

ROBÓTICA EDUCACIONAL E A PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA BASE DE DADOS DA CAPES

Nacim Miguel Francisco Júnior¹

Carla K. Vasques

Thiago Henrique Almino Francisco

Resumo: O presente artigo apresenta elementos de uma dissertação de mestrado em educação e tem por tema a robótica educacional no contexto da produção científico-acadêmica brasileira. Trata-se de um estudo bibliográfico, construído a partir das teses e dissertações veiculadas na base de dados da Capes, nos anos de 1996 a 2008. As pesquisas apontam a ausência de preparação tecnológica como obstáculo à consolidação desta tecnologia nas salas de aula e nos currículos, indicando, para tanto, a importância da formação de professores. Termos como “ferramenta”, “treinamento”, “facilitador”, “mediador” são os mais utilizados, denotando, assim, determinadas concepções acerca da função social da escola e do professor. A epistemologia genética constitui-se como principal fundamento teórico-conceitual. Há, contudo, uma lacuna em grande parte dos estudos no que se refere aos pressupostos que justificam o uso da robótica na escola de maneira a ultrapassar a visão tecnicista do ensino.

Palavras-chave: robótica educacional, produção acadêmico-científica, epistemologia genética.

ROBOTICS EDUCATION AND SCIENTIFIC PRODUCTION IN THE DATABASE OF CAPES

Abstract: This article presents elements of a dissertation in education and has the theme of robotics education in the context of scientific and academic production in Brazil. This is a bibliographical study, built from the theses and dissertations on the basis of data transmitted from Capes, in the years 1996 to 2008. Research indicates a lack of technological readiness as an obstacle to the consolidation of this technology in classrooms and curricula, showing for both the importance of teacher training. Terms like "tool", "training", "facilitator", "mediator" are the most used, denoting thus certain conceptions of the social function of school and teacher. The genetic epistemology constitutes the main theoretical and conceptual foundation. However, there is a gap in most studies with regard to the assumptions that justify the use of robotics in school in order to overcome the technological education.

Keywords: educational robotics, production, academic, scientific, genetic epistemology.

¹ Datos de los autores al final del artículo.

ROBÓTICS EDUCACIÓN Y CIENCIA DE PRODUCCIÓN EN LA BASE DE DATOS DE CAPES

Resumem: Este artículo presenta los elementos de una tesis en la educación y tiene el tema de la robótica educación en el contexto de la producción científica y académica en Brasil. Se trata de un estudio bibliográfico, construido a partir de las tesis y disertaciones sobre la base de los datos transmitidos por la Capes, en los años 1996 a 2008. La investigación indica una falta de preparación tecnológica como un obstáculo a la consolidación de esta tecnología en las aulas y programas de estudio, mostrando por tanto la importancia de la formación del profesorado. Términos como "herramienta", "formación", "facilitador", "mediador" son los más utilizados, lo cual denota lo que ciertas concepciones de la función social de la escuela y el maestro. La epistemología genética parece ser el principal fundamento teórico y conceptual. Sin embargo, existe una brecha en la mayoría de los estudios en relación con los supuestos que justifican el uso de la robótica en la escuela con el fin de superar la educación tecnológica.

Palavras clave: robótica educativa, la producción, académicos, científicos, epistemología genética.

Introdução

O ambiente escolar é cenário de várias mudanças. Novas metodologias, alterações sociais, culturais, econômicas e, entre outras, a evolução tecnológica. As tecnologias também podem se tornar recursos pedagógicos, disponibilizando alternativas para o educar e auxiliando significativamente no processo de construção do conhecimento. As possibilidades dessa interação são evidenciadas, por exemplo, na forma pela qual os alunos atuam diante do uso de recursos tecnológicos no dia-a-dia em sala de aula.

O desenvolvimento da tecnologia mostrou a possibilidade de utilização de várias ferramentas. A Internet é um exemplo, permitindo a pesquisa em tempo real ao acessar bibliotecas de vários países, além de servir como ágil meio de comunicação, de intercâmbio de conhecimento, de cultura, de experiências...

A Robótica surge como uma dessas novas tecnologias. Desenvolvida para atuar nas indústrias automobilísticas e na engenharia, logo sua versatilidade permitiu que fosse aplicada em diversos setores alcançando, assim, a educação. Atualmente, tem atraído a atenção dos alunos, das escolas e dos professores despertando o interesse pelo uso dos recursos computacionais nas disciplinas em geral.

A Robótica é definida como a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção humana (Ullrich, 1987). Área essencialmente interdisciplinar constitui-se na interlocução entre disciplinas como a matemática, a engenharia, a computação, a educação, a psicologia, a medicina etc. Encontra-se presente nos diferentes âmbitos da vida cotidiana: nos eletrodomésticos, nas montadoras de automóveis, nas intervenções médicas. O robô está muito mais próximo do que

imaginamos, compartilhando de nossos modos de ser e viver na contemporaneidade. Segundo Ullrich (1987), um robô é um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar peças, materiais e outros tantos dispositivos especializados para o desenvolvimento de inúmeras ações que promovem bem-estar, conforto, saúde e educação.

É recente, no Brasil, pensar as possibilidades do robô no campo escolar e educacional. No cenário internacional, contudo, a Robótica Educacional já adquiriu lugar de destaque. Não se trata apenas de uma simples ferramenta, mas de um recurso que poderá promover, dentre outros, a pesquisa, o desenvolvimento do raciocínio lógico, o trabalho em grupos, o diálogo entre campos do saber.

De acordo com o Menezes e Santos (2002), os termos Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica referem-se a ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem, constituídos por diversas peças, motores e sensores controláveis por computadores e softwares que permitem programar o funcionamento dos modelos montados. Refere-se à implementação destes dispositivos interfaceáveis com finalidades educacionais e escolares.

O professor, através da Robótica Educacional, cria ambientes de aprendizagem. A sua utilização em sala de aula pode levar à construção de um ambiente multifuncional e reprogramável, capaz de contribuir significativamente para a construção do conhecimento, com imaginação e criatividade. Nesse contexto, o robô pode ser compreendido como um artefato cognitivo que os alunos utilizam para explorar e expressar suas próprias idéias, ou “um objeto-para-pensar-com”, nas palavras de Papert (1986), um dos principais teóricos deste campo.

Acreditamos no potencial estratégico e abrangente que a Robótica Educacional pode trazer ao contexto das salas de aula e dos processos cognitivos. Em função dessas questões é de fundamental importância compreender este recurso como tema de estudo e reflexão. Nesse sentido, apresentar-se-ão elementos relacionados ao atual estado do conhecimento sobre Robótica Educacional no cenário das pesquisas brasileiras: as bases conceituais, as temáticas recorrentes, as instituições de ensino superior, entre outros.

Método

O presente texto articula-se a partir dos campos da Tecnologia Educativa (TE) e da Educação Tecnológica (ET). Segundo Miranda (2007), a Tecnologia Educativa tem suas origens nos anos 40 do século XX, com os estudos de Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) sobre ensino programado. No contexto anglo-saxão tal termo foi redimensionado, adquirindo novos contornos e visibilidade pelas vias da psicologia da aprendizagem, nomeadamente pelas teorias comportamentalistas, cognitivistas e mais recentemente pelas teorias construtivistas. Atualmente, sob seu domínio, encontramos estudos que tratam da aplicação da tecnologia, qualquer que seja, nos processos

educacionais, incluindo as áreas da gestão, do ensino e da aprendizagem. Seu objeto de investigação contempla os recursos e avanços técnicos e, sobretudo, os processos que potencializam o ensinar e o aprender. No que se refere à Educação Tecnológica, implica um âmbito de pesquisa e reflexão mais amplo que o anterior, pois se trata de “saber usar a tecnologia e analisar a sua evolução e repercussão na sociedade” (id, *ibid*, p.43). Um olhar atento não só às tecnologias, mas as racionalidades que justificam os diferentes usos e desusos tecnológicos na contemporaneidade.

Metodologicamente, trata-se de um estudo exploratório de natureza qualitativa, do tipo bibliográfico (Sousa, Fialho & Otani, 2007). Como ponto de partida tem-se as seguintes perguntas: Quais os conhecimentos produzidos ao longo da história recente dos Programas de Pós-Graduação brasileiros sobre Robótica Educacional? Como a Robótica Educacional é compreendida, conceitualizada? Quais os temas abordados? As questões emergentes?

As bases de dados utilizadas para o levantamento das fontes bibliográficas foram o Portal Capes; a BDTD (Biblioteca Digital de Teses e Dissertações); as bibliotecas virtuais; o currículo LATTES de professores envolvidos com o tema e a procura direta.

Como categorias de busca utilizaram-se os seguintes termos: robótica educacional; robótica educativa; robótica pedagógica.

As análises dos documentos, com base nas contribuições de Gil (2006), tiveram como orientação geral a busca de regularidades ou dissonâncias, as quais foram evidenciadas por meio de leituras sucessivas e identificação dos pontos centrais de acordo com princípios da análise de conteúdo qualitativa

Resultados

Foram identificadas onze produções acadêmicas distribuídas entre os anos de 1996 e 2008.

Ano/Nível	1996	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mestrado	1	1	1	2	1	3	1	1

Tabela 1: Universo total de teses e dissertações

Considerando a quantidade de teses e dissertações produzidas pelos programas de pós-graduação, pode-se afirmar que a robótica educacional não se constitui como um tema freqüentemente estudado pelos pesquisadores brasileiros. Como falamos

anteriormente, é uma área ainda insipiente em termos de pesquisas científicas nacionais em contraposição ao seu destaque acadêmico no contexto internacional.

O segundo momento tratava de acessar o material. Foram acessados todos os estudos, são eles: Processos cognitivos de professores num ambiente construtivista de robótica educacional, de Paulo Padilla Petry (1996); Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com O Super Log de Marco Túlio Chella (2002); Robótica Educacional: Uma Experiência Construtiva, de Ivonete Terezinha Ortelan (2003); A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas, de Silvana do Rocio Zilli (2004); A robótica educacional como ambiente para a produção de significados no ensino médio, de Fred Ferreira dos Santos (2004); Um Estudo sobre Robótica Educacional usando Lego Mindstorm, de Carmen Faria dos Santos (2005), Utilização da Robótica Pedagógica no Processo de Ensino-Aprendizagem de Programação de Computadores, de Rogério Rocha (2006); Robótica Pedagógica e Inovação Educacional: Uma Experiência no Uso de Novas Tecnologias na Sala de Aula, de Flavio Rodrigues Campos (2006); RoboFácil: Especificação e Implementação de Artefatos de Hardware e Software de Baixo Custo para um Kit de Robótica Educacional, de Leonardo Cunha de Miranda (2006); Protótipo de um Robô Móvel De Baixo Custo para Uso Educacional, de Paulo César Gonçalves (2007); e, por fim, Roboeduc: especificação de um software educacional para ensino de robótica às crianças como ferramenta de inclusão digital, de Viviane Gurgel de Castro (2008).

Quanto aos procedimentos analíticos, leram-se, inicialmente, todos os resumos. Deste primeiro tempo de leitura, obteve-se um mapeamento da produção acadêmica a partir da estrutura acadêmico-científica formal. Tratou-se, então, de mapear as pesquisas a partir das instituições de ensino superior (IES), das áreas de conhecimento envolvidas e das temáticas abordadas. Posteriormente, os trabalhos foram lidos integralmente. A pergunta era pelos temas pesquisados, pelas metodologias, pelas tendências temáticas e, sobretudo, pelos fundamentos teóricos.

Considerando a distribuição das produções acadêmicas nas instituições de ensino superior brasileiras, obtemos a seguinte configuração:

IES	Grande Área	Área do conhecimento	Total de Trabalhos
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC	Ciências Exatas e da Terra	Ciências da Computação	2
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP	Engenharias	Engenharia Elétrica	1

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES	Ciências Exatas e da Terra	Ciências da Computação	1
Universidade Presbiteriana Mackenzie - UPM	Ciências Humanas	Educação	1
Universidade Estadual de Maringá - UEM	Ciências Exatas e da Terra	Ciências da Computação	1
Universidade Estácio de Sá - UES	Ciências Humanas	Educação	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ	Ciências Exatas e da Terra	Ciências da Computação	1
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS	Ciências Humanas	Psicologia	1
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN	Engenharias	Engenharia Elétrica e de Computação	1
Centro Federal e Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET	Ciências Humanas	Educação Tecnológica	1

Tabela 2: Instituições de Ensino Superior e Áreas do Conhecimento

A produção nacional concentra-se nas regiões sudeste (cinco estudos) e sul (três estudos). A área das Ciências Exatas e da Terra englobou o maior número de produções sobre Robótica Educacional seguida das Ciências Humanas e pelas Engenharias. Notou-se que os Programas de Pós-Graduação em Ciências da Computação tributaram cerca de 45% dos estudos que focam a temática pesquisada. Aproximadamente 27% das pesquisas encontram-se alocadas em Programas de Pós-Graduação em Educação, sobretudo, na região sudeste do Brasil.

No sentido de conhecer e compreender os temas abordados optamos, inicialmente, pela sistematização das palavras-chave e expressões recorrentes, conforme a Tabela 3.

Termos	Quantidade
Robótica Educacional	6
Robótica	2
Tecnologia	1
Ambientes tecnológicos de aprendizagem	1
Ambientes de aprendizagem	1
Inovação pedagógica	1
Aplicações educacionais	1
Informática na Educação	1
Construcionismo	1
Tecnologia	1
Robôs	1
Logo	1
Superlogo	1
Hardware e software	1
Software educacional	1
Inclusão digital	1
Cognição e design	1
Total	23

Tabela 3: Palavras-chave

O termo Robótica Educacional é, obviamente, o mais recorrente nos trabalhos analisados, constituindo-se como aquele que demarca um campo de reflexão e pesquisa. De acordo com Miranda (2007), podemos dizer que as expressões “ambientes tecnológicos de aprendizagem”; “ambientes de aprendizagem”; “inovação pedagógica”;

e “aplicações educacionais” pertencem a dois dos subdomínios da Tecnologia Educativa, ou seja, versam sobre os alunos e os processos de aprendizagem a partir dos recursos de tecnológicos ou sobre o próprio recurso, compreendido como ferramenta tecnológica. Expressões como “Logo” e “Superlogo” apontam as linguagens de programação utilizadas na Robótica Educacional. Segundo Valente (2001) todas as expressões referendam as formas de utilização do computador no ensino e na aprendizagem, especificando diferentes recursos, estratégias e intenções pedagógicas e educacionais.

Como campos de estudo e investigação, as pesquisas podem ser agrupadas segundo dois grandes âmbitos: o da Tecnologia Educacional (o foco está na tecnologia como ferramenta, interessando principalmente o processo técnico) e o da Educação Tecnológica (quando se foca o recurso e seu impacto no contexto social, econômico, cultural e educacional).

Os trabalhos de Petry (1996), Chella (2001), Santos (2005), Miranda (2006) e Gonçalves (2007) situam-se no campo da Tecnologia Educacional (TE). Os estudos que objetivam a aplicação da robótica a conteúdos e situações específicas, como ensino e aprendizagem de matemática, física ou programação de computadores. Por exemplo, citamos o trabalho de Miranda (2006) que teve por objetivo e proposição:

A implementação de um kit de robótica educacional de baixo custo, a fim de facilitar uma maior utilização de tal ferramental nas escolas brasileiras. Para alcançar tais objetivos, foram realizados estudos comparativos entre distintos kits comercializados no mercado nacional. Tais estudos focaram, principalmente, o custo de obtenção e seus recursos de hardware e software, proporcionando um maior entendimento das necessidades de projeto e o seu aproveitamento em sala de aula, viabilizando a concepção e o desenvolvimento do kit de robótica educacional denominado RoboFácil (p.17)

Ou ainda:

O presente trabalho propõe a construção de um robô móvel com a placa GoGo e componentes de baixo custo ou reaproveitados de sucata eletrônica, tendo como objetivo principal contribuir no estudo e aplicação de ferramentas tecnológicas acessíveis à realidade das escolas brasileiras, podendo tais ferramentas serem utilizadas em situações de ensino-aprendizagem através da Robótica Educacional (Gonçalves, 2007, p.12)

Para Miranda (2007), estas pesquisas buscam incorporar a tecnologia aos processos de ensino e aprendizagem a partir de uma discussão circunscrita aos materiais, recursos tecnológicos, softwares etc. A autora refere-se a uma configuração mais tecnicista de investigação.

Chella (2002), por exemplo, aborda a implementação de um laboratório de robótica. O autor apresenta uma proposta de estrutura e analisa a interação do hardware utilizado e as linguagens de programação. O pesquisador descreve a aplicação do ambiente de Robótica Educacional, nas suas palavras:

Uma atividade que acompanhou o processo de desenvolvimento do ARE foi a utilização deste ambiente com aprendizes. O objetivo desta atividade foi avaliar aspectos como facilidade de utilização, funcionalidade dos diversos recursos, confiabilidade em condições reais de uso e a receptividade do aprendiz, representada pelo grau de interesse demonstrado em explorar e aprender sobre as possibilidades oferecidas pelo ambiente (p.121)

Autores como Ortelan (2003), Zilli (2004), Santos (2004), Rocha (2006), Campos (2006) e Castro (2008) situam-se na perspectiva da Tecnologia Educativa articulada à Educação Tecnológica. Trata-se de uma discussão técnica que interroga, pergunta e analisa também a concepção de sociedade, os paradigmas educacionais e, sobretudo, a incorporação da Robótica Educacional no redimensionamento dos processos de ensino e aprendizagem. Como exemplo das discussões propostas pelos autores, destacamos a preocupação de Ortelan (2003) em refletir sobre:

A real possibilidade de implementar uma ferramenta altamente tecnológica no ensino, buscando sustentar a tese de que é possível aplicar um processo de aprendizagem com uso irrestrito de tecnologia, sem com isso desvincular da educação escolar a incumbência de formar um cidadão crítico e socialmente participativo. (...) A questão norteadora para o trabalho está voltada para a importância educacional do software dentro de um projeto educacional que prioriza a construção do conhecimento e não apenas o processo de repasse de informações, tal como a escola tradicional o fazia (p.16)

Rocha (2006) analisa as novas tecnologias a partir, dentre outros, das possíveis implicações nos processos de ensino e aprendizagem:

O presente trabalho foi concebido na perspectiva de que a presença das novas tecnologias no cotidiano da sociedade contemporânea vem se tornando lugar comum, e como consequência, suas possíveis aplicações devem ser avaliadas de forma sistemática sem encantamento ou preconceitos. Entretanto, é pertinente tomar o cuidado de não sucumbir ao chamado “mito da tecnologia”, que afirma que o uso das novas tecnologias no ensino, particularmente o microcomputador, garante melhorias na aprendizagem e no desenvolvimento do aluno (p.95)

Zilli (2004) realiza um estudo envolvendo professores e alunos e propõe a implementação de um laboratório de Robótica, defendendo que a sucata oferece uma série de possibilidades a partir das quais o aluno pode criar vários trabalhos, pois o

material usado é infinito. A robótica, segundo a autora, é uma excelente ferramenta pedagógica para ser implementada em sala de aula.

No mesmo contexto, Ortelan (2003) discute a robótica educacional como uma experiência construtiva, fala sobre os novos rumos da educação e a influência das tecnologias para essas mudanças. O trabalho dá ênfase a formação de professores.

A questão principal está exatamente na forma como essas tecnologias irão entrar na escola. Não basta simplesmente abarrotar as salas de aula de computadores, faz-se necessário um bom e sólido projeto, muito treinamento para os educadores e uma boa habilidade administrativa para prover os recursos. (Ortelan, 2003 p.26)

Na articulação entre Tecnologia Educativa e Educação Tecnológica, como objetivos de investigação, temos: apoiar os professores e os estudantes a iniciar ou melhorar as suas competências e conhecimentos nesta área; construir atitudes positivas frente à tecnologia; gerar confiança para usar os computadores (robôs) sem grande ansiedade. Que conhecimentos e competências tecnológicas deveriam os alunos adquirir na escola, nas suas diferentes etapas e níveis? Os conhecimentos e competências construídos pela Robótica Educacional devem ser integrados nos currículos das disciplinas já existentes? Seria preciso criar disciplinas autônomas ou devem usar-se estas duas estratégias em simultâneo? Tais são algumas das questões que ocupam estes pesquisadores.

De forma resumida, podemos apontar como tendências temáticas a descrição de ambientes de aprendizagem; a reflexão sobre os materiais utilizados para a construção dos projetos; a análise das teorias que fundamentam a ação pedagógica; a aceitação das novas tecnologias por parte dos alunos e dos professores; a incorporação desta tecnologia nas escolas. Os autores recorrentemente apontam a ausência de preparação tecnológica como obstáculo à consolidação da Robótica nas salas de aula e nos currículos, indicando, para tanto, a importância da formação de professores. Termos como “ferramenta”, “treinamento”, “facilitador”, “mediador” são os mais utilizados pelos pesquisadores, denotando, assim, determinadas concepções acerca da função social da escola e do professor. Observamos que há uma lacuna em grande parte dos estudos no que se refere aos pressupostos que justificam o uso da Robótica na escola, de maneira a ultrapassar a visão tecnicista do ensino.

Do ponto de vista da configuração teórico-metodológica, os estudos apresentam-se como pesquisas qualitativas, sobretudo como estudos de caso. Todas as pesquisas têm um caráter exploratório e descritivo.

Como referencial teórico os pesquisadores basearam-se principalmente nas obras de Piaget (1972), Papert (1994), Freire (2002), Santos (2005) e Valente (2001). Entretanto, é construtivismo e a epistemologia genética de Jean Piaget que se apresentam como principais argumentos sustentadores das práticas e reflexões na área da Robótica Educacional.

Considerações sobre epistemologia genética, o construtivismo e a robótica educacional

Segundo Becker (1997), a teoria piagetiana procura demonstrar como o homem, apesar de trazer uma fascinante bagagem hereditária desde o nascimento, não consegue emitir a mais simples operação de pensamento ou o mais elementar ato simbólico por si só. O meio social é incapaz de ensinar ao recém-nascido o mais elementar conhecimento objetivo. Piaget demonstra que o sujeito humano é um projeto a ser construído; o objeto é, também, uma obra em desenvolvimento. Sujeito e objeto não possuem existência prévia, a priori: eles se constituem mutuamente; na interação, se constroem.

O conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado nem nas estruturas internas do sujeito, porquanto estas resultam na construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, uma vez que elas só são conhecidas graças a mediação necessária dessas estruturas, e que estas, ao enquadrá-las, enriquecem-nas (Piaget, 1995, p.1).

A ação de conhecer implica em uma apropriação progressiva do sujeito sobre objeto que age sobre o aquele. Nas palavras de Piaget (1995, p. 30): “conhecer um objeto é transformá-lo, apreendendo os mecanismos desta transformação vinculada as ações transformadoras”.

Conhecer pressupõe, então, trocas com o outro, com o meio físico e social, a interação entre objetos e pessoas. Trocas que interpelam o sujeito, causando necessidades, desejos, questionamentos, contradições, estranhamentos, desequilíbrios necessários à assimilação e acomodação de novas estruturas cognitivas, novos conhecimentos e saberes sobre si e o mundo. Existe uma necessidade de adaptação do homem ao meio. A vida, biológica, afetiva, social é um processo contínuo de adaptação às formas cada vez mais complexas.

Os seres buscam permanentemente o *equilíbrio*. Este é um dos pilares da teoria piagetiana.

A mente do indivíduo, desequilibrada diante de uma situação nova, por não dispor de uma estrutura suficientemente desenvolvida que possibilite o seu completo entendimento, ainda que possuidora de esquemas capazes de entendê-la, em parte, desencadeia um processo de equilíbrio através do funcionamento dos invariantes funcionais (assimilação e acomodação) até o alcance de seu completo entendimento, de sua completa adaptação (Matos, 2008, p. 7).

A idéia de equilíbrio entre ser e meio gera conceitos que são fundamentais e dos quais todos os demais da teoria piagetiana se desenvolvem.

O equilíbrio representa o máximo de atividade do organismo para a manutenção da unidade, através do jogo de compensações das perturbações.

Assim, a equibração traduz o processo interno subjacente à passagem de um nível de funcionamento para outro, desencadeado para compensar perturbações no equilíbrio, até então alcançado pelo organismo. (Matos, 2008, p. 8)

Adaptação. Organização. Estes conceitos são conhecidos como invariantes funcionais. Presentes em cada momento da investigação como lentes organizadoras das informações observadas e processadas. Por isso são invariantes. Como acompanham as funções que os indivíduos realizam enquanto constroem o conhecimento, são, também, funcionais.

Incapaz de dar sentido ou organização à realidade externa, o processo adaptativo implica a necessidade de interação organismo - meio ambiente, sujeito – objeto por meio dos mecanismos da *assimilação e acomodação*. Estes são os conceitos que servem de base para a teoria piagetiana. Quando os dados são incorporados, em seu formato original ou alterados, acontece a assimilação. A necessidade de incorporar novos dados gera modificações no organismo, nessa condição ocorre a adaptação.

O processo adaptativo refere-se à interação do organismo com o meio ambiente. Acontece sempre que um determinado intercâmbio organismo-ambiente tem como efeito a modificação do organismo. O processo de modificação dos elementos do meio, de modo a incorporá-los à estrutura do organismo, é chamado assimilação, ou seja, os elementos são assimilados ao sistema. Assim como os objetos precisam ajustar-se à estrutura peculiar do organismo em qualquer processo adaptativo, o organismo também precisa ajustar-se às exigências idiossincráticas do objeto. Este ajustamento ao objeto é chamado por Piaget de acomodação. (Matos, 2008, p. 9)

A assimilação cognitiva, o ato inteligente, implica, assim, na incorporação, por parte do sujeito cognoscente, de aspectos, elementos, do mundo exterior às estruturas do conhecimento até então constituídas. Trata-se de uma interpretação da uma realidade externa e, inicialmente, estranha. Uma interpretação que se encontra sempre em processo de (re)constituição, (re)significação, (re)adaptação frente às diversas demandas que o outro, os objetos, o mundo impõem aos sujeitos.

Organização. Adaptar implica organizar. O pensamento se organiza mediante a construção de esquemas ou de estruturas cognitivas. Para Flavell (1975, p.45):

Um Esquema é uma estrutura cognitiva que se refere a uma classe de sequências de ação semelhantes, sequências que constituem totalidades potentes e bem delimitadas nas quais os elementos comportamentais que as constituem estão estreitamente inter-relacionados.

O indivíduo organiza seus esquemas/estruturas para conhecer e se relacionar com o ambiente, assim, como, tem a capacidade de adaptar-se ao ambiente.

Os chamados estágios piagetianos – estágio sensório-motor, operatório concreto e operatório formal - nada mais são do que diferentes esquemas de interação entre o sujeito e o mundo externo. E em seu livro *O Nascimento da Inteligência na Criança*, de 1970, Piaget descreve de forma detalhada este longo e laborioso trabalho de conhecer.

As relações entre o sujeito e o seu meio consistem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pelo da atividade do sujeito, mas por um estado indiferenciado; e é desse estado que derivam dois movimentos complementares, um de incorporação das coisas ao sujeito, o outro de acomodação às próprias coisas (Piaget, 1970, p.386)

É importante frisar que acomodação, assimilação, organização, esquema etc. são conceitos altamente dinâmicos e complexos. Conhecer é um processo constante e delicado, que envolve aspectos subjetivos, históricos, culturais, educacionais etc. Para que tal percurso possa desencadear-se, para que o raciocínio e a inteligência se constituam são necessárias experiências exploratórias, ações, interações entre o sujeito e o objeto. Porém, só a interação não é suficiente. A simples manipulação de um objeto não permite a tomada de consciência das suas características e propriedades. É primordial a discussão, a elaboração, a reflexão. Daí a importância do novo, do problema, do professor como propulsores do conhecimento. Abrem-se as portas para uma nova maneira de compreender os processos educacionais e as estratégias de ensino e aprendizagem...

Piaget não teve preocupações maiores com a transposição de suas teorias para o contexto escolar. Este não era seu foco. Entretanto, de sua teoria derivou um fazer que procura construir este diálogo. A tal movimento deu-se o nome de Construtivismo.

Estudos de Banks Leite (1994), Macedo (1994) e Becker (2001) indicam que não há um método de ensino ou uma teoria pedagógica construtivista.

Construtivismo não é uma prática, ou um método; não é uma técnica de ensino nem uma forma de aprendizagem; não é um projeto escolar; é, sim, uma teoria que permite (re)interpretar todas essas coisas, jogando-nos para dentro do movimento da história – da humanidade e do universo (Becker, 2001, p. 72)

Piaget não oferece respostas sobre o que e como ensinar o aluno, afirmam os autores. Por outro lado, a obra deste pesquisador e seu legado teórico permitem aos professores subsídios importantes para estudar, compreender e modificar processos educacionais e práticas pedagógicas. Seus pressupostos auxiliam no sentido de uma posição de respeito frente às singularidades, aos estilos e processos intelectuais (Banks Leite, 1994; Becker, 2001). E, embora não haja uma intencionalidade direta, as investigações piagetianas causaram grande impacto no contexto escolar (Chakur, Silva, Massabni, 2004).

O Construtivismo percebe o erro como uma oportunidade de aprendizagem. A imprecisão nas soluções oferecidas pelos estudantes pode ser entendida como uma etapa no desenvolvimento do pensar do aluno. Em vez de simplesmente julgar a solução do estudante a determinado problema, é possível deixá-lo desenvolver a solução deste dever enquanto se está atento para o tipo de auxílio de que necessita para ser bem sucedido na resolução do mesmo. Esta visão está presente na mecânica da Robótica Educacional. Por meio de projetos, adaptáveis e flexíveis, torna-se viável uma experimentação enriquecida de alternativas. Nesse ambiente pedagógico errar não é um beco sem saída, ao contrário, significa pensar, descobrir uma outra via para se alcançar a concretização do projeto. E o desenvolvimento desse processo reveste o aprender de significado para o aluno.

O erro, assim, tem um papel muito importante no construtivismo. Ele coloca o aluno em situações com problemas, fazendo com que fique estimulado e se empenhe em buscar soluções, pela análise dos erros e por novas tentativas. O erro pode deixar de ser uma forma de punição para o aluno e passa a ser uma situação que leva a criança a entender melhor suas ações. (Zacharias, 2005).

O diálogo com o outro, a importância do grupo e da reflexão - trabalhar, estimular o desenvolvimento das estruturas mentais e, ainda, da própria inteligência, exercitando habilidades, afetividades - são beneficiados pelo trabalho em grupo em sala de aula. A partir da obra piagetiana, aposta-se na riqueza de possibilidades oferecida pela atividade de grupo em vez da fórmula tradicional empregada na aula magistral. Trata-se de incentivar a troca de ideias, as discussões, a tolerância e o exercício da cooperação.

A robótica educacional, a partir destes pressupostos, poderá mobilizar objetivos pedagógicos capazes de auxiliar o professor no ensino. Tal perspectiva é condizente com as aspirações e reflexões sustentadas pela presente pesquisa. Nas palavras de Papert (1986, p. 23):

Embora a tecnologia desempenhe um papel na realização de minha visão sobre o futuro da educação, meu foco central não é a máquina, mas a mente e, particularmente, a forma em que os movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e crescem. Na verdade, o papel que atribuo ao computador é de um portador de “germe” ou “sementes” culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente.

Acredita-se que a articulação do potencial da tecnologia com as funções da escola pode contribuir com a transformação dos processos educacionais. Nessa perspectiva, não encontra respaldo a aprendizagem passiva, caracterizada apenas pela absorção de informações, ou a ênfase nas tecnologias em detrimento dos aspectos pedagógicos, políticos, sociais e culturais constitutivos do ambiente escolar.

Quando a criança pode, num ambiente não coercitivo, coordenar suas ações para estruturar seus conhecimentos a partir de suas próprias concepções; formular hipóteses e testá-las; usar a iniciativa buscando solucionar problemas que fazem parte do seu interesse; organizar mentalmente suas ideias e expressá-las livremente e com convicção; interagir entre iguais coordenando outros pontos de vista aos seus, construindo regras de participação nas suas atividades, ajuizando em diversas situações o que é melhor para todos, então, estarão abertas a ela oportunidades para superar seu egocentrismo, descentralizar construindo relações que contribuem para o desenvolvimento do raciocínio coerente, construir valores sociais que a capacitam a interagir socialmente segundo a moral da cooperação decorrente do respeito mútuo. (Brascher, 2000, p. 86)

Estes aspectos são condições fundamentais para a construção do conhecimento (Kamii, 1990) e apontam que a robótica educacional pode, como recurso pedagógico, também contribuir com a construção dos objetivos socioemocionais da educação (Brascher, 2000).

Considerando os recursos mobilizados pela robótica, sublinha-se a disponibilização de materiais diversificados, capazes de mobilizar a ação, a criatividade e o interesse. O que é possível aprender com papelão, fios, plástico, motores de relógios, impressoras, computadores danificados e desmontados? Com blocos da Lego, com linguagem Logo e o Robolab? Com a construção de maquetes e robôs?

Montar. Programar. Para, por exemplo, construir um robô musical, que se movimenta quando uma melodia é tocada, os alunos utilizam-se de um conjunto complexo de atividades, ações e abstrações. Além dos conhecimentos da música, da informática, da matemática etc., é fundamental a percepção acerca dos seus próprios movimentos, como se fossem eles a movimentarem-se em função de uma melodia. Após tal tomada de consciência e sistematização, estes conhecimentos são transferidos para o robô. Construir e programar um robô implica, assim, aprender novas habilidades cognitivas e também (re)interpretar aquilo que os alunos já sabiam.

A construção dos projetos de robótica demanda também tolerância e persistência por parte dos alunos. É necessário estabelecer relações entre proposta, execução e construção de uma ideia, projeto; sistematizar raciocínios abstratos, lógicos; trabalhar em grupo, com colaboração e negociação de argumentos; participar ativamente na formulação de hipóteses, refletindo e avaliando as diferentes etapas e procedimentos.

A experiência da robótica no contexto educacional é capaz de promover e valorar a cooperação, o diálogo, a interação, a participação pela via da consciência autônoma que, por sua vez, permitirá aos sujeitos situarem-se uns em relação aos outros, sem que as particularidades e singularidades sejam suprimidas. Tais aspectos, conforme Piaget, representam a principal finalidade da educação e da escola.

Conclusões

O tema escolhido - Robótica Educacional - não é ainda muito discutido no cenário acadêmico brasileiro. A partir do levantamento, da compilação e da análise das pesquisas pode-se perceber que este campo de investigação é interdisciplinar, complexo e potente, considerando as demandas educacionais contemporâneas.

Construir conhecimento implica uma apropriação progressiva do sujeito sobre objeto e do objeto agindo sobre o sujeito. Pressupõe trocas com o outro, com o meio físico e social, a interação entre objetos e pessoas. Trocas que interpelam, causando necessidades, desejos, questionamentos, contradições, estranhamentos, desequilíbrios necessários à construção de novas estruturas cognitivas. Por meio da presente pesquisa, pode-se observar o quanto a robótica permite tais interações e construções, contribuindo com os objetivos socioemocionais da educação: o desenvolvimento da autonomia e da cooperação.

Acredita-se, contudo, que tais possibilidades não são inerentes à tecnologia. A manipulação de um objeto não permite a tomada de consciência das suas características e propriedades, tampouco desenvolve a criticidade e a capacidade de reflexão. Para tanto, são primordiais a discussão, o diálogo da tecnologia com a sala de aula, a intervenção de um professor que interpreta, instiga e contextualiza. Processos que, para serem acionados, dependem também (e sobretudo) das políticas públicas, das propostas de formação, da gestão escolar, da qualificação dos espaços escolares.

A contemporaneidade requer novos olhares sobre o ensino e a aprendizagem. Olhares que focam, dentre tantos, as tecnologias que, a cada dia, se incorporam à educação.

As escolas, cada vez mais, preparam o aluno para que ele tenha um conhecimento sobre a base tecnológica, necessitando, assim, de uma integração entre a gestão de sala de aula e os novos recursos tecnológicos.

Implantar a tecnologia nas escolas é um desafio a ser vencido. Mas isso só acontecerá quando a potencialidade deste recurso for compreendida e incorporada crítica e reflexivamente pelos professores, alunos e demais membros da comunidade escolar, como dirigentes, funcionários administrativos e pais. Um processo que se encontra por fazer.

Referências

- Banks, L. L. (1994). *As interações sociais na perspectiva piagetiana*. Série Ideias n. 20, São Paulo: FDE, p. 41-47.
- Becker, F. (1997) *Da ação à operação: o caminho da aprendizagem: J. Piaget e P. Freire*. Rio de Janeiro, DP&A.

- Brascher, A. C. (2000). Objetivos socioemocionais das atividades de conhecimento físico. *Ciência & Educação*, 6 (2), p. 75-87.
- Chakur, C. R. S. L., Silva, R. C., & Massabni, V.G. (2004). O Construtivismo no Ensino Fundamental: um caso de desconstrução. In: 27a. *Reunião Anual da ANPEd*, 2004, Caxambu. Sociedade, Democracia e Educação: UNESP. p. 1-18.
- Chella, M. T. (2002). *Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com O Super Log*. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Flavell, J.H. (1975). *A Psicologia do Desenvolvimento de Jean Piaget*. São Paulo: Pioneira.
- Freire, P. (2002). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, Freire.
- Gil, A.C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (5 ed). São Paulo: Atlas.
- Gonçalves, P. C. (2007). *Protótipo de um Robô Móvel De Baixo Custo para Uso Educacional*. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Kamii, C. (1990). *A criança e o número*. Implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. São Paulo: Papirus.
- Macedo, L. (1994). *Ensaio construtivistas*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Mattos, A.A. (2008). Fundamentos da teoria piagetiana: esboço de um modelo. *Revista Ciências Humanas*, 1(1), p.1-13.
- Menezes, E. T. de, & Santos, T.H. dos. (2002). "Robótica educacional" (verbete). *Dicionário Interativo da Educação Brasileira* - EducaBrasil. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=49>, recuperado em: 16 maio.2010.
- Miranda, G. L. (2007). Limites e possibilidades das TIC na educação. *Sísifo: Revista de Ciências da Educação*, 3, maio/ago, p. 41 -50.
- Ortelan, I.T. (2003). *Robótica Educacional: Uma Experiência Construtiva*. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Papert, S. (1994). *Máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Papert, S. (1986). *Construcionism: a new opportunity for elementary science education; a proposal to the National Science Foundation*. MIT, Media Lab.

- Petry, P. P. (1996). *Processos cognitivos de professores num ambiente construtivista de robótica educacional*. 174p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Piaget, J. (1970). *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense.
- Piaget, J. (1995). *Seis estudos de psicologia*. Trad. Maria Alice Magalhães D’Amorim e Paulo Sergio Lima Silva. (21 ed.) Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Piaget, J., & Gréco, P. (1972). *Aprendizagem e Conhecimento*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos.
- Rocha, R. (2006). *Utilização da Robótica Pedagógica no Processo de Ensino-Aprendizagem de Programação de Computadores*. 115p. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecn. de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Santos, A.R. (1999). *Metodologia científica: a construção do conhecimento*. Rio de Janeiro: DP&A.
- Santos, C. F. (2005). *Um Estudo sobre Robótica Educacional usando Lego Mindstorm*. (2005). 166p. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- Santos, F. F. (2004). *A robótica educacional como ambiente para a produção de significados no ensino médio*. 125p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro.
- Souza, A. C., Fialho, F. A. P., & Otani, N. (2007). *TCC Métodos e Técnicas*. (1 ed.) Florianópolis: Visualbooks.
- Ullrich, R. (1987). *A Robótica: uma introdução*. Rio de Janeiro, RJ: Campus.
- Valente, J. A., & Freire, F. (Orgs). (2001). *Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula*. São Paulo: Cortez.
- Zacharias, V. L. C.F. (2005). *A linguagem LOGO*. Disponível em: <<http://www.centrorefeducacional.com.br/linlogo.html>>. Recuperado em: 10 nov. 2005.
- Zilli, S. (2004). *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas*. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Datos de los autores

Nacim Miguel Francisco Júnior. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE

Carla K. Vasques. Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL

Thiago Henrique Almino Francisco. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE. Faculdade de Ciências Econômicas da Região Carbonífera - FACIERC

Fecha de recepción: 23/03/2010

Fecha de revisión: 18/04/2010

Fecha de aceptación: 12/05/2010