

## Capítulo 1

### Construcionismo e robótica na educação

Autores: Dimitris Alimisis, Chronis Kynigos

#### 1.1. Introdução

Nos últimos anos, o interesse pela utilização educacional da robótica tem aumentado e várias tentativas foram feitas em todo o mundo para introduzir a robótica na educação escolar do jardim de infância ao ensino médio, principalmente nas disciplinas de ciências e tecnologia. Hoje em dia, a robótica é considerada um meio flexível de aprendizagem, oferecendo oportunidades de projeto e construção com pouco tempo e pequenos recursos. A mais nova versão das tecnologias robóticas educacionais, ou seja, os tijolos programáveis, permitem que os alunos controlem o comportamento de um modelo tangível por meio de um ambiente virtual e possibilitam novos tipos de experimentos científicos, nos quais as crianças investigam fenômenos cotidianos em suas vidas (ambos dentro e fora da sala de aula) (Resnick et al, 1996).

No entanto, a introdução bem-sucedida de uma inovação educacional no ambiente escolar não é apenas uma questão de acesso às novas tecnologias. A tecnologia por si só não pode afetar a mente dos alunos e não pode agir diretamente na aprendizagem. Filosofia educacional, currículo e ambiente de aprendizagem apropriados são alguns dos fatores importantes que levam ao sucesso qualquer inovação educacional. Em vista do acima exposto, antes que professores e educadores em todos os níveis corram para explorar a robótica na educação, métodos de ensino apropriados precisam ser formulados e incorporados nos currículos escolares, visto que a maioria das escolas e professores carecem não apenas de experiência e recursos, mas, também, na maioria dos casos, eles têm que operar sob um currículo escolar diretivo que não favorece a inovação educacional. Como Martaric aponta, *com* robótica também) ainda está em sua infância (Mataric, 2004)

#### 1.2 Controle e construção de robôs como um ambiente construcionista

Construção e controle foram as primeiras ideias poderosas sobre o uso de mídia computacional para aprendizagem (Papert, 1980). No que diz respeito à mídia digital, essa ideia envolveu a transição do software de caixa preta para o design de artefatos digitais transparentes (caixa branca) onde os usuários poderiam construir e desconstruir objetos e relações e ter um acesso estrutural profundo aos próprios artefatos (diSessa, 2000, Resnick et al, 2000). Também envolveu a ideia de controle distribuído onde vários

os usuários trabalharam com o mesmo artefato digital na presença ou remotamente de diferentes telas de computador para que pudessem expressar suas ideias em coletivos, em vez de trabalhar individualmente (Mor et al, 2006).

No entanto, a existência de tais mídias não trouxe as mudanças radicais previstas nos ambientes de aprendizagem com base em seu uso (Papert, 2002). Os alunos caíram em 'platôs', incapazes de progredir além de um certo ponto e descobriram que não podiam construir algo muito interessante começando do zero todas as vezes. Para resolver este problema, as perspectivas de design de caixa preta e branca forneceram aos usuários artefatos de caixa preta genéricos que eles poderiam então usar como blocos de construção para suas construções com mídia digital exploratória (Kynigos, 2004).

No uso da robótica, vimos uma transição paralela de situações de caixa preta de robôs pré-fabricados pré-programados, voltados para o local de trabalho, para designs de caixa branca onde as crianças podem construir e programar robôs do zero. No entanto, tem havido pouca ou nenhuma atenção dada ao controle distribuído e soluções de caixa preta onde os alunos podem começar de algo complexo e interessante e, em seguida, passar para o aprendizado, construindo robôs e programas para controlá-los.

Então, que tipos de aprendizagem podem ser nutridos em ambientes de aprendizagem baseados na construção, programação e controle de robôs? Que significados e conceitos podem ser entendidos em tais ambientes? Eles agregam valor ao fomento do pensamento criativo?

A principal teoria de aprendizagem, que foi percebida como útil para abordar as questões, foi a de um tipo especial de construtivismo denominado 'construcionismo' por Papert e seu grupo no Media Lab (Kafai e Resnick, 1996). O construtivismo originou-se de Piaget e percebe a aprendizagem como a geração de significados de indivíduos à medida que eles se esforçam eternamente para trazer alguma coesão às formas como veem o mundo (Fosnot, 1997; Brooks e Brooks, 1993). Experiências concretas tangíveis com o ambiente físico e social são usadas para criar generalizações, discriminar invariantes e construir abstrações.

O construcionismo pode ser visto como um caso especial de aprendizagem em situações em que fazemos ou mexemos com um objeto ou uma entidade. Foi visto por Papert como uma das maneiras pelas quais o pensamento pode se manifestar, tornar público. A construção era vista como uma atividade emergente onde muitas idas e vindas aconteciam, onde o design é parte do processo de construção ao invés de um pré-requisito e onde a construção envolve desconstrução e reconstrução ao invés de apenas construção (Kynigos, 1995). Ao cunhar o termo, Papert queria transmitir uma percepção de aprendizagem ligeiramente diferente da de Piaget, ou seja, que os humanos não se esforçam necessariamente pela coesão, mas estão por natureza empenhados em questionar sua visão do mundo.

O construcionismo foi elaborado no início dos anos oitenta, numa época em que as teorias cognitivas individualistas estavam na vanguarda e, portanto, foi associado a um

percepção individualista da aprendizagem. No entanto, as noções de colaboração e comunicação durante a atividade construtivista foram articuladas pela primeira vez em meados dos anos 80 (Rogoff e Lave, 1984) e desde então se tornaram cada vez mais pertinentes à medida que as tecnologias digitais possibilitaram o acesso de mais de um aluno para a mesma construção ao mesmo tempo (Mor et al, 2006). No entanto, isso ainda não aconteceu com as tecnologias mecânicas e robótica.

Em qualquer caso, essas percepções de aprendizagem parecem se encaixar muito bem com as atividades de construção de robôs e programas para controlá-los. A indústria da robótica visa humanos usando robôs pré-fabricados pré-programados para fazer coisas árduas, repetitivas, mundanas, rápidas, precisas, perigosas ou fisicamente impossíveis. A forma como os robôs são feitos e programados é uma caixa preta para seus usuários. É o mesmo paradigma com o qual muitas tecnologias são construídas de hardware a software e ferramentas digitais. Também é compatível com o paradigma educacional tradicional do professor ou com o livro de currículo revelando e explicando o ready-made, ratificado e, portanto, informação inquestionável.

Na estrutura de paradigmas educacionais progressivos e contemporâneos, a construção e a programação de robôs tornaram-se transparentes para que os indivíduos possam se envolver na construção e programação de robôs eles próprios. Duas tecnologias principais foram projetadas e construídas até agora para os alunos se envolverem em robótica, os kits Lego-Mindstorms e Pico-Crickets do Media Lab do MIT (Resnick et al, 1996; Resnick et al, 2006). Esta metáfora de caixa branca para construção e programação gerou muito pensamento criativo e envolvimento nos alunos, principalmente em ambientes educacionais informais.

No entanto, como no caso da mídia digital, parece haver um patamar que os alunos alcançam no que diz respeito aos tipos de robôs que eles fazem e o que podem programá-los para fazer. Rapidamente se torna muito difícil para qualquer pessoa construir um robô tecnicamente robusto e interessante e programá-lo para fazer coisas complicadas e interessantes. Isto foi notado há algum tempo, como no caso dos grilos do Pico, onde houve uma expansão dos tipos de sensores e dos tipos de construções que os alunos poderiam fazer (Martin et al, 2000) a fim de aumentar, por exemplo, o interesse das alunas.

Uma parte importante do aprendizado com robôs, além de construí-los e programá-los, é controlá-los ou seu ambiente em jogo. Isso tem sido pouco explorado do ponto de vista educacional, precisamente por causa da metáfora da caixa-branca de começar do zero com a robótica. Robôs de controle, no entanto, podem fornecer uma avenida para perspectivas de caixa preta e branca, onde os alunos podem ter distribuído o controle de robôs específicos entre outros. Isso é visto como parte de um ambiente de aprendizagem complexo, da mesma forma que incorpora a construção de robôs e programas para controlá-los como normalmente, mas diferente porque também há ênfase em atividades de aprendizagem interessantes com controle de robôs.

Consideramos o controle do robô como parte integrante do construcionismo. Sugerimos que o controle do robô pode ser percebido como parte integrante do envolvimento construtivista com a robótica e que determinados dispositivos e configurações, onde o controle é projetado para ser interessante, os alunos podem aprender com os tipos de feedback que recebem de suas atividades e intenções de controlar os robôs ou seu ambiente e com os tipos de representações disponíveis para controle.

A robótica é parte integrante da tecnologia de controle. Os caminhos, em que os humanos controlam as máquinas, a semântica das interfaces por meio das quais as controlam e a discriminação do que eles controlam em um determinado comportamento da máquina estão se tornando cada vez mais pertinentes para o entendimento das pessoas. O número e a variedade de máquinas automatizadas que controlamos em nossa vida cotidiana está aumentando contínua e rapidamente. Pense em portas automáticas, alarmes acionados por detectores de movimento, luzes acesas com palmas. Interagimos com eles o tempo todo, mas não temos ideia de como funcionam. Por outro lado, são dispositivos concebidos para a nossa vida cotidiana, o local de trabalho, a casa, os locais públicos, como aeroportos etc.

Considere os dispositivos configurados para que os humanos aprendam as coisas enquanto as controlam para fazer algo interessante. Por exemplo, as maneiras como os robôs respondem às mudanças no ambiente e as mudanças às quais eles respondem são conceitos muito importantes. Discriminar os tipos de coisas que podemos controlar os robôs para fazer e, por consequência, obter uma visão sobre a maneira como eles são programados em situações mais complexas do que aquelas em que podem ser construídos por kits de construção típicos, também foi esquecido. Os meios pelos quais podemos controlar os robôs e a semântica dos dispositivos que usamos para controlá-los podem operar como mecanismos pelos quais expressamos nosso pensamento, como meios expressivos. Não precisamos esperar que os alunos construam seus próprios robôs programados para resolver esses problemas.

### **1.3 Tecnologias robóticas: de tartarugas logo no chão a Lego Mindstorms**

A pesquisa no campo da robótica educacional há anos enfatiza a interação entre a invenção de novas tecnologias e o desenvolvimento de formas inovadoras de aprendizagem: novas ideias pedagógicas podem levar a novas tecnologias e vice-versa (Martin et al. 2000). Desde o final da década de 1960, a pesquisa tem sido desenvolvida para kits de construção robótica para crianças com foco na invenção de kits de construção e ferramentas de programação que as crianças acharão fáceis de entender e controlar, tornando-se participantes ativos em sua aprendizagem e criadores de seus próprios artefatos tecnológicos, de ser apenas usuários de dispositivos que outros fizeram para eles (Martin et al. 2000).

Os primeiros trabalhos, liderados por Seymour Papert, incluíram o desenvolvimento da linguagem de programação Logo (Papert, 1980). Um uso popular do logotipo envolveu um "piso

tartaruga”, um robô mecânico simples conectado a um computador por um cabo de registro. Com canetas montadas no corpo, as tartarugas de chão faziam desenhos em papel, comandados pelos programas Logo. No final da década de 1970, influenciado pela crescente produção de computadores pessoais, o foco foi mudado para as tartarugas de tela, que foram consideradas mais rápidas e mais precisas do que as tartarugas no chão, oferecendo oportunidades para as crianças investigarem e resolverem problemas matemáticos mais complexos. Na década de 1980, a visão de computação de Papert, na qual as crianças exploram ideias construindo seus próprios programas de computador (Papert, 1980), surgiu quando os primeiros microcomputadores entraram nas escolas. Muitas dessas atividades envolveram, na verdade, atividades de design robótico antes de um kit de construção robótica de uso geral para crianças ser disponibilizado.

Em meados da década de 1980, surgiu a tecnologia LEGO / Logo, o primeiro verdadeiro kit de construção robótica amplamente disponibilizado, combinando o popular kit de construção LEGO com a linguagem de programação Logo. A Lego / Logo integrou dois tipos diferentes de atividades de design (Resnick & Ocko, 1991; Resnick, 1993). As crianças começam construindo máquinas com peças de LEGO, usando os tijolos de construção tradicionais de LEGO e peças mais recentes como engrenagens, motores e sensores também. Enquanto os kits de construção tradicionais permitem que as crianças construam estruturas e mecanismos, o LEGO / Logo vai além, permitindo que as crianças construam comportamentos para seus artefatos, conectando suas construções de LEGO a um computador e escrevendo programas de computador com uma versão do Logo (Resnick, 1998).

LEGO / Logo pode ser visto como um retorno ao passado, pois traz a tartaruga da tela de volta ao mundo real. Mas o LEGO / Logo em comparação com as primeiras tartarugas de piso Logo oferecem algumas vantagens importantes: os alunos podem usar o LEGO / Logo não como tartarugas mecânicas prontas, mas precisam construir suas próprias construções antes de programá-las; além disso, as crianças podem usar LEGO / Logo para construir e programar, não apenas tartarugas, mas uma grande variedade de máquinas criativas.

Um grave problema encontrado com a tecnologia LEGO / Logo foi o incômodo (não só em termos técnicos, mas também conceituais) causado pelos fios que conectam o robô a um computador, o que dificultou a criação de robôs autônomos e móveis por crianças. Os tijolos programáveis de LEGO, surgidos no final dos anos 1980, ofereceram uma solução para esse problema, uma vez que funcionam sem fios, proporcionando assim uma função autônoma às construções mecânicas infantis. As crianças podem construir tijolos programáveis diretamente em suas construções de LEGO, incorporando a computação de acordo diretamente em suas construções. Os blocos de LEGO programáveis expandiram significativamente as possibilidades de design e aprendizagem para crianças na década de 1990 (Martin, 1996; Resnick et al, 1996).

Essas primeiras gerações de tecnologias robóticas serviram como a base para o desenvolvimento dos kits LEGO Mindstorms (<http://www.legoeducation.com>), uma linha de conjuntos de Lego combinando blocos programáveis com motores elétricos, sensores, blocos de Lego e peças de Lego Technic (uma linha de Lego interconectando hastes de plástico e

peças, como engrenagens, eixos e vigas). Lego Mindstorms, em homenagem a Papert *Tempestades mentais: crianças, computadores e ideias poderosas* (Papert, 1980), são baseados sobre pesquisas e ideias do grupo Lifelong Kindergarten no MIT Media Lab (Resnick, 1998) e já estão sendo usados em todo o mundo, tanto no ensino fundamental e médio, como no ensino superior.

O LEGO RCX Brick, a primeira versão de varejo do Lego Mindstorms lançado em 1998 e comercializado como Robotics Invention System (RIS), incluiu saídas de motor, entradas de sensor e uma tela LCD. A versão educacional do produto, chamada *Lego Mindstorms para Escolas*, veio com ROBO-LAB, um software de programação baseado em interface gráfica do usuário desenvolvido na Tufts University (<http://www.ceeo.tufts.edu>) usando o *VISÃO do National Instruments Lab* como um motor. A versão atual (Lego Mindstorms NXT) foi lançada em 2006 e vem com servo-motores, novos sensores e o software de programação icônico NXT-G, mas também pode ser suportada por uma variedade de outras linguagens de programação (como NXC, NBC, leJOS NXJ e RobotC).

Os grilos são outra tecnologia robótica, desenvolvida em paralelo com Lego Mindstorms, destinada a permitir que as crianças aprendam matemática, ciência e ideias de engenharia importantes por meio da criação de esculturas musicais, joias interativas, criaturas dançantes e outras invenções artísticas (<http://www.picocricket.com/>) Os grilos também têm como objetivo envolver as crianças em novas formas de aprendizagem em conexão com seus interesses e paixões, e fornecer uma compreensão mais profunda e concreta das ideias científicas e um sentido mais rico da interação entre ciência e tecnologia (Resnick, 1998). Uma pluralidade de designs de Cricket foi desenvolvida ("Display Cricket", "MIDI Cricket", "Science Cricket", "Cricket Bus system") que fornecem verdadeiros conversores analógico-digital nas entradas do sensor, permitindo o uso de uma variedade maior de dispositivos sensores, todos os quais podem se comunicar com um design de críquete padrão.

O design dos grilos foi fortemente influenciado pelo projeto Beyond Black Boxes (BBB), uma iniciativa de educação científica (Resnick et al, 2000) que forneceu uma estrutura teórica e uma coleção de ideias de projetos para uma abordagem construcionista da educação científica. Os grilos visam, entre outros objetivos, permitir que as crianças (e educadores) projetem seus próprios instrumentos científicos para investigações que eles pessoalmente considerem significativos. Ao projetar seus próprios instrumentos, espera-se que as crianças obtenham uma apreciação e compreensão mais profundas de muitos conceitos científicos (Martin et al, 2000)

Também houve explorações interessantes com outros "manipuladores digitais" (Resnick, 1998), onde a computação é adicionada aos brinquedos infantis tradicionais incorporando um Cricket dentro de uma bola (Projeto Bitballs) ou microprocessador e LED embutidos (Projeto Digital Beads) ou eletrônica embutida e comunicação infravermelha (Projeto Thinking Tags). Todos esses projetos visam envolver

crianças em novas maneiras de aprender em conexão com seus próprios interesses e paixões: BitBalls podem ser usados principalmente em investigações científicas, Digital Beads para envolver as crianças na criação de padrões dinâmicos e Thinking Tags para experimentar o comportamento das pessoas em reuniões sociais (Resnick, 1998).

#### 1.4 Robótica em ambientes escolares

Projetos e atividades de robótica em ambientes escolares podem ser classificados em duas categorias distintas, de acordo com o papel que a robótica desempenha no processo de aprendizagem:

- Robótica como *objeto de aprendizagem*: Esta primeira categoria inclui atividades educacionais nas quais a robótica está sendo estudada como um assunto próprio. Inclui atividades educacionais destinadas a configurar um ambiente de aprendizagem que envolva ativamente os alunos na solução de problemas autênticos com foco em assuntos relacionados à Robótica, como construção de robôs, programação de robôs e inteligência artificial.

- Robótica como *ferramenta de aprendizado*: No quadro desta segunda categoria, a robótica é proposta como uma ferramenta para o ensino e aprendizagem de outras disciplinas escolares em diferentes níveis de ensino. A robótica como ferramenta de aprendizagem é geralmente vista como uma atividade de aprendizagem interdisciplinar baseada em projetos, baseada principalmente em Ciências, Matemática, Informática e Tecnologia e que oferece novos benefícios importantes para a educação em geral em todos os níveis.

No entanto, essa classificação nem sempre é fácil e clara. Mesmo nos casos, quando a robótica é introduzida como um objeto de aprendizagem autônomo, ela cobre vários aspectos educacionais e atende a objetivos além daqueles declarados no currículo relevante estendido para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico, habilidades colaborativas, etc. No processo de concepção e programando robôs, os alunos aprendem conceitos importantes de engenharia, matemática e ciência da computação (Druin e Hendler, 2000, Arlegui et al, 2008a). A robótica pode melhorar as atitudes de pesquisa dos alunos, permitir que eles façam suposições, realizem experimentos e desenvolvam suas habilidades de abstração. Assim, a aprendizagem construída por meio da robótica (vista como objeto de aprendizagem) também é valiosa para outras áreas cognitivas pertencentes ao espectro mais amplo das disciplinas escolares.

Nos últimos anos, diversos projetos e iniciativas educacionais têm sido desenvolvidos na área envolvendo universidades, escolas ou outras instituições de ensino e pesquisa. Uma amostra típica deles é apresentada brevemente nas linhas a seguir apenas para oferecer uma noção do pluralismo de áreas temáticas, objetivos educacionais, abordagens de aprendizagem, tópicos e diversos públicos envolvidos em aplicações passadas e atuais da robótica no ambiente escolar mais amplo.

o *Jardim de infância vitalício* grupo do MIT Media Lab (Resnick, 1998 e 2008) desenvolveu vários projetos de robótica que se estendem desde a exploração dos fundamentos do movimento mecânico ( *Aprendendo sobre o movimento*) a um conjunto de ferramentas e atividades para apresentar os artistas à mídia robótica / eletrônica ( *Robotic Art Studio*)

e para *Aprendendo Engenharia por Projetar Robôs* ( para uma lista completa de projetos, veja <http://ilk.media.mit.edu/projects.php> )

Fiorini et al. (2008) descrevem os esforços empreendidos por uma pequena comunidade de professores preocupados em impulsionar a educação científica no distrito escolar de Verona (Itália), promovendo o construtivismo com a ajuda de várias configurações de dispositivos robóticos. Esses esforços vêm acontecendo nos últimos oito anos, lentamente ganhando impulso e impacto. Eles enfatizam que as dificuldades mais marcantes foram encontradas no ambiente educacional e não nos próprios alunos.

A rede *Robot @ Scuola* of Italian Schools trabalha para reunir em uma rede nacional única de escolas, do ensino fundamental ao médio, profissional e vocacional.

qual usar robótica no seus educacional processos  
( <http://www.scuoladirobotica.it/progettieng.htm> ) *Roberta-Goes-EU* projeto ( <http://www.iais.fraunhofer.de/3845.html> ) pretende incentivar os jovens, e especialmente as meninas, por meio da robótica a estudar engenharia, oferecendo cursos de treinamento e materiais de ensino abrangentes para professores e outras pessoas que desejam aumentar o entusiasmo dos alunos por profissões técnicas.

*O PIONEIRO (PledmOnt NEt for Educational Robotics)* é uma rede escolar italiana para o uso educacional da robótica nas aulas escolares. Seu objetivo é promover o construcionismo de Papert em um ambiente cooperativo, estabelecendo um modelo de experiências de programação de minirobô que pode apoiar o currículo padrão para os anos escolares K-12 (De Michele et al, 2008).

Bers e Urrea (2000) no âmbito de um programa de pesquisa no Laboratório de Mídia do MIT, denominado Con-science, tentaram integrar a aprendizagem sobre tecnologia e valores de forma prática, envolvendo famílias, bem como professores, no design e programação de criações robóticas que representam seus valores mais queridos.

Kärnä-Lin et al (2006) observam que embora a robótica seja usada mundialmente na educação como uma ferramenta de aprendizagem, surpreendentemente isso acontece apenas raramente na educação especial. Por meio da pesquisa-ação qualitativa, eles identificaram várias vantagens que a robótica educacional pode trazer para a aprendizagem no campo da educação especial: as tecnologias robóticas permitem que os alunos pratiquem e aprendam muitas habilidades necessárias, como colaboração, habilidades cognitivas, autoconfiança, percepção e compreensão espacial.

Dias et al. (2005) apresentou os desafios e benefícios de três iniciativas de ensino superior no Sri Lanka, Gana e nos EUA que se concentraram na inovação e implementação de tecnologias robóticas para comunidades em desenvolvimento, examinaram as possíveis interseções das tecnologias robóticas com a educação e o desenvolvimento sustentável e os fatores que contribuiu para o sucesso de tais iniciativas educacionais concebidas especialmente para comunidades em desenvolvimento.



Mitnik et al. (2009) descrevem um projeto educacional baseado em robótica e o comparam com uma atividade simulada por computador semelhante. O projeto teve como objetivo desenvolver habilidades de construção e interpretação de grafos e reforçar a aprendizagem de conceitos de cinemática. A atividade foi realizada por meio de um conjunto de handhelds e um robô interligados sem fio. Os resultados mostraram que os alunos, por meio da atividade robótica, obtiveram um aumento significativo em suas habilidades de interpretação de gráficos, que provou ser quase duas vezes mais eficaz do que a atividade simulada por computador. Além disso, a atividade robótica provou ser altamente motivadora para os alunos e estimulou a colaboração entre eles.

O projeto Science, Engineering, NASA Site Of Remote Sensing (SENSORS) (Portsmore et al. 2004) tinha como objetivo ajudar a trazer o sensoriamento remoto e a tele-robótica para o público do ensino fundamental e médio. Através da web, os usuários controlam remotamente rovers baseados em LEGO RCX enviando programas que instruem a criação para completar ou coletar dados.

Outros esforços de pesquisa têm se concentrado na integração da Robótica na Educação Infantil, desenvolvendo atividades atraentes e práticas eficazes para o aprendizado com tecnologias digitais em idade pré-escolar (Bers et al, 2002; Pekarova, 2008), enquanto outros se concentram em alunos de escolas técnicas e vocacionais, envolvendo-os no projeto, construção e programação de um dispositivo robótico que lhes permitiu explorar fenômenos mecânicos como a transmissão de movimento auxiliada por engrenagem (Alimisis et al, 2005) ou a função de engrenagem e vantagem mecânica (Chambers e Carbonaro, 2008). Carbonaro et al. (2004) descrevem um ambiente de aprendizagem baseado em projeto no qual várias tarefas de construção robótica baseadas em LEGO Mindstorms foram realizadas por alunos do ensino médio e destacam alguns produtos de amostra de seu trabalho.

## **1,5 Educacional Robótica além Escola Configurações: Competições e outros eventos**

Além das atividades que acontecem em ambientes escolares, muitos outros eventos robóticos acontecem em contextos de educação informal, estruturados como competições ou exposições. A cada ano, várias associações relacionadas à robótica anunciam desafios com certas regras, e milhares de equipes de jovens (e mais velhos!) Competem em eventos nacionais e internacionais. A missão das competições é geralmente envolver os jovens em um treinamento estimulante baseado em mentores que desenvolve habilidades em ciência, engenharia e tecnologia, inspira inovação e promove autoconfiança e habilidades de comunicação. As competições de robótica e o trabalho de projeto relevante aparecem como uma plataforma muito adequada para apoiar a aprendizagem baseada em equipe, que muitas vezes é subestimado nos sistemas escolares atuais (Petrovič e Balogh 2008).

As competições de robótica estão crescendo rapidamente em tamanho e popularidade e provaram ser muito motivadoras para os jovens (Sklar et al, 2003). Por exemplo, o FIRST

( F ou Eu inspiração e R reconhecimento de S ciência e T ecnologia) O desafio do robô LEGO League, aberto a alunos de 9 a 14 anos, cresceu de 200 equipes de alunos nos EUA em 1998 para mais de 4.600 equipes de alunos nos EUA em 2006 e mais de 2.800 equipes de alunos em outras partes do mundo (<http://www.usfirst.org>). Concurso RoboCup e RoboCup Junior (<http://www.robocup.org/>) é outro evento internacional. Seu objetivo é fomentar a pesquisa de inteligência artificial e robótica, fornecendo um problema padrão onde uma ampla gama de tecnologias pode ser examinada e integrada (Sklar et al. 2003).

Algumas das muitas outras competições locais, nacionais ou internacionais realizadas em toda a Europa estão listadas abaixo:

- *RoboParty* pelo Grupo de Robótica da Universidade do Minho (Guimarães, Portugal) (<http://www.robotica.dei.uminho.pt>) onde os participantes constroem robôs do zero
- *CEABOT* (<http://www.robot.uji.es/research/events/ceabot08>), um nacional competição de pequenos robôs humanóides pelo RoboticsLab, Universidade Carlos III de Madrid - Espanha
- *RobotChallenge* (<http://www.robotchallenge.at>) para robôs autônomos, autônomos e móveis, hospedado em Viena pela Austrian Society for Innovative Computer Science
- *Istrobot* realizado na Universidade Técnica Eslovaca (<http://www.robotika.sk>) de a associação Robotika.SK

Uma série de exposições interativas, projetadas para os alunos controlarem em situações de jogo interessantes, foi recentemente disponibilizado em um centro de jogos sérios informais em Atenas chamado 'Polymechanon', que funciona em contextos de educação informal sem as restrições do sistema escolar (Kynigos 2008). Em Polymechanon

os visitantes podem ser imersos diretamente em jogos colaborativos, onde quanto mais eles entendem o que controlam e como os robôs respondem às mudanças ambientais, melhores jogadores eles se tornam. Os conceitos por trás dos jogos são os comportamentos do robô e aspectos do ambiente do robô que o ser humano pode controlar, o tipo de controle que eles têm sobre esses comportamentos, as respostas do robô a aspectos de seu ambiente e os papéis consistentes ou variáveis dos robôs no jogo em mão.

## 1.6 Competições ou exposições?

Embora as competições sejam motivadoras e benéficas em muitos aspectos para os alunos, as exposições são sugeridas como uma abordagem alternativa que pode apoiar mais colaboração e menos antagonismo. As exposições oferecem aos jovens a oportunidade de expor seus trabalhos ao público sem a necessidade de competir com seus colegas de escola. Se os alunos estão profundamente envolvidos no design de seus projetos robóticos, bem como no design do evento de exibição em si, as exposições podem fornecer o mesmo nível de

motivação e engajamento, em comparação com as competições (Rusk et al. 2007). Alunos e membros da comunidade escolar de todas as idades podem ser convidados a uma exposição para se juntarem e interagirem informalmente com cada projeto e seus criadores. A natureza aberta de um formato de exibição, embora mantenha os benefícios motivacionais de uma exibição pública de projetos de alunos, acomoda uma gama mais ampla de habilidades e oferece espaço para uma maior variedade de expressão criativa (Turbak e Berg 2002).

## 1.7 O papel dos professores e o projeto TERECoP

Embora o papel dos professores na introdução e uso efetivos da robótica no processo educacional seja particularmente importante, poucos projetos abordaram o problema da formação de professores na concepção e implementação da robótica em ambientes de sala de aula. Por exemplo, Bers et al. (2002) apresentam uma metodologia para ensinar professores em formação a integrar tecnologia em sala de aula seguindo uma abordagem construcionista. Eles descrevem experiências nas quais professores em formação desenvolvem projetos robóticos para envolver seus alunos na exploração e aprendizagem de novos conceitos e maneiras de pensar. O Programa de Mentoria de Aluno Professor (STOMP) na Tufts University (Portsmore et al. 2003) trouxe estudantes de engenharia para ambientes educacionais como um mecanismo de apoio para professores que não estavam familiarizados com a robótica e os conceitos de engenharia,

o TERECoP projeto ( *Formação de professores em construtivista aprimorada em robótica Métodos Pedagógicos*, [www.terecop.eu](http://www.terecop.eu) ), envolvendo 8 instituições de ensino de 6 países europeus, está sendo ativado no campo da formação de professores em robótica educacional. No âmbito do projeto TERECoP, uma metodologia construtivista destinada a permitir que os professores introduzam a robótica nas suas salas de aula como ferramenta de aprendizagem num contexto construtivista, foi concebida, implementada e avaliada em cursos de formação piloto realizados em cada um dos 6 países europeus participantes (Alimisis et al, 2007; Alimisis, 2008 ; Papanikolaou et al, 2008; Arlegui et al, 2008b; Fava et al 2009).

Partindo da premissa de que o uso da robótica como ferramenta de aprendizagem exige dos professores uma mudança conceitual da ideia de aprender com a tecnologia, predominante nos modelos tradicionais de ensino assistidos por computador, para a aprendizagem

com tecnologia em ambientes de aprendizagem baseados em projetos (Carbonaro et al. 2004)

e acreditar no axioma do educador *“Os professores ensinam como são ensinados, não como devem ensinar”*,

Projetamos uma metodologia de treinamento para futuros professores e professores em serviço com o objetivo de envolvê-los em atividades robóticas que eles pudessem implementar de forma criativa com seus próprios alunos. Buscando o desenvolvimento profissional construtivista dos professores, nosso currículo é inspirado no mesmo espírito construtivista que gostaríamos que nossos estagiários promovessem em suas aulas. Em sintonia com a proposta de uso da robótica como ferramenta de aprendizagem construtivista, nosso currículo de curso pretende formar professores da mesma forma que se espera que eles eduquem seus alunos.

A ideia de "aprendizagem por design" é central em nossa pedagogia apoiada por uma abordagem de aprendizagem baseada em projetos. As tarefas de aprendizagem do curso são organizadas como projetos de robótica de pequena ou grande escala, incentivando os trainees a projetar e desenvolver seus próprios produtos. Como Rusk et al (2008) apontam, a forma como a robótica é atualmente introduzida em ambientes educacionais é desnecessariamente estreita e eles sugerem que atividades de projeto, com foco em *temas* e não apenas em *desafios*, ajuda a envolver públicos amplos e diversos na robótica. De acordo com esta ideia, os projetos propostos em nossa metodologia enfocam temas amplos o suficiente para dar a todos liberdade para trabalhar em um projeto de acordo com seus interesses e são desenvolvidos em torno de problemas abertos envolvendo os participantes não apenas na "resolução de problemas", mas também na "Localização de problemas" (Rusk et al, 2008).

O conhecimento e as experiências adquiridas, bem como as lições aprendidas durante a ação conjunta da parceria TERECoP durou três anos (2006-2009), são apresentados nos próximos capítulos deste livro, incluindo feedback valioso dos professores ativamente envolvidos como estagiários em nossos cursos de treinamento. A aspiração dos autores é contribuir para o progresso do diálogo relevante entre a comunidade de pesquisa na área e, mais importante, para convencer professores e formadores de professores sobre o potencial pedagógico da robótica e fornecer-lhes metodologias de treinamento e aprendizagem, ferramentas, exemplos, ideias e recursos que, espera-se, considerem úteis ao introduzir a robótica de forma construtivista nas aulas.

### **Referências**

- Alimisis, D. (2008). Projetar treinamento construtivista aprimorado pela robótica para a ciência e professores de tecnologia: o Projeto TERECoP. No Processo de *Conferência Mundial sobre Multimídia Educacional, Hipermídia e Telecomunicações*, AACE, Chesapeake, VA, pp. 288-293.
- Alimisis, D., Karatrantou, A. Tachos, N. (2005). Projeto de alunos de escolas técnicas e desenvolver construções baseadas em engrenagens robóticas para a transmissão de movimento. Em Gregorczyk G., Walat A., Kranas W., Borowiecki M .. (eds.), *Eurologo 2005, Digital Tools for Lifelong Learning, Proceedings*, Varsóvia: DrukSfera, pp. 76-86
- Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., Papanikolaou, K. (2007). Robótica e Construtivismo na Educação: o projeto TERECoP. Em Ivan Kalas (ed.),

- EuroLogo 2007, 40 Anos de Influência na Educação, Proceedings of the 11<sup>th</sup> European Logo Conference*, 19 a 24 de agosto de 2007, Comenius University, Bratislava, Eslováquia
- Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., Pina, A. (2008a). Robótica, Ciência da Computação currículos e atividades interdisciplinares, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy) 2008, 3-4 de novembro, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 10-21
- Arlegui, J., Fava, N., Menegatti, E., Monfalcon, S., Moro M. e Pina, A. (2008b). Robótica nos níveis de ensino primário e secundário: tecnologia, metodologia, currículo e ciência, nos Anais da 3<sup>a</sup> Conferência Internacional ISSEP INFORMATICS in SECONDARY SCHOOLS EVOLUTION and PERSPECTIVES, 1-4 de julho de 2008 Toruń, Polónia
- Bers, M., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A. & Schenker, J. (2002). Professores como Designers: Integrando a Robótica na Educação Infantil. *Anual de Tecnologia da Informação na Educação Infantil*, AACE 2002 (1), 123-145.
- Bers, M., Urrea, C. (2000). Orações tecnológicas: pais e filhos trabalhando com Robótica e Valores. Em A. Druin & J. Hendler (eds.) *Robôs para crianças: explorando novas tecnologias para experiências de aprendizagem*. NY: Morgan Kaufman, 194-217
- Brooks, J., Brooks M. (1993). *O caso de salas de aula construtivistas*. Alexandria, Virginia: Associação para Supervisão e Desenvolvimento Curricular.
- Carbonaro, M., Rex, M., Chambers, J. (2004) Using LEGO Robotics in a Project-Based Ambiente de Aprendizagem, 2004 *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6 (1).
- Chambers, J., Carbonaro, M. (2003). *Projetando, desenvolvendo e implementando um curso na LEGO Robotics para a formação de professores de tecnologia*. Revista de Tecnologia e Formação de Professores. 11 (2), pp. 209-241. Norfolk, VA: AACE.
- De Michele, S., Demo, B., Siega, S. (2008). A Piedmont SchoolNet para um Mini-Jardim Projeto de programação de robôs: Experiências em escolas primárias, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy) 2008, 3-4 de novembro, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 90-99
- Dias, MB, Mills-Tettey, GA, Nanayakkara, T. (2005). Robótica, Educação e Desenvolvimento sustentável. *Conferência Internacional IEEE 2005 sobre Robótica e Automação*, Abril de 2005, 4248-4253.
- DiSessa, A. (2000). *Mudando mentes, computadores, aprendizado e alfabetização*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Druin, A., Hendler, J. (eds) (2000) *Robôs para crianças: explorando novas tecnologias para a aprendizagem experiências*. Morgan Kaufman / Academic Press, São Francisco
- Fava, N., Monfalcon, S., Moro, M. Menegatti, E. Arlegui, J., Pina, A. (2009). Professor formação na área científica através de atividades de robótica: algumas experiências da Itália e Espanha, *Proceedings of INTED2009 Conference, 9-11 de março de 2009, Valência, Espanha*, 747-756

- Fiorini, P., Galvan, S., Giuliani, L., Pighi, L., (2008). É preciso muita gente ... para fazer ciência Education, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING And PROGRAMMING For AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy), ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 43-53
- Fosnot, C. (1997). *Construtivismo: Teoria, perspectivas e prática*. Nova York, Nova York: Teachers College Press.
- Kafai Y., Resnick M. (Eds) (1996) *Construcionismo na prática*, Lawrence Erlbaum Editores Associados, Mahwah, New Jersey.
- Kärnä-Lin, E., Pihlainen-Bednarik, K., Sutinen, E., Virnes, M. (2006). "Os robôs podem ensinar? Resultados Preliminares em Robótica Educacional em Educação Especial," *icalt*, pp.319-321, Sexta Conferência Internacional IEEE sobre Tecnologias de Aprendizagem Avançada (ICALT'06).
- Kynigos, C. (2008), Perspectivas de caixa preta e branca para controle distribuído e construcionismo na aprendizagem com robótica, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy) novembro de 2008, 3-4 ISBN 978-88-95872-1-8, pp. 1-9
- Kynigos, C. (1995). Programação como meio de expressar e explorar ideias em um Sistema Educacional Diretivo: Três Estudos de Caso. *Computadores e Aprendizagem Exploratória*, diSessa, A, Hoyle, C. e Noss, R. (eds), Springer Verlag OTAN ASI Series, 399-420.
- Kynigos, C. (2004). A Abordagem caixa-preta para capacitação do usuário com Computação de componentes, *Ambientes de aprendizagem interativos*, Carfax Pubs, Taylor and Francis Group, Vol. 12, Nos. 1-2, 27-71.
- Kynigos, C. (2007) Half-Baked Logo Microworlds as Boundary Objects in Integrated Projeto, *Informática na Educação*, 2007, vol. 6, No. 2, 1-24, Instituto de Matemática e Informática, Vilnius.
- Kynigos, C., Latsi, M. (2006) Vetores em uso em uma simulação de jogo de malabarismo 3D, *Jornal Internacional de Tecnologia em Educação Matemática*, 13.1, 3-10.
- Martin, F (1996) " Crianças aprendendo ciência da engenharia usando LEGO e o programável tijolo. " Apresentado na reunião anual da American Educational Research Association, Nova York, NY, 8 a 12 de abril de 1996
- Martin, F., Mikhak, B., Resnick, M., Silverman, B. e Berg, R. (2000). To Mindstorms and Beyond: Evolution of a Construction Kit for Magical Machines, Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies, Robots for kids: explorando novas tecnologias para a aprendizagem, Pages: 9 - 33
- Mataric, M. (2004). Educação em robótica para todas as idades, procedimentos, AAAI Spring Simpósio sobre Educação Acessível, IA prática e robótica, Palo Alto, CA, 22 a 24 de março de 2004

- Mitnik R., Recabarren, M., Nussbaum, M. e Soto, A. (2009). Robótica colaborativa instrução: uma experiência de ensino de gráfico, *Computadores e educação*, Artigo na imprensa, disponível online em 25 de março de 2009.
- Mor, Y., Hoyles, C., Kahn, K., Noss, R. e Simpson, G. (2006) Designing to see and share estrutura em sequências numéricas, *Jornal Internacional de Tecnologia em Educação Matemática*, 13, 65-78.
- Papanikolaou, K., Frangou, S., Alimisis, D. (2008). Professores como designers de robótica-projetos aprimorados: o curso TERECoP na Grécia, Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy), 3-4 de novembro de 2008, ISBN 978-88-95872-01-8, pp.100-111.
- Papert, S. (1980). *Tempestades mentais. Crianças, computadores e ideias poderosas*. Nova York: Básico livros.
- Papert, S. (1992). *A Máquina das Crianças*. NY: Livros Básicos.
- Papert, S. (2002). A longa viagem lenta da tartaruga: Perspectivas macroeducológicas sobre Microworlds. *Journal of Educational Computing Research*, 27 (1), 7-28.
- Pekárová, J. (2008). Usando um brinquedo programável na idade pré-escolar: por que e como? Workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy) 2008, 3-4 de novembro, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 112-121
- Petrovič, P., Balogh, R. (2008). Iniciativas de robótica educacional na Eslováquia, workshop Proceedings of SIMPAR 2008, Intl. Conf. on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS, Venice (Italy) 2008, 3-4 de novembro, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 122-131
- Portsmore, M., Rogers, C. & Pickering, M., (2003), "STOMP: Student Teacher Outreach Programa de Mentoria ", *Anais da Conferência e Exposição Anual da Sociedade Americana de Educação em Engenharia de 2003*, American Society for Engineering Education, disponível em <http://www.asee.org/acPapers>
- Portsmore, M., Rogers, C., Lau, P. & Danahy, E .. (2004). Sensoriamento Remoto e Tele-robótica para o Ensino Fundamental e Médio Via Internet. *Computers in Education Journal*, XIV (2), 72 - 75
- Resnick, M. (1993). Kits de construção de comportamento. *Comunicações do ACM*, vol. 36, não. 7, pp. 64-71.
- Resnick, M. (1998). Tecnologias para o jardim de infância ao longo da vida *Tecnologia Educacional Research & Developmen*, vol. 46, não. 4
- Resnick, M. (2006). Computador como pincel: tecnologia, jogo e sociedade criativa. Em Singer, D., Golikoff, R., e Hirsh-Pasek, K. (eds.), *Brincar = Aprender: Como brincar motiva e melhora o crescimento cognitivo e socioemocional das crianças*. Imprensa da Universidade de Oxford.

Resnick, M. e Ocko, S. (1991). LEGO / Logo: Aprendendo por meio e sobre o design. No *Construcionismo*, editado por I. Harel & S. Papert. Norwood, NJ: Ablex Publishing.

Resnick, M., Berg, R. e Eisenberg, M. (2000) Beyond Black boxes: Bringing transparência e estética de volta à investigação científica, *Journal of the Learning Sciences*, (9) 7-30.

Resnick, M., Bruckman, A. e Martin, F. (1996a). Planos, não aparelhos de som: criando kits de construção computacional. *Interações ACM*. Setembro / outubro de 1996.

Resnick, M., Martin, FG, Sargent, R., & Silverman, B. (1996b). Tijolos programáveis: Brinquedos para pensar. *IBM Systems Journal*, 35 (3 e 4), 443-452.

Rogoff, B., Lave, J. (Ed.) (1984). Todo dia *Cognição: seu desenvolvimento no contexto social*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Rusk, N. Resnick M., Berg, R., Pezalla-Granlund M. (2008) New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation, *J Sci Educ Technol* (2008) 17: 59-69

Sarama, J., & Clements, D. (2002). Design de Micromundos em Matemática e Ciências Educação, *Journal of Educational Computing Research*. 27 (1), 1-3.

Sklar, E. Eguchi, A. e Johnson J. (2003), RoboCupJunior: Learning with Educational Robótica, em GA Kaminka, PU Lima e R. Rojas (Eds.): RoboCup 2002, LNAI 2752, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg pp. 238-253.

Turbak, F., Berg, R. (2002) Estúdio de design robótico: explorando as grandes ideias da engenharia em um ambiente de artes liberais. *J Sci Educ Technol* 11 (3): 237-253