

Sistemas robóticos para aprendizagem

Tiago Pereira

Departamento de Engenharia Informática

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Porto, Portugal

1050085@isep.ipp.pt

Abstract—Presently there is already some investigation about the aids of Information, Communication and Technology, combined with blended-Learning and e-Learning, in the teaching subject. These approaches are not new, and when used correctly have proven to be valuable. However, in a continuously and rapidly changing world, these approaches may become quickly outdated. Just let us think about creativity teaching expert Sir Ken Robinson's lectures, where he shows how education must evolve as fast as the technological demands. Presently there is much talk about various robot competitions being held, from footballer-robots to rescue-robots, youngsters are feeling attracted to this subject. Also, there is the possibility to decrease education costs or provide a means to teach with the help of robots (*r-Learning*) in underdeveloped countries, where travel and accommodation costs many times imply that children will not have a satisfactory access to education. Projects like the OLPC XO-1 and Raspberry-Pi have provided access to technological education with great success, mainly due to its low-price and captivation capability to children, but they are mainly directed to technological education. To prepare for a new teaching approach, like *r-Learning*, with success, non-technological applications must be studied. Some projects already have started, like a teaching assistant robot in Elementary School Music Classes, and even an Iranian teacher, which developed a robot to encourage young children to learn their daily prayers. Although there are already some projects, there are still only a few, being the goal of this paper to provide some data and more projects regarding the subject of *r-Learning*.

Keywords—*robot; r-Learning; education; technology; Teaching Assistant*

Resumo— Atualmente existe já alguma investigação centrada no apoio de Tecnologias da Comunicação e Informação, combinada com *blended-Learning* e *e-Learning*, no campo do ensino. Estas abordagens não são temas novos, e quando utilizadas corretamente têm-se mostrado como bastante úteis. No entanto, num mundo em contínuo e rápido desenvolvimento, estas abordagens rapidamente se tornarão obsoletas, tendo em conta as palestras de Sir Ken Robinon, onde este apresenta a necessidade dos métodos de ensino acompanharem a

evolução tecnológica. Presentemente existe muita atenção à volta de competições que vão de robots-futebolistas até robots de equipas de salvamento, os mais jovens começam a ficar atraídos com estes sistemas. Existe igualmente a vantagem de ser possível baixar custos de educação ou possibilitar ensinar com apoio de robots (*r-Learning*) em países subdesenvolvidos, onde os altos custos de deslocação e alojamento podem fazer com que as crianças não tenham acesso a educação académica. Projetos como OLPC XO-1 e Raspberry-Pi têm provado sucesso na educação com uma vertente mais tecnológica, principalmente devido ao seu baixo custo e capacidade para cativar, no entanto são principalmente vocacionados para a vertente tecnológica. De forma a iniciar a preparação para uma nova abordagem educativa com sucesso, como o *r-Learning*, vertentes não-tecnológicas deverão começar a ser estudadas. Alguns projetos foram já iniciados, como um assistente ao ensino de aulas de música numa escola básica, ou até mesmo um docente iraniano que desenvolveu um robot para estimular as crianças a aprender as preces diárias. No entanto estes projetos são ainda poucos, sendo que este artigo tentará estudar mais a fundo dados e novos projetos no campo do *r-Learning*.

Palavras-chave — *robot; r-Learning; educação; tecnologia; assistência ao ensino*

I. INTRODUÇÃO

Existe atualmente a necessidade de serem feitos novos estudos relacionados com os modelos de aprendizagem, principalmente modelos que utilizem novas tecnologias como apoio. Os modelos clássicos já se provaram menos eficientes do que inicialmente pensado e, para além deste facto, as novas gerações estão sujeitas a um meio ambiente bastante diferente do existente quando foram criados os atuais modelos.

Estas gerações estão rodeadas de novos estímulos, como telemóveis e outros dispositivos estimulantes, que lhes desvia a atenção, ou por serem mais atrativos, ou apenas por se terem tornado parte integrante do seu dia-a-dia de tal forma que não é presentemente possível viver em sociedade sem estes. Estes estímulos, para além de se encontrarem sempre presentes, são também constantes.

Também as atuais exigências são muito maiores. Neste momento é exigido pelos próprios docentes aos alunos, que consultem constantemente as atualizações aos conteúdos e avisos das disciplinas nas plataformas de apoio ao ensino, como por exemplo, Moodle, uma vez que de um momento para o outro é alterado algo que será necessário para a aula seguinte, o que também leva a que, mesmo os alunos mais interessados e motivados, sintam a necessidade de, mesmo estando numa aula, estar a pensar em formas de consultar o conteúdo das outras disciplinas, com o receio de perder algo.

Como tal, temos que começar a estudar, explorar, testar novas abordagens, se não para novos modelos de aprendizagem, pelo menos procurar adaptar os modelos existentes de forma a atrair a atenção dos estudantes, tentando fazer com que estes não se distraiam com os estímulos externos e se foquem no assunto leccionado.

Deve ser tido em mente que esta tarefa é difícil, uma vez que a atenção destes está constantemente a ser desviada por sinaléticas avisadoras, tais como sons, luzes e vibrações de dispositivos, e mesmo impedindo a entrada deste estímulos nas salas de aula, estes não são eliminados mal os alunos saiam da sala. Ou seja, nos momentos de estudo fora da escola, estes encontram-se igualmente presentes, o que continuará a impedir a concentração dos alunos.

Tipicamente a utilização de novas tecnologias no ensino estão maioritariamente direcionadas para o ensino de disciplinas ligadas às ciências, tecnologias, engenharias e matemáticas, ou seja, as disciplinas designadas de STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), mas para uma nova metodologia ter realmente sucesso e passar o algo apenas utilizado por inovadores para algo utilizado por todos, esta tem que ser transversal a todas matérias, tanto STEM como outros temas.

Após o impacto inicial dos sistemas de e-Learning, com a atual generalização, os alunos já não se sentem motivados pela sua utilização nas aulas, sendo este um dos factores que levou à necessidade de fazer este estudo o qual tentará obter e analisar a informação atualmente existente para a utilização de novas tendências para o ensino dos mais variados temas através da utilização de robótica ou drones.

II. CONCEITO DE R-LEARNING

Existem já múltiplos estudos sobre a utilização de robôs ao serviço da educação, e sobre os seus benefícios em prol da aprendizagem ou do ensino.

r-Learning é definido como aprendizagem através de robôs ao serviço da educação [6]. Ou seja, a utilização de robôs como meio de transferência de conhecimento aos alunos. Hendler [7] começa por criar cinco categorias nas quais podem ser integrados os robôs ao serviço do ensino, sendo estas robôs brinquedos, robôs como objetos de estimação, sistemas interativos, robôs de serviço (incluindo os assistentes) e robôs educacionais. Por outro lado, mais tarde

Goodrich e Schultz [8] categorizam os robôs ao serviço do ensino em apenas duas categorias, os robôs assistentes e os robôs educacionais.

Perante estes dados, podemos então reagrupar os robôs com objectivos educacionais em duas categorias principais: robótica educativa e robôs de serviço educativo. A principal diferença entre estas categorias parte do tipo de principais utilizadores dos robôs. O grupo que pode ser considerado como sendo do robótica educativa enquadra os robôs utilizados pelos produtores-consumidores (conjunto de utilizadores que desenvolvem e produzem os equipamentos adaptados ao seu próprio consumo), ou *prosumers*, como Alvin Toffler começou a denominar este tipo de utilizadores no seu livro de 1980, *The Third Wave*[9][10]. O outro grupo já define um limite bem mais acentuado entre os produtores e consumidores, sendo este considerado como sendo um grupo de utilizadores menos tecnológicos, os quais preveem vantagens com a utilização de robôs como sistemas antropomórficos de suporte ao ensino, e como tal procuram sistemas já construídos de forma procurar criar empatia, e assim motivação, aumentando o rendimento dos seus alunos.

Também Han, J. [11] começa a expandir o conceito de r-Learning para de *robot-aided learning* ou *robot assisted learning (RAL)*, assim como a explorar o conceito de *r-Learning Services*, previamente introduzido em publicações anteriores [1], o qual pode ser interpretado como uma coleção de interações educacionais disponibilizadas por robôs de serviço educativo.

Finalmente, Fridin, Angel e Azery [16] apresentam os conceitos de sistemas robóticos no apoio social, ou Social Assistive Robotics (SAR), e de robótica de apoio ao jardim-infantil, ou Kindergarten Assistance Robotics (KAR).

Não devem ser, no entanto, deixados de parte conceitos como interação entre humanos e computadores (Human Computer Interaction, HCI) e interação entre humanos e robôs (Human Robot Interaction, HRI), uma vez que estas duas formas de interação entre homem-máquina também deverão ser tidas em conta para melhor entender o conceito de r-Learning, as suas motivações, vantagens e desvantagens face a um clássico sistema não baseado em computadores (Non-Computer Based, NCB). Na *Tabela 1* poderá ser encontrado um comparativo entre as potencialidade de HCI e HRI.

	<i>Computer-based Contents</i>	<i>Robot-based Contents</i>
Interaction	<i>Static, Restrictive</i>	<i>Dynamic, User-friendly</i>
Input	<i>Mostly: Mouse, Keyboard</i>	<i>Voice, Face, Touch Screen, Gesture, Sensing</i>
Output to human	<i>Audio, Animation, Moving</i>	<i>Audio, Video, Animation, Voice, Gesture, Facial Expression</i>

Tabela 1 - Comparativo entre conteúdos disponibilizados através de computador e através de robôs [14]

III. ADOÇÃO DE R-LEARNING

Após ultrapassada a barreira inicial de utilização de robôs como sistema de apoio ao ensino, principalmente pelo grupo de utilizadores de robôs de serviço educativo, os quais compreensivelmente e previsivelmente teriam alguma renitência em adoptar esta abordagem, começaram a surgir as vantagens da utilização desta tecnologia, principalmente em grupos de alunos de ensino primário e básico.

A resistência inicial deste grupo foi tanto compreensível como previsível por dois principais motivos. O primeiro era o medo de ser um dia virem a ser substituídos nas salas de aula por máquinas, e como tal, a resistência seria uma forma de manter o seu emprego e de continuar a exercer a atividade escolhida, e presumivelmente a que mais lhes agradava exercer. O segundo factor tem a ver com a necessidade de aprender novas metodologias e novas tecnologias para o exercício da atividade, tanto da parte do corpo docente como da parte do corpo não docente.

Para além destes factores, também existe, por parte das instituições de ensino algum receio de insucesso na aplicação destes novos sistemas de apoio e como tal, para além de correr o perigo de passar a ter um grupo de alunos com menos sucesso e menos conhecimento que outros, também não querem arriscar despendendo as grandes quantias necessárias para os sistemas, correndo o perigo de este ter sido melhor aplicado em outras áreas, dados os poucos fundos sempre disponíveis para as instituições de ensino.

Perante tal cenário, as instituições esperam por mais estudos antes de começar a aplicar com um grau de confiança aceitável sistemas de r-Learning, apesar de este já ser algo aceite pelos docentes.

O receio inicial dos docentes virem a ser substituídos foi eliminado com a introdução de três categorias de robôs de serviço educativo por Han, J. [11], onde são também apresentados robôs como elementos não autónomos.

Estas três categorias são os robôs telecomandados, tanto através de teleconferência como através de telepresença, mas sempre dependentes de um operador, os sistemas autónomos e os sistemas adaptáveis, conforme o Technological Pedagogical Content Knowledge, ou TPCK.

Esta última categoria, adaptável, desenvolvida com base na localização do TPCK, e baseada num estudo de Mishra e Koehler [12], também veio amenizar os receios existentes por parte dos docentes em ter que se adaptar e aprender tecnologias novas de apoio ao ensino, uma vez que esta categoria advém de um conceito criado mesmo para fazer a ponte entre os conhecimentos tecnológicos do docente e os conhecimentos necessários para disponibilizar conteúdos através de robôs otimizados para o ensino da sua disciplina. Na *Tabela 2*, podemos ver como foram agrupados estes três conjuntos.

<i>Types of Robots</i>	<i>The location of TPCK</i>	<i>Applications</i>	<i>Tele-operator</i>
<i>tele-operated (tele-presence, tele-conferences)</i>	<i>tele-operator's brain</i>	<i>PEBBLES, SAKURA, Giraffe, Some Korean robots</i>	<i>a child, children and teacher, parents, native speakers</i>
<i>Autonomous</i>	<i>Robot's intelligence</i>	<i>Irobi, Papero, RUBI</i>	
<i>Transforming (Convertible)</i>	<i>tele-operator's brain or robot's intelligence</i>	<i>iRobiQ</i>	

Tabela 2 - Educational Service Robots for Blended Learning [11]

Já o grupo de *prosumers*, tanto pela sua natureza de *Innovators* e/ou *Early Adopters*, no posicionamento da curva de adoção de inovações tecnológicas criada por Roger (*Figura 1*), como pelo seu trabalho ou campo de estudo, naturalmente não teve resistência alguma nem receios na adoção de r-Learning, havendo vários estudos e implementações de sistemas robóticos no apoio ao ensino de matérias STEM.

Como podemos constatar pela curva apresentada na *Figura 1*, este grupo seria pioneiro na adopção de novas tecnologias para apoio ao ensino. Mas para além deste fator, sendo *prosumer* no âmbito de produtor-consumidor, este grupo também tem a necessidade utilizar os próprios robôs para passar conhecimento, aprender, e formar. Quer isto dizer que para além de *Innovators* e *Early Adopters*, dentro deste grupo haverá sempre uma fracção que estará sempre ligado a este tipo de ensino, e que se tornarão parte do *Early/Late Majority*, *Late Adopters* e *Laggards*.

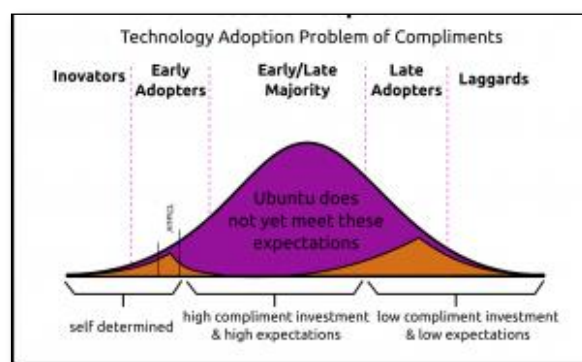


Figura 1 - Curva de adoção de inovações tecnológicas [22]

Dentro deste grupo, aqueles que são previstos não passar de *Innovators* e *Early Adopters* são por exemplo os que ensinam desde as mais variadas linguagens de programação,

como JAVA, ADA, Karel [25][27][26], passando pelo ensino de sistemas de Inteligência Artificial através de Lego Mindstorms [28], até outras áreas de engenharia, como lógica eletrônica [29] ou resolução de problemas através de sistemas baseados em computadores [13][23].

Perante os resultados globais obtidos nos estudos, este grupo tem tido resultados positivos. No entanto prevê-se que seja uma tendência meramente temporária, pela natureza de vertente de curiosidade tecnológica dos alunos, uma vez que passado o efeito novidade, estes começarão a distrair-se novamente com outros elementos e a desviar a atenção para outros estímulos.

IV. ESTUDOS RELACIONADOS

Os ambientes onde podem ser encontrados maior número de estudos relacionados com a aplicação de r-Learning são nos jardins-escola, nas instituições de ensino primário e nas instituições de ensino básico. Nestas instituições foi possível constatar o um enorme entusiasmo por parte dos alunos desde cedo, assim como um trabalho contínuo e sempre motivado.

Em grupos de estudo mais ligados a robôs de serviço educativo, Han [11] apresenta uma lista, a qual pode ser consultada através da **Tabela 3**, mais extensa onde podem ser encontrados múltiplos estudos, assim como categorias e grupos de robôs com capacidade de suporte à educação, o “grupo-alvo” de estudantes, as matérias visadas, o meio de disponibilização de matéria (se através de computador (Computer Aided Instruction, CAI, ou de meios web (Web-Based Instruction, WBI)), o tipo de serviço educativo prestado e finalmente o tempo de duração e quantidade de experiências.

Han introduz do estudo de r-Learning em jardins-infantis [11] com alguma conclusões também positivas, mas realçando que ainda é cedo tirar conclusões definitivas, alertando que falta ainda a publicação dos resultados de outros estudos entretanto iniciados.

Perante a disponibilidade de estudos com dados relevantes, serão aqui abordadas as análises e conclusões de estudos do uso da robótica em jardins-infantis, instituições de ensino primário e, dada a relevância das conclusões, uma instituição de ensino mais elevado, como o caso de uma academia de formação aérea.

A. Estudos em jardins-infantis

A aplicação de r-Learning em jardins-infantis já teria começado anteriormente, nomeadamente em 2008, com a introdução de robôs e serviços de r-Learning em jardins-infantis através da empresa *Yujin robotics*, com a introdução do sistema iRobiQ em perto de cem instituições deste género.

		Fels & Weiss	Kanda et al.	Han & Kim	Watanabe et al.	Osada	Hyun et al.	You et al.	Movellan et al.	Yujin
Type	Autonomous		•	•		•	•		•	
	Tele-operated	•			•			•		
	Transforming									•
Role	Tutor				Avatar					
	Tutoring Assistant			•				•		•
	Peer Tutor	Not tutor (Peer)	•		Avatar	•	•		•	•
Target Group	Toddler				•	•	•		•	•
	Children	•	•	•	•			•		•
Subject	Silver									
	English		•	•				•		•
	Domestic Language			•	Any Subject		•		•	•
Instruction	Etc	•		•		Nursing				•
	Visual			•	•		•			•
Services	Not Visual	•	•			•		•		•
	Conversation	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Edutainment	•	•		•	•	•	•	•	•
	Showing Instruction			•	•		•		•	•
	Calling User		•		•	•			•	•
	VR or AR				AV	VR, AR				AR
Experiment	Term	6 weeks	2 weeks	40mins X3	185 days	185 days	1 month	40mins X2	2 weeks	N/A
	Effect	•	Motive	•	N/A	N/A	•		•	

N/A: we did not obtain related information in detail

Tabela 3 - Algumas publicações sobre robôs de serviço educativo [11]

Utilizando o sistema iRobiQ como suporte ao educador, e sempre com a supervisão do responsável, é possível assignar tarefas ao robô como por exemplo, fazer a chamada para verificar a presença dos alunos, dar apoio no ensino da língua Inglesa, ler livros, entreter as crianças com música, organizar e gerir tarefas diárias das crianças, de forma a criar hábitos saudáveis e regulares, como por exemplo comer, limpar e até mesmo fazer as camas, compilar o portefólio académico das crianças e fazer as mesmas chegar aos respectivos pais. Do ponto de vista do educador, o iRobiQ ao fazer estas tarefas acaba por se tornar um auxiliar bastante útil, uma vez que liberta o educador para outras tarefas, como por exemplo, dar mais atenção a um aluno em particular, sem por causa disso perder a mão ao comportamento dos restantes alunos, que entretanto estão focados no robô.



Figura 2 - Crianças de jardim-infantil com iRobiQ [3]

Também, e numa perspetiva mais humana, é possível ao iRobiQ registar fotografias dos alunos nas atividades diárias no jardim-infantil para as adicionar ao portefólio, assim como

enviar as mesmas para os pais das crianças, uma vez que estas não só têm bastante relevância histórica, mas também permitem aos pais seguir de uma forma mais imersiva o dia-a-dia dos seus filhos, assim como o seu desenvolvimento.

Todos estes fatores mostram o r-Learning como uma ferramenta bastante útil nos jardins-infantis.

Também Fridin, Angel e Azery [16] relatam as suas experiências com sistemas de r-Learning em jardins-infantis, com o conceito de KAR, através da utilização do Nao, numa tentativa de preparar estudos futuros para a utilização de sistemas robóticos no apoio social (Social Assistive Robotics, ou SAR), principalmente no apoio a terapias e educação de crianças com paralisia cerebral e crianças com Síndrome de Deficit de Atenção e Síndrome de Deficit de Atenção com Hiperatividade. No entanto, e apesar deste se tratar de um trabalho mais preparatório para outros estudos, também os resultados são bastante positivos, onde numa amostra de dezanove alunos, apenas dois foram considerados como tendo sido negativos, enquanto os restantes tiveram resultados positivos relativamente aos grupos que não utilizavam robôs. E os dois elementos mencionados nem chegaram a ser avaliados, uma vez que, dada a sensibilidade dos alunos dada a terna idade, e perante a reação aquando da entrada do robô Nao, foram logo retirados do grupo.

B. Estudos em instituições de ensino primário

Já nas escolas primárias o conceito de r-Learning é estudado por Han e Kim no suporte ao ensino da música [1], e tanto por Han e Kim [6] como por You, Shen, Chang, Liu, e Chen [18] no suporte ao ensino da língua inglesa.

No suporte ao ensino da música não existem ainda muitos estudos, principalmente pela necessidade de robôs tecnicamente mais avançados, e logo mais caros, inerentes à complexidade da matéria envolvida. Logo no estudo de Han e Kim [1] são encontrados à partida limitações por parte do robô escolhido (Tiro), o que obrigou a desde logo a limitar o robô ao ensino de direção musical, ao invés de apoiar no ensino de instrumentos musicais. Infelizmente também aqui foram encontradas algumas limitações técnicas por parte do robô escolhido, não obstante as suas capacidades de movimentação segundo vários eixos, muito perto de um humanoide, como podemos ver pelas especificações do fabricante [19], e apresentadas na **Figura 3**. Neste caso, a composição musical a ensinar era composta por um compasso 6/8, no entanto o robô apenas tinha capacidade para replicar um compasso 3/8, pelo que o docente teve que fazer alguns ajustes, não tendo saído prejudicado, segundo o relatado, uma vez que o robô funcionando como assistente ensinava um compasso, enquanto o docente ensinava o compasso que o robô não era capaz de executar, tal como é suposto o sistema assistente se comportar.

Por outro lado, e como se encontra descrito nas conclusões do estudo, o docente aproveitou esta limitação técnica em seu favor, ao permitir aos alunos ensinarem o robô os movimentos que este não era capaz de replicar. Com este desafio o docente

foi capaz de motivar os alunos ao ponto de estes se esforçarem nos respectivos lugares, treinando para mais tarde poder ensinar o robô da melhor maneira.

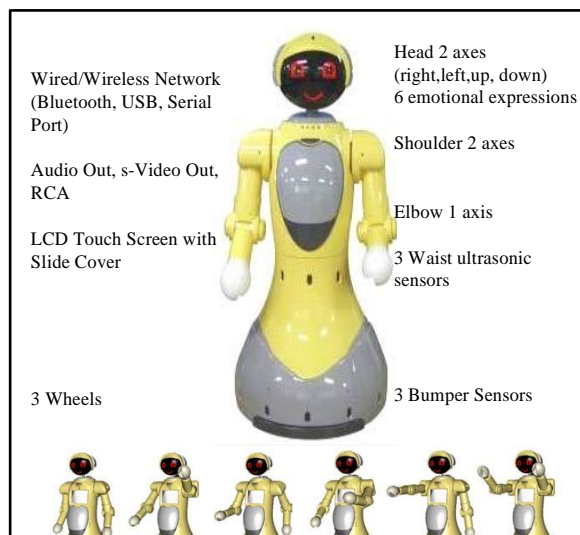


Figura 3 - Especificações do robô Tiro, segundo o fabricante [19]

Relativamente aos estudos ligados ao ensino de línguas suportado por robôs no ensino primário, os resultados são ainda mais positivos, dada a maior experiência neste campo, suportada principalmente pelos menores recursos necessários para os robôs, o que permite às instituições de ensino uma maior confiança e margem de investimento.

Novamente Han e Kim [6] apresentam resultados muito favoráveis na utilização de robôs no ensino de uma segunda língua, neste caso utilizando o robô Tiro, complementado inclusive a conclusão do estudo com fatores diferenciadores entre os sistemas HCI e HRI, como o facto de o robô ter a capacidade de demonstrar algumas emoções, como exemplificado na **Figura 4**, o que ajuda a criar empatia com os alunos e consequentemente aumentando o interesse e a motivação. Também é explorada a necessidade de suporte para vários formatos de conteúdos, assim como o próprio sistema de gestão de conteúdos como o meio de impulsionar e melhorar a utilidade de robôs na educação em matérias heterogéneas.

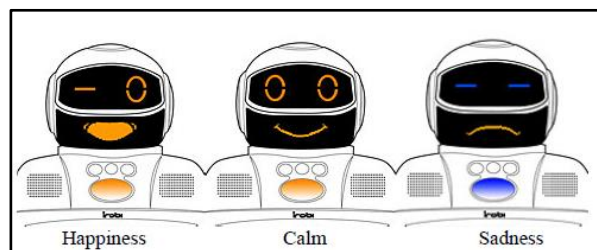


Figura 4 - Demonstração de emoções IROBI [21]

Das observações do estudo, também chegam à conclusão que os três principais fatores de agrado dos alunos são os que fomentam e criam laços entre os robôs e os mesmos, como sendo a saudação e elogio por parte do robô, simulação de conversas frente-a-frente e o “faz-de-conta”. Da parte dos docentes, os fatores que mais agrados provocaram neste grupo foram as conversas face-a-face entre o robô e o aluno, assim como o “faz-de-conta”, uma vez que alguns elementos deste grupo tinham problemas com pronúncias na segunda língua, e assim sentiam uma maior segurança. Por outro lado, este estudo conclui que ainda existe a necessidade de fazer mais estudos de forma a manter a motivação dos alunos por prazos mais longos.

Num estudo similar, You et al [18] chegam a conclusões muito similares, com uma maior ênfase na necessidade de melhorar a informação que o robô disponibiliza ao docente sobre os progressos individuais dos alunos, assim como dar segurança aos próprios docentes na utilização dos robôs como sistema de apoio, uma vez que estes devem estar bem cientes das capacidades e limitações dos robôs. Também é chegado à conclusão que o tamanho do robô importa, uma vez que o modelo utilizado neste estudo (Robosapien V1) é bastante pequeno, como podemos ver na *Figura 5*, ficando em cima de uma secretária, e numa sala de 100m² com trinta alunos as aulas podem tornar-se confusas, uma vez que os alunos que ficam nas secretárias mais distantes terão a tendência para se movimentarem de forma a poder ver o robô mais perto.

Em grupos de estudantes de nível de ensino mais elevado que os anteriores, não são conhecidos muitos dados acerca da utilização de robôs de serviço educativo sem ser para o ensino tecnológico, mas podemos encontrar alguns estudos com dados que se podem tornar relevantes em matérias mais transversais mediante uma análise mais cuidada do tema e das conclusões destes.



Figura 5 - Docente ensina com ajuda do Robosapiens V1 [18]

No estudo feito por Baker e Ansorge [5] a pedido da escola Nebraska 4-H, a qual pode ser considerada uma escola com uma vertente de ensino mais técnica e prática, com uma

grande componente de cidadania e civismo, criada pelo National Institute of Food and Agriculture of the United States Department of Agriculture, é estudado se existe uma verdadeira vantagem em utilizar sistemas robóticos neste tipo de ensino. Para tal estes associaram-se a uma escola de ensino primário para o teste piloto, utilizando kits robóticos programáveis LEGO Mindstorms. O planeamento deste teste piloto consistiu em começar por montar peças simples e alguns desafios de programação, culminando em programação robótica mais avançada e desafios de engenharia. Os resultados deste estudo acabam por ser considerados como inconclusivos pelos autores, uma vez que no global os alunos do grupo de teste obtiveram uma melhoria global, no entanto em alguns pontos-chave ficaram abaixo do grupo de alunos de controlo. Após análise dos resultados junto do responsável pela disciplina, este atribuiu este factor ao facto dos alunos não terem chegado ao fim do programa planeado devido a limitações por parte dos robôs. Mas os investigadores colocam também a possibilidade de ter falhado pelo facto dos alunos do grupo de controlo terem tido uma abordagem mais abrangente da matéria durante as aulas, tendo ficado com uma compreensão menos limitada. Por tudo isto, os investigadores aconselham a serem feitos mais estudos relacionados com este tipo de ensino.

C. Estudos com instituições de ensino mais elevado

Finalmente, no ensino de Ciências da Computação, num estudo encomendado pela Academia de Força Aérea Americana [2], Fagin e Merkle obtêm igualmente resultados negativos ao comparar o resultado de mais de oitocentos alunos após aulas laboratoriais com e sem a utilização de robôs. Os resultados das provas de avaliação foram mais baixos no grupo que utilizou computadores como meio de apoio, relativamente ao grupo que teve aulas pelo método tradicional. Segundo a análise dos investigadores destes resultados, este resultado deve-se ao facto de os alunos terem o tempo de utilização dos robôs limitados pelos horários das salas, o que os impede tanto de aprender com o seu próprio ritmo, como de receber uma resposta imediata dos robôs perante os seus programas, o que aparenta ser um factor importante de aprendizagem. Também a experiência do instrutor é tida em conta, uma vez que instrutores com mais experiência neste tipo de ambientes produzem melhores resultados nas avaliações dos alunos. Perante estes resultados, os investigadores propõem um novo estudo onde possa ser eliminada a limitação de acesso por parte dos alunos aos sistemas robóticos, de forma a eliminar condicionantes negativas.

V. CUIDADOS A TER COM R-LEARNING

Apesar de regra geral se encontrar mais vantagens que desvantagens a nível da avaliação formativa dos alunos com a robôs de serviço educativo, ainda existe muito trabalho e investigação a ser feita nesta área.

Desde logo tem que ser tido em conta os custos necessários para a utilização de r-Learning. Os robôs são sistemas

dispendiosos. Esses custos vão desde o custo de aquisição até aos custos de manutenção, nunca esquecendo que os robôs têm vários componentes móveis, que para além do desgaste também serão sujeitos mais cedo ou mais tarde a mau manuseamento. Factor que por vezes poderá não ser tido em conta pelas instituições no momento de aquisição.

Os docentes/educadores devem ter, para além de formação adequada, interfaces adequados para a disponibilização de conteúdos. Isto é, caso o robô não seja fácil de gerir e adaptar às necessidades da matéria a ser leccionada, o docente rapidamente poderá desistir da utilização deste, ou até mesmo prejudicar a aprendizagem por parte dos alunos, como notado por Fagin [2].

Outro factor a ser tido em conta é a adequação do robô à matéria a ser leccionada. As capacidades dos robôs ainda são algo limitadas, mesmo para os robôs com características mais humanoides, e poderá acontecer que as exigências sejam superiores às capacidades dos robôs e, caso o docente não tenha capacidade de contornar a situação, ao contrário do que aconteceu no estudo de Han e Kim [1], as atividades lectivas poderão vir a ser prejudicadas.

Também deverá ser tido em conta a interação social dos alunos, principalmente com crianças mais novas, cuidado esse notado no estudo de Han [11] onde um dos docentes constatou que crianças que sejam filhos(as) únicos(as) tinham a tendência de se relacionar com o robô iRobiQ como se este se tratasse de um irmão mais novo e tentariam servir de exemplo para o mesmo. Também a docente mencionou que os alunos desenvolviam tendências de mímica no início da interação com o robô, ao cantar e dançar de forma rígida, tal como este, no entanto assegurou que com o passar do tempo esta mímica acabava por desaparecer.



Figura 6 - Alunos a dançar com o iRobiQ [11]

Perante este cenário, deverá ser tido algum cuidado, uma vez que esta mímica é natural e faz parte do desenvolvimento dos seres humanos ao assimilar ações e modos de ser dos progenitores. Se as crianças forem demasiadas expostas a robôs de serviço educativo, tendo baixa interação humana no seu dia-a-dia, poderá ser vítima de consequências psicológicas. Segundo a investigadora [11] um grande número de estudos relacionados com o tema estão já a ser feitos, e

espera-se a publicação dos resultados para poder avaliar este cenário.

Similar à constatação anterior, relacionado com um excesso de humanização do robô por parte dos alunos, num outro estudo [1] Han, Kim e Kim detectaram algum afecto excessivo por parte de alunos, principalmente do sexo masculino, ao expressarem o seu agradecimento por terem sido escolhidos para realizar tarefas e ajudados pelo robô Trio através de gestos afectivos, como pode ser constatado pela **Figura 7**. Para além destas demonstrações, também os alunos do sexo masculino mostraram uma maior motivação, ao participarem mais, e de forma positiva, nas aulas leccionadas com o apoio do robô. Em consequência deste facto, o robô Trio era reconhecido pelos alunos não apenas como um sistema de apoio ao docente, mas também como um amigo. Tendo observado estas reações, os investigadores estão já a planear um novo estudo para tentar encontrar formas de utilizar robôs como ajuda de forma eficaz.

Neste mesmo estudo também foi relatado pelo docente que alguns alunos ignoravam o docente, dando apenas atenção e obedecendo ao robô, pelo que sentiram que mais educação e preparação prévia das crianças seria necessária para eliminar esta reacção, no entanto os investigadores estimam que este problema poderá desaparecer por si próprio à medida que o factor novidade comece a desaparecer.

Finalmente, num outro estudo Sharkey e Sharkey [17] alertam para o perigo de utilizar sistemas robóticos para acompanhar crianças, o qual poderá levar rapidamente ao abandono ou à negligência das crianças por parte dos pais, assim como desordens afetivas por parte das crianças.



Figura 7 - Aluno a expressar o seu afecto ao robô Trio [1]

VI. CONCLUSÃO

Perante os dados por este estudo reunidos, é demonstrada a existência de vantagens em utilizar robôs de serviço educativo como suporte aos docentes em matérias mais transversais que as das áreas STEM, principalmente em grupos etários mais baixos. No entanto também alerta para a necessidade de mais estudos, tanto relacionados com o ensino

básico, secundário e superior, onde existe ainda muita falta de informação, como para a falta de estudos mais aprofundados, principalmente relacionados com o impacto que a utilização de robôs provoca nas competências sociais dos alunos, de forma a complementar os dados atualmente existentes.

Para além destes, também alerta para a necessidade de, no caso dos fabricantes, ser criado um sistema intuitivo e versátil de gestão de conteúdos e ações dos robôs para o gestor, e no caso dos docentes, ser tido em conta todos os fatores de adequação do robô à matéria que tencionam lecionar no momento de escolha.

Finalmente, e não menos importante, surge o alerta para o surgimento de possíveis casos de abandono ou negligência por parte dos pais e docentes, passando todas as responsabilidades para os robôs, esquecendo as suas verdadeiras.

REFERÊNCIAS:

- [1] Han Jeong-Hye, Kim Dong-Ho, Jong-Won Kim, "Physical Learning Activities with a Teaching Assistant Robot in Elementary School Music Class", 2009 Fifth International Joint Conference on INC, IMS and IDC, 25-27 Aug. 2009, pp. 1406 – 1410
- [2] Fagin Barry, Merkle Laurence, "Measuring the Effectiveness of Robots in Teaching Computer Science", SIGCSE '03 Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education, 2003.
- [3] http://coreeaffaires.files.wordpress.com/2010/03/irobotiq_kids_2.jpg
- [4] "Iranian teacher uses hi-tech robot to encourage prayers". 2014-03-05: <http://www.euronews.com/2014/02/26/iranian-teacher-uses-hi-tech-robot-to-encourage-prayers/>
- [5] Barker Bradley S., Ansorge John, "Robotics as Means to Increase Achievement Scores in an Informal Learning Environment", JOURNAL OF RESEARCH ON TECHNOLOGY IN EDUCATION, 39(3), 229-243
- [6] Han, J. and Kim, D. 2009. r-Learning Services for Elementary School Students with a Teaching Assistant Robot, HRI'09, March 11-13, 2009, La Jolla, California, USA, ACM 978-1-60558-404-1/09/03.
- [7] Hendler, J. 2000. Robots for the rest of us: designing systems "out of the box", Robots for Kids: Exploring new technologies for learning, ISBN:1-55860-597-5, pp. 2-7, The Morgan Kaufmann Publishers
- [8] Goodrich, M.A. and Schultz, A.C. (2007). Human-robot interaction: a survey. Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, 1(3), pp. 203-275.
- [9] Toffler, A. (1980). The third wave. New York, NY: William Morrow.
- [10] Ritzer G, Dean P and Jurgenson N (2012) The coming age of the prosumer. American Behavioral Scientist 56: 379–398.
- [11] Han, J. Robot-Aided Learning and r-Learning Services, DOI: 10.5772/8143, 2014-03-24
- [12] Mishra, P. and J. Koehler, Matthew. (2006). "Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge", Teachers College Record, 108(6), pp. 1017-1054.
- [13] Flowers, Thomas R. and Gossett, Karl A. (2002). "Teaching problem solving, computing, and information technology with robots", CCSC: Northeastern Conference
- [14] Han, J. et al. (2008). "Comparative Study on the Educational Use of Home Robots for Children", DOI : 10.3745/JIPS.2008.4.4.159, Journal of Information Processing Systems, Vol.4, No.4, December 2008, pp. 159-168.
- [15] Yujin Robotics Inc. (2008). Ubiquitous home robot IROBI: Teacher Guide, white paper retrieved in 2008.
- [16] Fridin M., Angel H. and Azery S. Acceptance, Interaction, and Authority of Educational Robots, IEEE Workshop on advanced robotics and its social impacts, California, USA, 2011
- [17] N. Sharkey, and A. Sharkey. The crying shame of robot nannies: an ethical appraisal. Interaction Studies: Social Behaviour and Communication in Biological and Artificial Systems, 2010.
- [18] You, Z. J., Shen, C. Y., Chang, C. W., Liu, B. J., & Chen, G. D. (2006). A robot as a teaching assistant in an English class. Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 87–91). Washington, DC: IEEE Computer Society.
- [19] <http://www.tiro.co.kr/>
- [20] Myers, Brad A. "A Brief History of Human Computer Interaction Technology." ACM interactions. Vol. 5, no. 2, March, 1998. pp. 44-54.
- [21] Han J., Jo M., Park S., Kim S. The Educational Use of Home Robots for Children, International Workshop on Robots and Human Interactive Communication: IEEE Computer Society, 2005, pp. 378-383.
- [22] <http://doctormo.org/2011/03/21/a-compliment-for-the-linux-adoption-curve/>
- [23] Mauch E. (2001) Using Technological Innovation to Improve the Problem-Solving Skills of Middle School Students: Educators' Experiences with the LEGO Mindstorms Robotic Invention System, The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 74:4, 211-213
- [24] Fernaeus Y., Ljungblad S., Jacobsson M., Taylor A. Where Third Wave HCI Meets HRI: report from a workshop on user-centred design of robots. HRI'09, March 11–13, 2009, La Jolla, California, USA. ACM 978-1-60558-404-1/09/03.
- [25] Becker B. Teaching CS1 with Karel the Robot in Java, SIGCSE 2001 2/01 Charlotte, NC, USA. ACM ISBN 1-58113-329-4/01/000
- [26] Fagin B., Merkle L., Eggers T. Teaching Computer Science With Robotics Using Ada/Mindstorms 2.0. SIGAda 2001 09/01 Bloomington, MN, USA. SIGAda 2001. 09/01 Bloomington, MN, USA
- [27] Lawhead P., Duncan M., Bland C., Goldweber M., Schep M., Barnes D., and Hollingsworth R. 2002. A road map for teaching introductory programming using LEGO® mindstorms robots. In Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE-WGR '02). ACM, New York, NY, USA, 191-201. DOI=10.1145/782941.783002
- [28] Deepak Kumar and Lisa Meeden. 1998. A robot laboratory for teaching artificial intelligence. SIGCSE Bull. 30, 1 (March 1998), 341-344. DOI=10.1145/274790.274326
- [29] Thompson A. Evolving Electronic Robot Controllers that Exploit Hardware Resources. The Proceedings of The 3rd European Conference on Artificial Life (ECAL95), Springer Verlag 1995.