eletrônica. Neste trabalho, não temos o objetivo de conhecer o conjunto de alternativas adotadas por estes professores para a construção de conhecimentos técnicos que envolvem a robótica. Porém, a leitura integral dos trabalhos desta parcela indica que parte dos pesquisadores procurou se aproximar da robótica com pesquisas de observação de práticas desenvolvidas por outros professores ou ainda desenvolveram atividades sem a construção física inicial de um protótipo. Além disso, também observamos a integração de profissionais das engenharias, informática e licenciaturas como possível movimento para a superação desta dificuldade. Para finalizar destacamos que as pesquisas com a participação de alunos do ensino fundamental e médio estão associadas à apresentação de robôs participantes da mostra nacional de robótica.

8. Considerações Finais

A discussão de se utilizar a robótica em atividades de ensino parece ter um aumento significativo de público brasileiro no período de 2011 a 2014. As 150 publicações neste período, em comparação aos 120 trabalhos localizados no exterior e no Brasil, por Campos (2011) viabilizam a veracidade desta hipótese e, paralelamente, colaboram para a solidificação desta tendência.

Aliada a essa constatação, verificamos que o corpo principal de pessoas que promovem a disseminação desta prática é composto por profissionais com formação básica e continuada em Informática e Engenharias. Para que a robótica no ensino também esteja cada vez mais presente nas atividades dos professores com formação básica em Licenciaturas a busca por alternativas é bastante necessária e três possibilidades nos parecem indicar um caminho para o cumprimento deste objetivo.

É urgente a necessidade por uma formação inicial do professor que contempla a aplicação de conhecimentos teóricos para a compreensão de como protótipos do cotidiano funcionam. Deste modo, quando ele estiver planejando determinado tópico da disciplina, sintase capaz de ensinar conhecimentos de ciências exatas que se fazem necessários para a compreensão do mundo. De outra forma, a abordagem da Física no Ensino Básico não evoluirá da posição de uma disciplina desconectada com a realidade.

Complementarmente à formação inicial do professor, é urgente a necessidade de formação continuada dos professores. Neste contexto, as duas principais constatações deste trabalho: poucas publicações sobre robótica educacional nos principais periódicos e eventos das áreas das ciências e predominância dos profissionais da Informática e das Engenharias como promotores das atividades, colaboram para traçarmos possibilidades atuais e perspectivas futuras de como pode acontecer a capacitação dos professores interessados pelo tema.

Em relação ao acesso de trabalhos nos periódicos e anais de eventos relacionados à robótica no ensino, os autores deste trabalho, atualmente, sugerem a busca por publicações nos anais do Workshop de Robótica Educacional (WRE); Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) / Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE); Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e Mostra Nacional de Robótica (MNR). Estes espaços são ótimas fontes de pesquisas em relação a tipos de protótipos com diferentes níveis de complexidade, tanto para a promoção da robótica com kits livres, fechados e, até mesmo, para a integração dos mesmos. Além do mais, existe um número significativo de trabalhos com a aplicação e a avaliação de propostas, como já apresentamos neste trabalho.

Como os principais periódicos e eventos das áreas das ciências também visam elevar a qualidade do ensino através da disseminação efetiva e permanente de novas práticas de ensino, nas quais se inclui a robótica, acreditamos que estes espaços, num futuro próximo, também se constituirão como fontes de pesquisa sobre a temática. Para a consolidação desta realidade, é fundamental a colaboração dos pesquisadores sobre robótica no ensino através da submissão de trabalhos para revistas e eventos, mesmo que a sua área de formação básica e continuada não seja comum à área de formação do público em geral.

Além da colaboração dos pesquisadores sobre robótica no ensino para a capacitação dos professores através de publicações de trabalhos em fontes de pesquisas clássicas de ensino de ciências, também sugerimos a aproximação entre estes profissionais em atividades que visam à construção de conhecimentos do tripé eletrônica-mecânica-programação que sustentam a robótica. Neste sentido, são imediatas ações do tipo em que o professor “aprende fazendo” em intervenções de construção da parte física e programação de protótipos, as quais são as práticas, de uma maneira geral, inexistentes em cursos de Licenciatura. Em contrapartida, devido à

formação pedagógica, os professores podem colaborar de uma maneira significativa na elaboração e desenvolvimento de atividades de robótica do ponto de vista da atuação do aluno como centro do processo de ensino/aprendizagem. Deste modo, a relação entre as Licenciaturas, Informática e Engenharias transita numa via de mão dupla, na qual a formação é aperfeiçoada para ambos os interessados pelo ensino.

9. Referências

- ALVES, R. M.; DA SILVA, A. L. C.; PINTO, M.de C.; SAMPAIO, Fábio F.; ELIA, M. da F. **Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-Aprendizagem**. Anais da Jornada de Atualização em Informática na Educação, 2012, Rio de Janeiro.
- ALVES, R. M.; SAMPAIO, F. F.; ELIA, M. da F. **DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional**. Revista de Informática na Educação, v.22, n.3, p. 126-140, 2014.
- CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. 2011. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- DA SILVA, A. J. B.; ALMEIDA, E. da S.; **Integração de Múltiplas Plataformas Robóticas no Ensino Fundamental e Médio**. Anais do III Workshop de Robótica Educacional, 2012, Fortaleza.
- DA SILVA, F. I.; SCHERER, D.; **Praxedes: Protótipo de um Kit Educacional de Robótica Baseado na Plataforma Arduino**. Revista: EAD e Tecnologias Digitais na Educação, Dourados, v. 1, n. 1, p. 44-56, 2013.
- D`ABREU, J. V. V.; **Robótica Pedagógica: Percursos e Perspectivas**. Anais do V Workshop de Robótica Educacional, 2014, São Carlos, São Paulo.
- MIRANDA, J. R.; SUANNO M. V. R.; **Robótica na Escola: Ferramenta Pedagógica Inovadora**. Anais do III Workshop de Robótica Educacional, 2012, Fortaleza.
- REIS, G. L.; SOUZA L. F. F.; BARROSO, M. F. S.; PEREIRA, E. B.; NEPOMUCENO, E. G.; AMARAL, G. F.; **A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para a rede pública de ensino**. Revista de Extensão Interfaces, Belo Horizonte, v.2, n.3, p. 52-76, jul./dez. 2014.