

# Viajando entre a Agência Disciplinar e a Agência Conceptual, a bordo de um robot, para Aprender Funções

Elsa Fernandes<sup>1</sup>

## Resumo

Este artigo<sup>2</sup> apresenta e discute o uso de robots na aula de matemática, por alunos do 7.º ano de escolaridade, para aprender funções. Enquadra-se num projeto de investigação - DROIDE<sup>3</sup> na Educação Matemática e Informática - cuja finalidade é compreender de que forma o uso dos robots na aula de Matemática contribui para que os jovens produzam significado e desenvolvam aprendizagem de tópicos e conceitos matemáticos e informáticos e possível articulação entre as duas áreas de conhecimento. Os dados foram recolhidos durante 5 aulas de 90 minutos cada, em duas turmas do 7.º ano de escolaridade e a investigadora assumiu uma observação participante. Foi usada uma metodologia interpretativa e a análise dos dados teve como suporte teórico a Teoria da Aprendizagem Situada, analisando a prática matemática escolar quando os alunos utilizam os robots da Lego Mindstorms para aprender funções relevou-se a emergência de agência conceptual, em alunos que outrora tinham uma participação marginal. A agência material trazida pelos robots para esta prática ajudou a reconfigurar a participação dos alunos na mesma.

Palavras-chave: Funções. Robots. Agência

## 1. Introdução

---

<sup>1</sup> Doutora em Educação – Especialidade Didática da Matemática pela FCUL -Professora Auxiliar da Universidade da Madeira - Portugal -Membro do Grupo de Investigação Educação, Tecnologia e Sociedade, do IE UL-Diretora de Curso do Mestrado em Ensino da Matemática no 3º CEB e no Secundário da Uma- Coordenadora do Projeto de investigação DROIDE II – Os robots na educação matemática e informática, financiado pela FCT.

<sup>2</sup> Uma versão liminar deste artigo foi apresentada no 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (FERNANDES, 2012) Financiado pela FCT sob o contrato PTDC/CPE-CED/099850/2008

<sup>3</sup> Financiado pela FCT sob o contrato PTDC/CPE-CED/099850/2008.

A aprendizagem da matemática tem, tradicionalmente, sido vista como uma atividade cognitiva individual e a matemática como a disciplina da mente. Aqueles que defendem o método de ensino tradicional posicionam o trabalho de sala de aula como o veículo para adquirir conhecimento matemático. A visão de aprendizagem que defendemos neste artigo é substancialmente diferente desta. Consideramos a aprendizagem da matemática como um aspeto da participação em práticas sociais (LAVE; WENGER, 1991) em que as pessoas se engajam em resolver problemas e fazer sentido, usando representações matemáticas, conceitos e métodos (BOALER; GREENO, 2000). Esta visão da aprendizagem defende que a participação em práticas sociais é o que a aprendizagem da matemática é. As práticas sociais escolares oferecem cenários de aprendizagem nos quais os alunos participam e as suas formas de participação são adaptações aos constrangimentos e conformidades desses ambientes (GREENO; MMAP, 1998). Mas, não podemos esquecer o mundo em que vivem os jovens atuais – um mundo cada vez mais dependente de tecnologias. Os jovens atuais ao participarem em qualquer prática fora da escola interagem com tecnologias. A sua utilização faz parte da cultura da maioria dos alunos que frequentam as nossas escolas. A sua atividade diária é mediada pelas tecnologias. Consequentemente, é essencial combinar o uso de tecnologias com a criação de novos objetivos educacionais e com a redefinição de processos de ensino e questionamento dos estabelecidos papéis dos professores na sala de aula. Com o propósito de compreender como é que os jovens aprendem matemática quando utilizam os robots criou-se o projeto Droide II. Este projeto visava a criação de cenários de aprendizagem em que os robots seriam ‘objetos’ com que os alunos pensavam, com o propósito de compreender como é que os jovens produzem significado e desenvolvem aprendizagem de tópicos e conceitos matemáticos e informáticos quando usam robots. Neste artigo analisaremos a participação dos alunos em aulas de matemática, no âmbito do cenário criado, discutindo o papel da agência.

## **2. Enquadramento Teórico**

### **2.1. Aprendizagem como Participação em Práticas Sociais**

Em 1988, Jean Lave em *Cognition in Practice*, introduz mudanças na forma de olhar as teorias da cognição e a transferência da aprendizagem. Em 1991, Lave e Wenger apresentam uma ‘nova concepção’ da aprendizagem defendendo que para compreender a aprendizagem é importante mudar o “foco analítico do indivíduo como aprendiz para a aprendizagem como participação no mundo social, e do conceito de processos cognitivos para uma visão mais abrangente de prática social” (p.43).

Wenger (1998) defende ‘aprendizagem como participação social’. Participação não é equivalente a colaboração. A participação molda, não apenas o que fazemos mas também quem somos e a forma como interpretamos o que fazemos. Molda também as comunidades em que participamos; de facto, a nossa capacidade (ou incapacidade) para moldar a prática das nossas comunidades é um aspeto importante da nossa experiência de participação. Participação é um processo complexo que envolve fazer, falar, sentir e pertencer.

Segundo Wenger (1998) a nossa participação na prática tem padrões, mas é a reprodução desses padrões que origina uma experiência de significado. A participação é uma negociação constante. Negociar um empreendimento conjunto dá lugar a relações de responsabilidade entre os envolvidos. 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 empurra para uma participação marginal. A sua experiência torna-se irrelevante porque não pode ser declarada e reconhecida como uma forma de competência. Analisar a participação torna-se importante quando se quer discutir e compreender a aprendizagem como fenómeno emergente da participação em práticas sociais.

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, ou seja, da nossa agência.

### **2.1.1. Participação em práticas escolares**

A maioria dos trabalhos que conduziram a este esquema conceitual teve lugar em comunidades de prática com características bastante diferentes do que acontece na escola (alfaiates, alcoólicos anônimos, etc). Não obstante, alguns educadores matemáticos têm utilizado esta perspectiva teórica para pensar a aprendizagem da matemática escolar (BOALER; GREENO, 2000; GRESALFI; MARTIN; HAND; GREENO; 2009; GREENO, 2011). Boaler e Greeno (2000) consideram conhecer e compreender a matemática como aspetos da participação em práticas sociais, em particular naquelas em que os indivíduos se engajam em fazer sentido e resolver problemas usando representações matemáticas, conceitos e métodos como recursos. Durante este processo acontecem muitos momentos de negociação do significado e estes moldam a prática matemática escolar afetando os participantes e a sua forma de participar.

Greeno (2011) apresenta 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 conceitual, em que o indivíduo faz escolhas e julgamentos envolvendo significados e adequação dos métodos e interpretações.

Para analisar o posicionamento sistémico tivemos dois aspectos em atenção: 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, et al., 2009). Analisar os itens acima referidos permite-nos discutir a participação nesta prática matemática escolar e tornar visível o posicionamento que os alunos assumem em relação à agência e à responsabilização.

## **2.2. Falando 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 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 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 “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. Ao fazer isto, Latour abre espaço para conceber a agência localizada não apenas nos humanos. De facto, se a agência é a capacidade de fazer a diferença então as máquinas também podem exibir formas de agência. 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.

### **2.2.1. 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. (MALAFOURIS, 2008, p.22)

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<sup>4</sup> onde os resultados dependem da forma como os mecanismos funcionam no mundo.

## **3. Metodologia**

A natureza da investigação apresentada neste artigo é qualitativa atendendo aos objetivos 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

---

<sup>4</sup> Pickering (1995), quando desenvolveu os termos agência conceptual e agência disciplinar, refere que os matemáticos “exercem agência conceptual quando se envolvem na tomada de decisões, exploração e criação de estratégias” (p.53). Quando decidem usar um método existente, a agência é disciplinar.  
**Revista Tecnologias na Educação – Ano 6 - número 10 – Julho 2014 -<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>**

ocorre (MATOS; SANTOS, 2008). Este foi o posicionamento assumido pela investigadora envolvida 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.

A recolha de dados foi feita entre fevereiro e abril do ano letivo 2010-2011. Trabalhamos com duas turmas de 7º ano de escolaridade (com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos) de uma escola básica e secundária do Funchal na unidade didática Funções. A turma tinha 4 professoras – 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.

A análise de dados foi feita com base nas transcrições das aulas e nas notas feitas pela investigadora 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 ideias de Greeno (2011) sobre as interações dos alunos e que podem ser discutidas pensando sobre as questões apresentadas no enquadramento teórico, porque elas permitem-nos interpretar a participação dos alunos na prática matemática escolar e dar visibilidade ao posicionamento que os alunos assumem relativamente à agência e responsabilidade (FERNANDES, 2012a).

## **4. Análise e Discussão**

### **4.1. A Construção do robot**

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 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. 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.

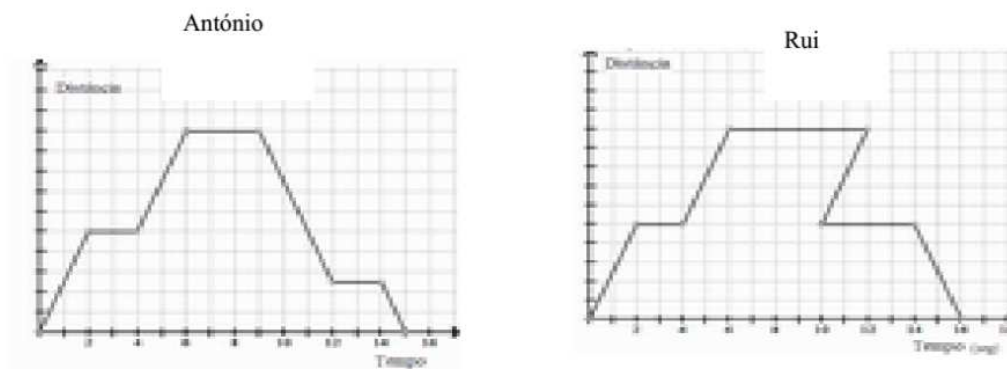
Depois da montagem, cada grupo quis ‘decorar’ o robot à sua maneira. Assim, cada grupo personificou o ‘seu robot’ colocando-lhe olhos, orelhas, um condutor, etc. Este aspecto pode parecer apenas um pormenor mas veio a revelar-se fundamental em todo o processo visto que os alunos, neste processo, colocam nos robots muito de si e do seu mundo. Personificaram o robot. A partir desse momento cada robot passou a ser um objeto muito especial para o grupo que o criou.

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.

#### **4.2. A Noção de Função e a Emergência de Agência**

A tarefa consistia em idealizar duas viagens de robots, através de dois gráficos. Na primeira questão pretendia-se que os alunos analisassem os dois gráficos (que na tarefa eram descritos como o gráfico do António e o gráfico do Rui) 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 apresentados na proposta de trabalho foram 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. 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 primeiro 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 é que dizes isso? Como assim não fazer nada?*

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

*Prof.: Porquê é 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 mesmotempo. Não podemos programá-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 discuti-la 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. A sua explicação, convenceu a professora, mas não convenceu os colegas. Provavelmente pela forma como os colegas o viam em termos de conhecimento matemático. 'He' 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, e assim obter a legitimação necessária para fazer-se ouvir pelos colegas. 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.*

A utilização dos robots, pelos quais o He, 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 reportório 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.

### **4.3. Proporcionalidade direta como função e a confirmação da agência**

Duas aulas depois estes alunos trabalharam a noção de ‘proporcionalidade<sup>5</sup> como função’. A primeira questão da tarefa era comparar a velocidade de dois robots – o

---

<sup>5</sup> Depois de vários testes verificamos que o tempo que o robot necessita, para atingir a velocidade  
Revista Tecnologias na Educação – Ano 6 - número 10 – Julho 2014 -<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>

roverbot e o tanque – e discutir se o tempo e a distância percorrida estavam em proporção. Os alunos tinham que programar o robot para andar 1 segundo, colocá-lo em andamento e medir a distância percorrida pelo robot; depois tinham que fazer o mesmo para 3 e 6 segundos respectivamente. Em seguida tinham que calcular o quociente entre a distância e o tempo e concluir sobre a existência ou não de proporcionalidade direta.

O grupo do ‘He’ realizou todo o processo para um segundo, e depois de fazer para 3 e 6 segundos, duas vezes, o ‘He’ disse:

*He.: Não pode ser... voltou a dar 112. Vou chamar a professora.*

*Fi.: Não estou a perceber porque é que dizes que não esta a dar certo, se já medimos duas vezes e dá o mesmo e não os 138cm como queres...*

*He.: Basta fazer a conta. Faz a conta!*

*Fi.: Mas qual conta?*

*He.: 46 vezes 3...*

*Fi.: Dá 138.*

*He.: Por isso é que digo que tem que dar 138cm.*

*Pe.: Ah! Já percebi. Temos que multiplicar o primeiro valor pelos segundos...*

*Fi.: Ok...*

*He.: Sim é mesmo isso, se num segundo o “Tanque” andou 46cm, multiplicando por 3 dá 138 e para 6 segundos 276cm. E não é isso que dá quando medimos.*

Este excerto evidencia o ‘He’ a usar o raciocínio proporcional, para verificar se as medições estavam bem feitas, em vez de, utilizando as medições e o contexto do problema, tentar perceber se existia ou não proporcionalidade – que era o propósito da tarefa. Apesar disso, a diferença de postura dos colegas em relação ao ‘He’ e ao seu

---

standard; e o tempo de travagem, são desprezíveis. Assim, podemos assumir, para o propósito desta questão que o tempo e a distância percorrida variam em proporção.

Revista Tecnologias na Educação – Ano 6 - número 10 – Julho 2014 -<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>

conhecimento matemático é completamente diferente. O 'He' responsabilizou-se pela realização da tarefa mas também os colegas assentiram que ele 'tomasse as rédeas' na resolução da proposta. A diferente participação do 'He' na aula de matemática permitiu-lhe evidenciar autoridade matemática que anteriormente não lhe era reconhecida pelos colegas. Estes passaram a ouvi-lo e pedir que explicasse como pensava.

[A professora aproximou-se do grupo, ouviu as discussões dos alunos sobre o que não estava bem e disse:]

*Prof.: Assumindo que mediram corretamente, tentem pensar sobre as razões que justificam a diferença entre o que deveria ser e o que na realidade é.*

Os alunos assim o fizeram. As suas justificações para as discrepâncias entre os valores esperados e os valores obtidos foram: - o chão não é completamente plano; as baterias dos robots esvaziaram, o tempo de travagem é diferente para robots diferentes, etc.

Da análise dos dados releva-se que alunos com uma participação marginal, como foi o caso do 'He', mostram-se agora capazes de refletir sobre a matemática e com a matemática. A introdução dos robots na prática matemática escolar destes alunos modificou a forma como os alunos pensavam e agiam (sendo bastante evidente no caso do 'He') e transformou a forma como realizaram a sua atividade matemática. Também foi evidente que trouxe, para certos alunos, motivos e vontade para se envolverem no processo de aprendizagem. Este envolvimento fez a diferença no tipo de participação assumida pelos alunos. O 'He' e outros alunos agarraram esta possibilidade que o sistema escolar lhes ofereceu.

## **5. Considerações finais**

Um primeiro ponto que pretendemos destacar é a importância da construção do robot. Os alunos ao construírem os robots personificam estes artefactos, colocando muito de si, das suas personalidades e das suas vidas nos mesmos. Este aspecto

representa a personificação do robot e ajuda os alunos a encontrarem motivos para se envolverem na prática matemática escolar e na sua aprendizagem.

Um outro aspecto importante foi a metodologia de trabalho implementada. O trabalho de grupo aliado à grande liberdade de ação que foi dada aos alunos (programavam, levantavam-se, experimentavam) proporcionaram-lhes reais oportunidades para que se envolvessem e comprometessem com a sua aprendizagem. A possibilidade de trabalharem com poder de definir como usar robots e todo o material de apoio à consecução da proposta de trabalho, permitiu que alunos com uma participação marginal na aula de matemática, considerassem a possibilidade de dar expressão aos seus motivos e, assim, encontrassem disposição para participarem de uma forma diferente da usual, evidenciando autoridade matemática perante colegas e professoras e exibindo agência conceptual na aula de matemática. A introdução dos robots nestas aulas revelou uma ligação dinâmica entre o trabalho com robots e a forma como os alunos pensaram sobre o conceito de função. De facto, este artefacto transformou a forma como estes alunos pensaram, comunicaram e agiram na aula de matemática. A agência emergiu da ação de usar os robots para pensar matematicamente. A agência material trazida pelos robots fez emergir agência conceptual em alunos que normalmente tinham uma participação marginal na aula de matemática. A forma de pensar dos alunos sobre o conceito de função com os robots exibiu uma ligação dinâmica entre o lidar com os conceitos matemáticos e o lidar com os robots. Ou seja, não se pode separar o que foi aprendido da ação de trabalharem com os robots (FERNANDES, 2012). A agência é relacional e um produto emergente do engajamento com os artefactos materiais (MALAFOURIS, 2008). Os robots foram determinantes no tipo de participação que os alunos tiveram, no seu engajamento com os artefactos materiais e a agência material esteve fortemente relacionada com o tipo de agência conceptual exibida pelos alunos.

## **Referências**

ANDERSSON, A.; NORÉN, E. Agency in mathematics education. In: CERME 7 - *The Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, 2011, Rzeszów. Proceedings at Working group 10, Rzeszów: ERME, 2011, p. 1-10.

Revista Tecnologias na Educação – Ano 6 - número 10 – Julho 2014 -<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>

Disponível em: <<http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/index.php?id=wg10>>. Acesso em: 06 Jun. 2013.

BOALER, J.; GREENO, J.G. Identity, agency, and knowing in mathematical worlds. In: BOALER, J. (Org.). *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning*. Stanford. CT: Ablex. 2000. p. 171-200.

FERNANDES, E. 'Robot can't be at two places at the same time': material agency in mathematics class. In: Tso, T.Y. (Org.), *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 2, Taiwan: PME, 2012, p. 227-234.

GIDDENS, A. *The Constitution of Society*, Policy Press, Cambridge, 1984. 402p.

GREENO, J. A Situative Perspective on Cognition and Learning in Interaction. In:

KOSCHMANN, T. (Org.). *Theories of Learning and Studies of Instructional Practice, Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies*. v. 1, n. 2, p. 41-71. 2011.

GREENO, J.G.; MMAP. *The situativity of knowing, learning and research*. American Psychologist. v. 53, n. 1, p. 5-26. Jan. 1998.

GRESALFI, M.S.; MARTIN, T.; HAND, V.; GREENO, J. *Constructing competence: An analysis of student participation in the activity systems of mathematics*. Educational Studies in Mathematics. v. 70, n. 1, p. 49-70. 2009.

KNAPPETT, C. The Neglected Networks of material agency: Artifacts, Pictures and texts. In: KNAPPETT, C.; MALAFOURIS, L. (Org.). *Material Agency: Towards a non-anthropocentric perspective*. New York: Springer. 2008. p. 139 - 155.

LATOUR, B. Technology is society made durable. In: LAW, J. (Org.). *A sociology of monsters: essays on power, technology and domination*. Routledge. 1991. 273p.

LAVE, J. *Cognition in Practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge, Cambridge: University Press. 1988. 214p.

Revista Tecnologias na Educação – Ano 6 - número 10 – Julho 2014 -<http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/>

LAVE, J.; WENGER, E. *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press. 1991. 133p.

MALAFOURIS L. “At the Potter’s Wheel: An argument for Material Agency.” In: KNAPPETT, C.; MALAFOURIS, E. (Org.). *Material Agency: Towards a non-anthropocentric perspective*. New York: Springer. 2008. p. 19-36.

MATOS, J. F. Towards a Learning Framework in Mathematics: taking participation and transformation as key concepts. In: PINTO, M.; KAWASAKI, T. (Org.), *Proceedings of the 34th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. v.1. Belo Horizonte, Brasil: PME. 2010. p. 41-59

MATOS, J. F.; SANTOS, M. 2008. *Perspectiva Situada da Aprendizagem*. Disponível em: <<http://learn-participar-situada.wikispaces.com/methodology>> Acesso em: 12 dez. 2011.

PICKERING, A. *The mangle of practice*. Chicago: University of Chicago Press. 1995.281p.

ROTH, W. M. Identity in science literacy. In: ROTH, W. M.; TOBIN, K. (Org.). *Science, learning, identity: Sociocultural and cultural-historical perspectives*. Rotterdam: Sense Publishers, 2007. p. 147-185

SAVENYE, W. C.; ROBINSON, R. S. Qualitative research issues and methods: An introduction for educational technologists. In: JONASSEN, D. H. (Org.). *Handbook of research on educational communications and technology*. 2nd ed. Mahwah, New Jersey:Lawrence Erlbaum. 2004. p.1045-1071.

WENGER, E. *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1998. 318 p.

**Recebido em abril 2014**

**Aprovado em junho 2014**



