

COMO É A AGÊNCIA DISTRIBUIDA ENTRE ALUNOS, PROFESSORES E ROBOTS?²⁶

Elsa Fernandes

Universidade da Madeira, Grupo de Investigação Grupo de Investigação Educação, Tecnologia e Sociedade, IE UL

elsa@uma.pt

Resumo

Neste artigo analisamos o papel e impacto dos robots na participação dos alunos (e consequentemente na aprendizagem) em dois ambientes escolares com características diferentes: em aulas de matemáticas com uma estrutura escolar e em aulas do 1º CEB com metodologia de projeto.

Utilizando como referencial teórico a teoria da Aprendizagem situada, analisamos a participação dos alunos nas aulas, quando usam os robots, discutindo a sua capacidade de agir (agência) e o papel da mesma nas aprendizagens dos alunos.

A investigação a que se reporta este artigo é parte dos trabalhos do projeto DROIDE II – Os robots na Educação matemática e Informática subsidiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia segundo o contrato PTDC/CPE-CED/099850/2008.

Palavras-Chave: participação, robots, e agência

Abstract

In this article we will analyze the role and impact of robots on students' participation (and therefore on learning) in two school environments with different features: in mathematics classes with a scholar structure and in primary school classes with a project methodology.

Using Situated Learning Theories as theoretical background, we analyze students' participation in classes, when using robots, discussing their agency and its role on learning.

The research reported in this article was prepared within the Project DROIDE II - Robots in Mathematics and Informatics Education funded by Fundação para a Ciência e Tecnologia under contract PTDC/CPE-CED/099850/2008.

Keywords: participation, robots, agency

1. INTRODUÇÃO

Como os avanços em biotecnologia tornaram possível 'a revolução verde' na agricultura, as tecnologias podem tornar possível uma 'revolução na aprendizagem', mas não é garantido que tal aconteça (Resnick, 2002). Será necessário novas abordagens à educação e à aprendizagem e novos tipos de tecnologias para apoiar essas abordagens.

²⁶ Uma versão preliminar deste artigo foi apresentada no XXIII Seminário de Investigação em Educação (2012) em Coimbra.

Assim, seguindo as ideias de Resnick, nasceu o projeto DROIDE II. Neste criamos cenários de aprendizagem em que os robots seriam 'objetos' com que os alunos pensariam, com o propósito de compreender como é que os jovens produzem significado e desenvolvem aprendizagem de tópicos e conceitos matemáticos e informáticos quando os robots são artefactos mediadores da aprendizagem.

O conceito de cenário de aprendizagem adotado neste projeto foi o de histórias do que deve ser, não representando necessariamente o que esperamos que aconteça no futuro. Os cenários têm como propósito estimular formas criativas de pensar que ajudem as pessoas a cortar com as formas estabelecidas de olhar para as situações e planear as suas ações (Wollenberg, Edmunds & Buck, 2000).

Com um enquadramento teórico baseado na Teoria da Aprendizagem Situada (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998) analisamos a participação dos alunos quando atuam nestes tipos de cenários.

Neste artigo analisaremos a participação dos alunos nos ambientes de aprendizagem que emergem da implementação dos cenários criados, discutindo o papel da agência, que emerge da interação dos alunos com os colegas, professores e robots, na aprendizagem.

2. PARTICIPAÇÃO EM PRÁTICAS SOCIAIS

Wenger (1998) afirma que a aprendizagem é a participação em práticas sociais. Participação não é equivalente a colaboração. Participação não se refere apenas a processos de engajamento na prática de certas comunidades mas é algo mais abrangente que envolve ser participante ativo nas práticas de comunidades sociais e construir uma identidade em relação a essas comunidades.

Participação envolve negociação constante dos significados. Negociar um empreendimento conjunto dá lugar a relações de responsabilidade entre os envolvidos. Estas relações incluem o que interessa e o que não interessa, o que é importante e porque é importante, o que fazer e o que não fazer, ao que prestar atenção e o que ignorar, sobre o que falar e o que não dizer, o que justificar e o que assumir como justificado, o que exhibir e o que conter, perceber quando as ações e

artefactos são suficientemente bons e quando necessitam ser melhorados ou refinados.

Embora o engajamento mútuo possa ser um veículo para a partilha da posse do significado, também pode ser um veículo para negar a negociabilidade e pode resultar em não participação. Os membros cuja contribuição nunca é adotada desenvolvem uma identidade de não-participação que progressivamente os marginaliza. A sua experiência torna-se irrelevante porque não pode ser declarada e reconhecida como uma forma de competência.

Aprendizagem depende da nossa capacidade para contribuir para a produção coletiva do significado porque é por este processo que experiência e competência puxam uma pela outra. Aprendizagem depende da nossa capacidade para agir (agência).

Com base nas ideias da Teoria da Aprendizagem Situada, Greeno (2011) apresenta um esquema conceptual para analisar práticas matemáticas escolares que discute formas de caracterizar as identidades dos alunos aquando da participação na aula de matemática. Foca-se na forma como os alunos se posicionam na interação: distingue dois aspetos gerais do posicionamento na interação. Um, o seu posicionamento sistémico em relação aos outros alunos e ao professor. O outro, o seu posicionamento semântico em relação aos conceitos e métodos matemáticos. O posicionamento sistémico envolve o nível de expectativas dos outros em relação a quem é esperado iniciar com contribuições, questionar as propostas feitas por outros e a quem devem ser dadas explicações dos métodos e processos envolvidos nas tarefas. O posicionamento semântico envolve o que Pickering (1995) chamou de agência conceptual, em que o indivíduo faz escolhas e julgamentos envolvendo significados e adequação dos métodos e interpretações.

Para pensar sobre o posicionamento sistémico podemos analisar dois aspetos: a negociação da estrutura de participação e a forma como os alunos compreendem a tarefa proposta.

Para dar visibilidade à estrutura de participação focar-nos-emos em questões do tipo: (i) como é que uma ideia é apropriada pelo coletivo? (ii) quem é esperado assumir ou criticar as ideias dos outros? (iii) que regras de argumentação estão em jogo nessa

prática? E para dar visibilidade à forma como os alunos compreendem a tarefa proposta focar-nos-emos nos seguintes aspetos: (a) requisitos para fazer sentido; (b) a estrutura da tarefa; (c) requisitos para realizar a tarefa com sucesso (Gresalfi, Martin, Hand & Greeno, 2009). Estes aspectos foram o foco da nossa análise porque acreditamos que analisando-os permite-nos discutir a participação na prática matemática escolar e tornar visível o posicionamento que os alunos assumem em relação à agência e à responsabilização.

Apesar do esquema analítico de Greeno (2011) ter sido criado para pensar sobre práticas matemáticas escolares, permite também pensar sobre práticas escolares que não tenham como foco a matemática.

3. A NOÇÃO DE AGÊNCIA

“An individual's agency refers to the way in which he or she acts, or refrains from acting, and the way in which her or his action contributes to the joint action of the group in which he or she is participating.” (Gresalfi, et al., 2009, p.53).

Em nosso entender a agência humana (capacidade de agir) reside na relação dialética com a estrutura (Roth, 2007) e é uma competência dinâmica dos seres humanos para agir de forma independente e fazer escolhas (Andersson & Nóren, 2011). A capacidade de agir ou agência não é inata.

Giddens (1984) refere que a agência é a capacidade para fazer a diferença e que pertence aos humanos. Afirma que os artefactos são apenas “recursos que influenciam os sistemas sociais apenas quando neles incorporados em processos de estruturação” (p.33). Latour (1991) oferece um conceito de agência que não se restringe a atores humanos. Cunhou o termo agente para fugir à ideia de associar agência aos humanos. Se a agência é a capacidade de fazer a diferença então as máquinas também podem exibir formas de agência. Na teoria ator-rede a agência não se restringe aos humanos mas é também atribuída às tecnologias (Rose & Jones, 2005).

Ao lermos a seguinte frase: *Em 2004-2005 Ellen Macarthur, de 28 anos, deu a volta ao mundo sozinha com o seu iate em 71 dias*, podemos pensar que Ellen Macarthur é a

agente e o iate é a ‘ferramenta’ aos seu dispor que vai respondendo às suas escolhas e ações. Mas se soubermos que o seu iate é um ‘objeto’ altamente tecnológico que quase podia dar a volta ao mundo sozinho, com a Ellen como passageira privilegiada, poderemos pensar que o iate seria o agente (Knappett, 2008). Facilmente entraríamos na discussão sobre o quê ou quem seria o agente nesta situação. Esta remete-nos para a questão da agência material.

3.1. Agência Material

Pickering (1995) estabeleceu a distinção entre a agência humana e agência material. Os seres humanos são seres ativos e intencionais. Assim, a agência humana tem uma estrutura intencional e social. Os artefactos físicos são essenciais à vida no mundo moderno. “As pessoas atuando no campo da agência material capturam, transferem, recrutam ou materializam essa agência, domesticando-a e colocando-a ao seu serviço na realização das tarefas.” (p.6). A agência humana é ela própria reconfigurada no seu engajamento com a agência material.

“There is no way that human and material agency can be disentangled. Or else, while agency and intentionality may not be properties of things, they are not properties of humans either: they are the properties of material engagement, that is, of the grey zone where brain, body and culture conflate.”

(Malafouris, 2008, p. 22).

Jones (1999) refere que a intencionalidade é o que marca a diferença entre a agência humana e a agência material.

Pickering (1995) refere que o que acontece geralmente são ‘danças de agência’ que combinam a agência humana, conceptual ou disciplinar, (ver XXXX, 2012a; xxxx, 2012b) com agência material, onde os resultados dependem da forma como os mecanismos funcionam no mundo.

4. METODOLOGIA

A natureza da investigação apresentada neste artigo é qualitativa atendendo ao objetivo de compreender um sistema humano, como é um professor com os seus

alunos na sala de aula usando tecnologias (Savenye & Robinson, 2004), nomeadamente robots para aprender matemática.

Usar Teorias de Aprendizagem Situada como enquadramento teórico, quando se faz investigação implica algumas suposições metodológicas tais como assumir que investigar é participar numa grande variedade de práticas nas quais a investigação ocorre (Matos & Santos, 2008). Este foi o posicionamento assumido pelas investigadoras envolvidas na recolha de dados. Participar foi também aprender. Assim, a observação participante foi uma estratégia central e assumiu o estatuto de metodologia de recolha de dados.

O episódio do 'He' pertence a um conjunto de dados cuja recolha foi feita entre fevereiro e abril do ano letivo 2010-2011. Trabalhamos com duas turmas de 7º ano de escolaridade (alunos com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos) de uma escola básica do Funchal na unidade didática Funções. A turma tinha 4 professoras de matemática – 3 estagiárias e a professora titular da turma que era a orientadora cooperante. A investigadora era também orientadora deste grupo de estagiárias e por isso já conhecia relativamente bem os alunos.

Houve uma sessão inicial, no Laboratório DROIDE, da Universidade da Madeira, onde os alunos tiveram o seu primeiro contacto com os robots. Montaram e programaram os robots e com eles resolveram algumas situações propostas. Foi utilizada uma câmara de vídeo focada num grupo. Depois, já na escola, mais 4 sessões de 90 minutos foram gravadas, também com uma câmara focada num grupo.

O episódio do H. foi recolhido com alunos dos 2º e 3º anos (40 alunos) do 1º Ciclo do Ensino Básico, de uma escola do Funchal, enquanto participavam num projeto cujo propósito era a criação de uma história com robots e posterior realização de um filme em que o enredo era a história escrita e os personagens da história (e consequentemente do filme) eram os robots criados e programados pelos mesmos (ver Martins & Fernandes, 2012). O projeto teve duas fases. A primeira ocorreu em 2010/2011, teve oito sessões de 90 minutos que serviram para que os alunos construíssem um robot por grupo, aprendessem a programar e escrevessem a história.

Na segunda fase – a realização do filme – que ocorreu em 2011/2012 teve 20 sessões de 90 minutos.

A análise de dados foi feita com base nas transcrições das aulas e nas notas feitas pelas investigadoras e pelas professoras da turma. A unidade de análise inclui a pessoa, a atividade e o contexto onde a atividade teve lugar (Matos, 2010). Tentamos encontrar padrões de interação, entre os alunos e entre estes e as professoras e investigadora usando as questões apresentadas no enquadramento teórico para pensar sobre e com os dados. Abaixo apresentamos uma pequena parte da análise que temos estado a realizar.

5. DISCUSSÃO

5.1. Robots num cenário de aprendizagem escolar estruturado

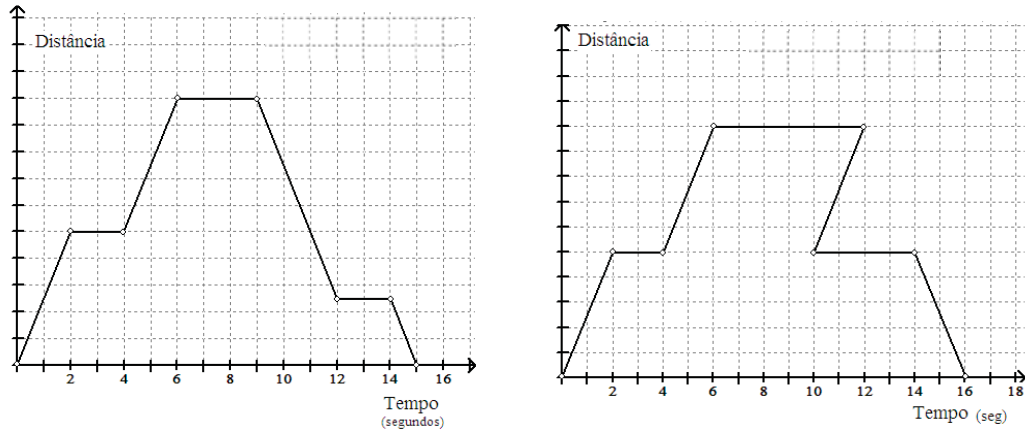
Na sessão inicial os alunos foram à Universidade da Madeira, ao Laboratório DROIDE, para construir e programar robots. Os alunos estavam responsáveis por construir um robot passível de ser programado na 2.ª parte da sessão e que funcionasse, pois estavam com grande vontade de ver o robot (o carro) andar. Tinham que convencer a si próprios e aos outros grupos de que eram capazes de fazê-lo, fazendo-o, uma vez que, apesar do grande companheirismo e cooperação entre os grupos, também havia uma certa competição para ver qual seria o grupo a terminar primeiro e quem fazia melhor. Não houve qualquer tipo de negociação explícita sobre a construção do robot. Cada elemento do grupo assumiu uma tarefa e os outros colegas não questionaram, simplesmente assumiram outra, cooperando na construção do robot.

Na aula seguinte, já na escola, a proposta de trabalho “Noção de função” foi realizada em dois blocos de 90 minutos. Esta tinha uma estrutura fechada e bastante escolar. A novidade estava na inclusão dos robots para pensar sobre os conceitos matemáticos envolvidos. Cada grupo de alunos recebeu uma ficha de trabalho e antes dos robots serem distribuídos pelos grupos, a professora pediu-lhe que lessem atentamente o enunciado.

A tarefa consistia em idealizar duas viagens de robot, através de dois gráficos. Na primeira questão pretendia-se que os alunos analisassem os dois gráficos e descrevessem a viagem do robot relativamente à distância do ponto de partida. Na

segunda pretendia-se a programação do robot para realizar tais viagens, caso fosse possível. Os dois gráficos idealizados pelo António e o Rui, foram respetivamente os seguintes:

Figura 1 – Gráficos apresentados na ficha de trabalho



A prática matemática escolar aqui analisada podia ser caracterizada pela resolução das propostas de trabalho em grupo, em que os alunos tinham que discutir cada tarefa, descrever o processo que os levava aos resultados e finalmente, no momento de discussão em grande grupo, apresentar à turma as conclusões a que tinham chegado. A discussão em grande grupo era orientada por uma das professoras.

‘He’ era um dos 10 rapazes repetentes da turma e normalmente tinha uma participação marginal nas aulas de matemática. Era um dos ‘descartáveis’ seguindo a nomenclatura de Skovsmose (2005). A inclusão dos robots motivou-o e fê-lo empenhar-se na resolução da proposta. ‘He’ era o elemento do grupo que manipulava o robot, programando-o e testando os resultados da programação.

O grupo do ‘He’ analisou o gráfico relativo à viagem do António sem grandes hesitações. Depois de o analisarem e programarem o robot para realizar tal viagem, regressaram à mesa e pediram auxílio a uma das professoras. ‘He’ questionou:

He: Professora no segundo gráfico não temos que fazer nada, não é?

Prof.: Porque dizes isso? Como assim não fazer nada?

He: Já analisamos o gráfico do Rui e não dá para programar.

Prof.: Porquê que não dá?

He: Não dá para programar esta viagem porque não existe um comando que faça o robot andar para trás no tempo.

Prof.: Mas onde é que estás a ver no gráfico que o robot teria que andar para trás no tempo?

He: A professora que veja aqui (apontando para o gráfico do Rui no instante 12s), aos 12 segundos o robot estava a uma distância de 10, mas também estava a uma distância de 5, porque o robot recuou e o tempo não recua. Ele não pode estar em dois lugares ao mesmo tempo. Não podemos programa-lo, porque não é possível.

O aluno estava muito convencido que a programação não era possível. Mas não conseguiu convencer os colegas, que não estavam a perceber a sua ideia. Depois de esclarecer a sua ideia com a professora, começou a escrever, e deixou os colegas programarem o segundo trajeto, mesmo sabendo que não era possível. Passado algum tempo, a professora voltou ao grupo e perguntou se já tinham chegado a acordo. Ao que outro elemento do grupo respondeu:

Pe: Já. Não dá para programar, só conseguimos programar até aqui (mostrando no ambiente de programação, o trajeto até aos 12s).

A inclusão dos robots motivou o 'He' e fê-lo comprometer-se com a resolução da proposta de trabalho. Mas a sua explicação, convenceu a professora, mas não convenceu os colegas. Provavelmente pela forma como os colegas o viam em termos de conhecimento matemático. Era um aluno com uma participação marginal e, talvez por isso, a sua explicação não foi aceite pelo grupo. Não era um aluno a quem os outros elementos do grupo reconhecessem autoridade matemática. Não era esperado, por parte dos colegas, que este aluno se responsabilizasse pela resolução das questões matemáticas nem que propusesse ideias para resolvê-las dada a sua trajetória nas aulas de matemática até a chegada dos robots.

O questionamento do 'He' à professora serviu para inclui-la no sistema de responsabilização, ou seja, se a professora aprovasse a sua resposta, os colegas do grupo convencer-se-iam, visto que não estava a conseguir convencê-los. Mas provavelmente foi também uma forma do 'He' mostrar o que tinha(m) sido capaz(es)

de fazer (responsabilização por). Depois de resolvidas as outras questões da ficha, que passavam pelo preenchimento de um diagrama de Venn e por escreverem uma condição necessária para que uma correspondência fosse função, os alunos tiveram que comentar a seguinte afirmação “A correspondência apresentada pelo António é uma função. A correspondência do Rui não é uma função”.

O ‘He’ voltou a chamar a professora para colocar uma questão, para a qual ele aparentemente já tinha resposta, mostrando-lhe o que tinha(m) sido capaz(es) de fazer, responsabilizando-se assim pela ideia.

He: Prof. Podemos dizer que o gráfico do Rui não é função, porque há um tempo com duas distâncias?

Prof.: E é isso que não pode acontecer para que uma viagem seja possível?

He: Sim, para que uma viagem seja possível não pode estar em dois lugares ao mesmo tempo. O robot do Rui aos 10s está a uma distância de 5 e 10.

O ‘He’ foi o ‘motor’ deste grupo para a ‘boa’ resolução das questões matemáticas propostas, exibindo a sua agência concetual que foi sendo reconfigurada no seu engajamento com a agência material perante o grupo e as professoras. A utilização dos robots, pelos quais ele, desde a sessão introdutória, se mostrou muito interessado, parece ter sido a alavanca para a mudança na sua atuação. Ele foi capaz de explicar porque é que a correspondência não era uma função em termos do funcionamento do robot - ‘[o robot] não pode estar em dois lugares ao mesmo tempo’. O robot, associado à noção de função, passou a fazer parte do relatório partilhado desta turma, visto que usavam sempre esta frase para justificar se uma correspondência era uma função e só depois ‘traduziam-na’ para a situação que tinham que resolver.

Nas aulas seguintes em que trabalharam com os robots, o ‘He’ responsabilizou-se e foi responsabilizado pelos colegas e pelas professoras, no sentido de que estes esperavam que ele resolvesse ou propusesse soluções para as questões, o que até então não tinha acontecido.

5.2. Robots num cenário de aprendizagem com metodologia de projeto

O trabalho realizado com os alunos do 1º CEB teve uma metodologia de projeto. O episódio que vamos utilizar para pensar sobre agência aconteceu na 2ª fase do projeto. A realização do filme tinha múltiplas tarefas, por isso foi necessário criar várias

equipas para as realizarem. As tarefas eram: realização, filmagem, som, vozes, iluminação, programação dos dois modelos de robots utilizado (RCX e NXT), montagem do filme.

O H. era um aluno do então 4º ano (em 2010/2011 pertencia ao 3º ano), fazia parte da equipa de programação dos robots NXT e era pouco sociável, conseqüentemente com alguma dificuldade em trabalhar em grupo com os colegas e com pouco poder na turma. Desde o início do projeto que o H. se mostrou bastante motivado para trabalhar com os robots. Na 1ª fase do projeto o grupo do H. escolheu construir um Lama e quanto se tratou de aprender a programar, o H. destacou-se, indo mais além do que era solicitado. A participação do H., na 1ª fase do projeto foi análoga ao que se descreveu anteriormente em relação ao 'He'. H. responsabilizou-se por várias tarefas mas foi na programação do 'seu Lama' que mais se destacou. O H. fazia e explicava com muita facilidade (inclusive às professoras da turma) o que programava. Nesta fase foi claro que o engajamento do H. com o robot fez emergir a agência conceptual aquando da programação. Descobriu aspectos da programação que iam além da nossa imaginação aquando da criação do cenário. O trabalho com os robots fez o H. evidenciar uma capacidade de agir diferente da que normalmente evidenciava.

Na 2ª fase do projeto escolheu pertencer à equipa de programação do NXT. Esta equipa era constituída por 7 alunos. Na primeira sessão de trabalho em que assumiram funções, trabalharam em dois computadores distintos, sendo que 3 alunos programaram o Lama e a Aranha Há e os restantes programaram os dois cães gémeos. Na sessão seguinte os alunos tinham 3 computadores disponíveis e a investigadora, I., sugeriu que trocassem de robots, de modo a que quem tivesse programado os cães tivesse oportunidade de programar a Aranha e o Lama, e vice-versa. Todos os alunos anuíram à exceção do H., que referiu o seguinte:

H.: Estive no grupo que construiu o Lama. Na sessão anterior estive a programá-lo e quero continuar a fazê-lo. Não quero programar outros robots.

I.: Mas em que equipa estás agora?

H.: Na de programação do NXT.

I.: Então não existe uma equipa específica de programação do Lama, pois não?

H.: Não.

I.: Se já programaste o Lama e a Aranha acho que agora devem trocar, para todos terem oportunidade de programar todos os NXT.

H.: Então não vou fazer nada.

[H. regressou ao seu grupo de trabalho (mesmos dois colegas da sessão anterior). Os restantes alunos responsáveis pela programação dos NXT levaram o Lama e a Aranha, para serem programados. O grupo do H. não levou qualquer robot. Mais tarde um aluno do grupo do H., dirigiu-se à I.]

A.: Podemos levar um dos cães para programarmos?

I.: Claro. E o H.? Ele disse-me que não queria programar um cão.

A.: Ele não quer mas nós queremos, não vamos ficar sem fazer nada.

A forma como os colegas do grupo interpretaram a tarefa foi diferente da interpretação que fez o H. Assim, o que os colegas e a I. esperavam dele não era o mesmo que ele considerava importante, o que acabou por colocar entraves ao seu envolvimento na prática. Para este aluno o importante consistia em programar o robot que havia construído. O H. não reconhecia ter que programar todos os NXT como responsabilidade sua. De acordo com a sua visão do que era participar naquela prática, ele só teria que ser responsável por programar o robot que o seu grupo construiu. Porque teria o H. esta visão? Em ambientes escolares, com outro tipo de metodologia, cada grupo é responsável e responsabilizado pelo trabalho que construiu. Para além de que os robots construídos pelos diferentes grupos eram vistos como 'o meu robot'. A atitude do H., ao negar a negociabilidade, podia ter levado à sua não participação. No entanto, H. com esta postura, evidenciou agência. Ele sabia que, de entre os 7 alunos do grupo de programação do NXT, era o aluno com melhor desempenho. Por isso acreditou que negar-se a programar os outros robots teria algum 'efeito' no trabalho de todo o grupo. De facto teve.

[Posteriormente a I. reparou que o H. não participava, contrastando com o seu desempenho em sessões anteriores em que sempre esteve muito envolvido. Reparou também que os alunos que estavam a programar o Lama e a Aranha estavam com algumas dificuldades. Então dirigiu-se ao H].

I.: Podes dar uma ajudinha aos teus colegas que estão a programar o Lama e a Aranha? Acho que eles estão com dificuldades, mas de momento não posso ajudá-los... Também parece-me que os teus colegas de grupo precisam da tua ajuda.

H.: Posso?

I.: Claro. Mas ajudar não é fazer tudo sozinho. Tens de fazer com que percebam a programação. Acho que consegues fazer isso.

H.: Está bem professora.

Após este momento foi crescente o apoio que o aluno H. prestou aos três grupos de trabalho.

A I. ao responsabilizar o H. pela programação dos vários NXT, reconhecendo-lhe autoridade e competência para fazê-lo, ajudou-o a fazer sentido do que era solicitado e atribuiu-lhe uma responsabilidade mais ampla. Agora não era só programar mas teria que ‘ensinar’ os colegas a programar. Este aspecto representou um ponto de viragem em termos da participação do H.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias têm o potencial de transformar como e o que as pessoas aprendem.

Neste artigo podemos ver que mesmo nos casos em que as questões estão bem definidas (ambientes mais estruturados) os alunos necessitam negociar o significado do que é pedido na questão. Essa negociação é feita na interação com os colegas, com as professoras e investigadoras e com a vontade de programar o robot. No entanto, no cenário de aprendizagem mais escolar os alunos tiveram mais necessidade da autoridade da professora para validar o conhecimento.

Introduzir os robots nestes cenários de aprendizagem fez emergir agência em alunos que normalmente tinham uma participação marginal. Estes alunos atuando no campo da agência material, trazido pelos robots para os cenários criados, capturaram essa agência e colocaram-na ao serviço das tarefas que tinham que realizar. A agência humana foi reconfigurada no seu engajamento com a agência material (Pickering, 1995). Estes alunos ganharam poder e foi-lhes reconhecida autoridade, que adveio do conhecimento. Perceber que tinham capacidade para agir modificou a forma de participar destes alunos facilitando-lhes a interação com os demais colegas e professores/investigadores.

Com este artigo mostramos que a agência dos alunos não se evidencia apenas quando estes atuam. Os alunos evidenciam agência também quando se recusam a agir de acordo com o que o professor solicita. Situações desta natureza são, muitas vezes, interpretadas como sinal de desmotivação ou até como má educação do aluno. Talvez tenhamos que olhar para elas de forma diferente e repensar a nossa postura perante os mesmos.

A forma de pensar e agir com os robots, em ambos os cenários, exibiu uma ligação dinâmica entre o lidar com os conceitos matemáticos (noção de função) e informáticos (programação) e o lidar com os robots que se assemelhou a uma ‘dança de agências’. Mas temos que realçar que a dança é entre dançarinos ‘igualmente bons’. Isto não quer dizer que por vezes um deles não esteja a conduzir a dança. O que significa é que se os separarmos, o resultado da dança será bastante diferente. Ou seja, não se pode separar o que foi aprendido da ação de trabalharem com os robots. Tentar separar estes dois aspectos é como ‘tentar construir um pote mantendo as mãos limpas do barro’ (Fernandes, 2012a; Fernandes, 2012b). A agência é relacional e um produto emergente do engajamento com os artefactos materiais (Malafouris, 2008).

A nossa preocupação como educadores não passa apenas por perceber quando e como é que os alunos atuam ou não atuam mas também por criar/dar-lhes oportunidade para atuar. A introdução dos robots com uma metodologia de trabalho que privilegie a comunicação e argumentação pode ser um caminho quer em cenários mais ou menos estruturados.

REFERÊNCIAS

Andersson, A. & Norén, E. (2011). Agency in mathematics education. *Proceedings at Working group 10; CERME 7, The Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Poland.

XXXX, (2012a). ‘Robot can’t be at two places at the same time’: material agency in mathematics class. In T.Y. Tso (Ed.) *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 2, pp. 227-234). Taipei, Taiwan: PME.

- XXXX, (2012b). Aprender Matemática com robots: A dança entre a agência material e agência conceptual. *Actas do XXIII Seminário de Investigação em Educação Matemática*. Coimbra. APM.
- Giddens, A. (1984). *The Constitution of Society*, Policy Press, Cambridge.
- Greeno, J. (2011). A Situative Perspective on Cognition and Learning in Interaction. In T. Koschmann (ed.), *Theories of Learning and Studies of Instructional Practice, Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies*, 1(2), 41-71
- Gresalfi, M. S., Martin, T., Hand, V. & Greeno, J. (2009). Constructing competence: An analysis of student participation in the activity systems of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 70(1), 49-70
- Knappett, C. (2008). The neglected Networks of material agency: Artifacts, Pictures and texts. In C. Knappett & L. Malafouris (eds). *Material Agency: Towards a non-anthropocentric perspective*. New York: Springer. pp.139 - 155.
- Latour, B. (1991) Technology is society made durable, Latour, B., (1991), in J. Law (Eds.), *A sociology of monsters: essays on power, technology and domination*, Routledge .
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press.
- Malafouris, L. (2008). "At the Potter's Wheel: An argument for Material Agency." In C. Knappett & L. Malafouris (eds). *Material Agency: Towards a non-anthropocentric perspective*. New York: Springer. pp.19 - 36.
- Martins, S. & XXXX. (2012). O trabalho de projeto com robots nos primeiros anos: Analisando a aprendizagem como participação. *Revista Brasileira de Educação*. (submetido).
- Matos, J. F. (2010). Towards a Learning Framework in Mathematics: taking participation and transformation as key concepts. In M. Pinto & T. Kawasaki

- (Eds), *Proceedings of the 34th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol.1, pp. 41-59). Belo Horizonte, Brasil: PME.
- Matos, J.F. & Santos, M. (2008). Methodology. [Project Learn Wiki Space] Retrieved from: <http://learn-participar-situada.wikispaces.com/methodology>.
- Pickering, A. (1995). *The mangle of practice*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rose, J. & Jones, M. (2005) The double dance of agency: A socio-Theoretic Account of How Machines and Humans Interact. *Systems, Signs & Actions*. 1(1):19-37.
- Resnick, M. (2002). *Rethinking Learning in the Digital Age*. In The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World, edited by G. Kirkman.: Oxford University Press.
- Roth, W.M. (2007). Identity in science literacy. In W. M. Roth and K. Tobin (Eds), *Science, learning, identity: Sociocultural and cultural-historical perspectives*. (pp.147-185). Rotterdam: Sense Publishers.
- Savenye, W. C. & Robinson, R. S. (2004). Qualitative research issues and methods: An introduction for educational technologists. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*. (2nd ed., pp. 1045-1071). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Skovsmose, O. (2005). Guetorização e Globalização: um desafio para a Educação Matemática. *Revista Zetetiké*, 13(24), 113-142.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wollenberg, E., Edmunds, D. & Buck, L. (2000). *Anticipating Change: Scenarios As a Tool For Adaptive Forestmanagement. A Guide*. Indonesia: SMT Grafika Desa Putera.