

---

## A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NUM PROJETO COM ROBOTS

---

**Sónia Martins<sup>1</sup> & Elsa Fernandes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Escola B+S Dr. Luís Maurílio da Silva Dantas, 9300-145 Câmara de Lobos.

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia, Universidade da Madeira, Campus da Penteada, 9020-105 Funchal.

### INTRODUÇÃO

A forma como cada um de nós identifica o que aprende, quando aprende e como aprende está intimamente relacionada com o que pensamos sobre o que é aprender (Wenger, 1998). Existem diferentes teorias da aprendizagem que refletem diferentes formas de encarar a natureza do conhecimento e consequentemente a aprendizagem.

A Teoria da Aprendizagem Situada é uma plataforma teórica ampla, composta por uma variedade de teorias e escolas de pensamento que partilham um entendimento comum de que a cognição é contextualizada no mundo físico, social e cultural em que as pessoas atuam, sendo atribuída particular importância à dimensão sociocultural.

Lave e Wenger (1991) elaboraram os pressupostos da sua perspetiva situada da aprendizagem. Na abordagem apresentada por Lave e Wenger (1991), é central a ideia de que aprender está intimamente ligado à participação em comunidades, que não são só grupos de pessoas, mas pressupõem práticas e que, portanto, serão também de conhecimentos.

Apesar do enfoque dos estudos realizados por Lave e Wenger (1991) residir na compreensão da aprendizagem como fenómeno emergente da participação das pessoas em contextos não formais de aprendizagem, esses estudos permitem também pensar a aprendizagem em contexto escolar.

Na investigação subjacente a este artigo, a perspetiva situada da aprendizagem, nomeadamente a decorrente dos trabalhos de Lave e Wenger (1991) e Wenger (1998), é utilizada como ferramenta na análise de uma prática matemática escolar, resultante da implementação de um cenário de aprendizagem onde alunos de duas turmas do 1.º Ciclo do Ensino Básico utilizaram robots.

Neste artigo iremos discutir o papel da negociação e (re)negociação do significado para as aprendizagens matemáticas dos alunos, sendo que este enquadra-se numa investigação mais ampla, cujo objetivo é compreender como é que o uso de robots contribui para o desenvolvimento de competências matemáticas e para a aprendizagem de conceitos matemáticos nos alunos do 1.º Ciclo do Ensino Básico, correspondente ao doutoramento

da primeira autora. Assim começaremos por apresentar a perspectiva conceitual utilizada como ferramenta analítica, posteriormente discutiremos algumas questões metodológicas subjacentes à investigação realizada e descreveremos sucintamente o cenário de aprendizagem desenhado e implementado. De seguida, analisaremos a negociação de significados na prática decorrente da implementação deste cenário e, finalmente, apresentaremos algumas conclusões emergentes.

### **Aprendizagem como Participação e (Re)negociação do Significado**

Em 1991, no livro *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Jean Lave e Etienne Wenger, defendem que a aprendizagem não é vista apenas como transferência de informação mas como um processo sociocultural.

Assumir a participação das pessoas como um elemento chave na construção do conhecimento, implica pensar na escola como um campo de construção de saberes, uma comunidade com práticas próprias, que não se podem nem devem confundir com outras quaisquer práticas profissionais, mas que são, essencialmente, práticas escolares. Para Lave e Wenger (1991) a participação assenta em negociação situada e (re)negociação de significado no mundo. Assim, revelam-se prometedoras as formas criativas de envolver as crianças e os jovens em práticas significativas, possibilitando-lhes o acesso a contextos e recursos que contribuam para melhorar a sua participação, abrindo-lhes os seus horizontes de modo a proporcionar-lhes a possibilidade de escolherem as suas próprias trajetórias de aprendizagem, envolvendo-se em ações, discussões e reflexões que lhes permitam fazer a diferença, tornando-se assim uma mais valia nas comunidades em que se integram (Wenger, 1998).

Wenger emprega o conceito de negociação de significado para caracterizar o processo pelo qual experienciamos o mundo e o nosso engajamento nele como algo significativo. Todas as atividades rotineiras envolvem a negociação de significado.

Quando nos sentamos para almoçar pela enésima vez com os mesmos amigos, no mesmo restaurante, tudo o que ocorre já vivenciamos anteriormente. Podemos nos recordar do menu do dia e se gostamos do mesmo ou não. Voltamos a almoçar e a saborear o que comemos. Podemos conhecer muito bem os nossos amigos e ainda assim conversamos com eles uma e outra vez. Tudo o que façamos e digamos poderá fazer referência ao que dissemos e fizemos anteriormente e assim voltamos a produzir uma nova situação, uma nova impressão, uma nova experiência, isto é, produzimos

significados que ampliam, desviam, reinterpretam, modificam ou confirmam a história dos significados da qual fazem parte.

Para Wenger (1998) a negociação do significado é um processo que é moldado por múltiplos elementos e que, por sua vez, afeta esses elementos. Consequentemente, esta negociação muda constantemente as situações às quais ela atribui significado e afeta todos os participantes. Neste processo, negociar o significado implica ao mesmo tempo interpretação e ação.

Este processo gera novas situações para posteriores negociações e significados. Produz novas relações com o mundo e no mundo. O significado do nosso engajamento com o mundo não é uma situação fixa mas sim um processo contínuo de renovadas negociações. O significado é sempre o produto da sua negociação, ou seja, ele existe no processo da negociação. O significado não existe em nós, nem no mundo, mas na relação dinâmica de viver no mundo.

De acordo com Wenger (1998), todo e qualquer envolvimento com o mundo é de natureza social, mesmo quando não existem interações com os outros. Por exemplo, a escrita de um livro, sendo feita de forma isolada pelo seu autor, não deixa de ser um ato social pois envolve de uma forma implícita outras pessoas que não estão fisicamente presentes no ato de escrever (a editora a que se destina, os leitores público alvo).

Ao longo da história de participação de uma comunidade os seus membros encontram formas que facilitam a negociação conjunta, vivendo e respeitando as suas diferenças e coordenando as suas aspirações individuais ao longo de todo o processo. A compreensão que os membros têm do seu empreendimento e dos efeitos do mesmo nas suas vidas não precisa ser uniforme para que seja um produto coletivo. Ou seja, a complementaridade de papéis ou de competências revela-se útil para a coerência da comunidade.

De acordo com Wenger (1998), para compreendermos a aprendizagem é fulcral termos em conta os grupos sociais em que nos envolvemos, as relações que neles estabelecemos, as atividades que levamos a cabo no seio desses grupos, o tipo de recursos que são utilizados, as histórias que se vão partilhando e construindo. Todos nós temos consciência de que nem todos os grupos com os quais interagimos nos permitem sentirmo-nos pertencentes aos mesmos ou, por outro lado, nós próprios, por vezes, resistimos às solicitações para tais inclusões, revelando intencionalidade em não querer pertencer a determinados grupos.

O acesso ao que é considerado importante por determinado grupo de pessoas decorre da preocupação que existe, tanto no coletivo como individualmente, com a sustentação do engajamento dos diferentes

envolvidos. A ideia de “(...) being included in what matters” (Wenger, 1998, p. 74) é um elemento subjacente à construção da sensação de engajamento mútuo.

## **METODOLOGIA**

Atendendo à natureza do problema de investigação e ao fenómeno em estudo – a aprendizagem – a opção foi o paradigma interpretativo, tendo sido portanto utilizadas técnicas e métodos qualitativos, sendo o propósito central a compreensão dos fenómenos sociais a partir das perspetivas dos participantes envolvidos (Bogdan & Biklen, 2006). Neste sentido, a investigadora (primeira autora do artigo) esteve imersa no fenómeno em estudo de forma a conseguir, tanto quanto possível, perceber essas mesmas perspetivas.

Tomando a aprendizagem não como um atributo individual, mas como algo intrinsecamente ligado à mudança de participação do indivíduo em práticas nas quais está inserido, tornou-se importante não só ‘observar’ como também ‘participar’ nas atividades nas quais os alunos estiveram envolvidos. Foi esse o posicionamento das investigadoras envolvidas na recolha de dados. Participar foi também aprender.

Assim, a observação participante da investigadora em diferentes práticas dos alunos (sessões conjuntas do projeto com robots, sala de aula e aulas de expressão plástica de ambas as turmas) revelou-se importante para a compreensão do fenómeno em estudo – a aprendizagem.

Ao longo das sessões foram utilizados vários instrumentos de recolha de dados. Foram realizadas entrevistas do tipo semiestruturado, conduzidas com base em tópicos específicos a partir dos quais se formularam questões. As sessões foram gravadas em áudio e vídeo. Foram feitas transcrições e anotações num diário de participação nas sessões. Foram ainda considerados e analisados os registos de trabalhos escritos dos alunos e as anotações das professoras envolvidas.

### **O Cenário de Aprendizagem**

A implementação do cenário de aprendizagem (Martins, 2013) decorreu em dois momentos distintos. O primeiro entre maio e julho de 2011 e o segundo entre abril e julho de 2012, envolvendo duas turmas (24 e 16 alunos, respetivamente) do 1.º Ciclo, de uma escola do Funchal – Ilha da Madeira, a trabalharem conjuntamente, com robots.

Os robots utilizados foram os modelos RCX e NXT da Lego. Em ambos, o ambiente de programação consiste numa aplicação muito intuitiva, que permite programar arrastando blocos de código para a área do programa. Como a programação é feita de uma forma visual, evita-se erros de sintaxe, constituindo uma boa ferramenta para alunos que não possuam grandes conhecimentos de programação. Neste cenário de aprendizagem, os alunos e professoras envolvidos não possuíam conhecimento prévio dos robots a utilizar.

As sessões de trabalho contaram com o apoio das professoras das áreas curriculares de ambas as turmas, da professora de informática, de alguns membros da equipa do projeto DROIDE II e, posteriormente, existiu a colaboração dos professores das áreas de expressão plástica de ambas as turmas envolvidas. Os alunos trabalharam em grupos, que se foram alterando ao longo da implementação do cenário de aprendizagem, mas que eram sempre formados por alunos de ambas as turmas.

Numa primeira fase, os alunos tomaram contacto com construções Lego. Algumas eram robots e outras não. Posteriormente, escolheram e construíram vários robots e atribuíram aos robots características físicas e psicológicas. Posto isto, foram informados que as suas criações seriam personagens numa história que iriam escrever. Escolheram as personagens principais, estabeleceram as relações de amizade entre diferentes personagens e negociaram o enredo principal.

A escrita da história foi iniciada por um grupo de trabalho. Os restantes iniciaram a programação dos seus robots. A história foi passando pelos vários grupos para a irem completando. Posteriormente os alunos assumiram tarefas distintas: continuaram com a escrita da história ou com a programação livre dos robots. A tarefa de encenar a história ficou para a segunda fase.

No ano letivo seguinte, as sessões iniciaram-se com uma discussão acerca do trabalho anteriormente realizado. Como forma de encenar a história, optou-se pela produção de um filme e foi estabelecido que nas aulas de expressão plástica, de cada turma, seriam construídos a maquete ('chão' das filmagens), os cenários e os adereços. A partir daí foram estabelecidas novas tarefas. Os alunos decidiram criar equipas de: realização, montagem, filmagem, som, programação dos NXT, programação dos RCX, vozes e iluminação. Cada aluno escolheu em que equipa(s) queria participar.

## **(Re)negociação Conjunta de Significados Matemáticos numa Prática com Robots**

O facto de os robots terem sido construídos de génese pelos alunos revestiu-se de grande importância para eles, uma vez que estes objetos assumiram características muito específicas, que retratam uma prática que, para eles, foi muito significativa. A forma como dividiram tarefas ao seguir as instruções de montagem, como escolheram os adereços a colocar nos robots – antenas, patitas, olhinhos, ... – os seus nomes, ou as características em termos de personalidade, resultaram da tomada de opções conjuntas, negociadas no seio de cada grupo de trabalho.

Analisando o trabalho realizado nos diferentes grupos de trabalho, verificamos que os robots foram construídos daquela forma e com aqueles atributos porque os alunos assim o negociaram. Não resultou de uma imposição ou sugestão externa aos membros desta comunidade que um determinado robot fosse uma joaninha ou um outro inseto, gostasse de comer guloseimas ou detestasse água, adorasse cozinhar ou detestasse ficar de castigo no quarto. Estes robots assumiram estas características porque os alunos assim o entenderam.

### **Episódio: Lama 3000**

O Lama 3000 foi definido pelo grupo que o construiu como sendo um robot matreiro, que adorava arrelhar os restantes. Essas características acabaram por moldar a escrita da história.

Na história escrita, o Lama 3000 raptou um dos robots e escondeu-o num local secreto, para o qual seria necessária uma palavra-passe de acesso. O grupo de alunos responsável pela escrita da história quis utilizar o número 3000 como sendo o código que permitia aceder a essa passagem secreta. Quando os alunos discutiam o código a utilizar, repararam que '3000' seria muito óbvio. Uma aluna de 2.º ano sugeriu a escrita do número em numeração romana (MMM). Depressa constataram que, desta forma, o código ainda era demasiado óbvio. Vejamos o referido pela aluna de 2.º ano numa entrevista:

**Ant:** Queríamos usar o MMM, mas trocando a ordem não mudava. Ficava sempre igual. Então alguém do 3.º ano sugeriu usarmos outro sistema de numeração.

**Inv:** Eles [alunos da outra turma] conheciam outros sistemas, era?

**Ant:** Sim, tinham feito um projeto dos números e tinham pesquisado na internet.

**Inv:** Então decidiram-se pela numeração Maia, foi?

**Ant:** A **Leo** foi pesquisar a numeração Maia e depois trouxe os símbolos e achamos bem. Fizemos as contas dos símbolos e deu o 3000. Depois, enquanto uns continuaram a escrever a história, nós começamos a desordená-los para ver qual a desordenação que podíamos usar no código... Para os outros não perceberem que era o número 3000.

No episódio acima, observamos que os alunos envolvidos na escrita da história chegaram a um entendimento comum no que diz respeito à utilização de um código. Na discussão do possível código a usar, trouxeram para esta prática, elementos das suas práticas matemáticas escolares enquanto alunos de turmas distintas, nomeadamente a possibilidade de utilização de diferentes sistemas de numeração, trazido pelos alunos de uma das turmas.

De acordo com Lave e Wenger (1991) todos nós, na nossa experiência quotidiana de viver no mundo, agimos e produzimos conhecimento, fruto da participação em diferentes práticas sociais. Assim, o processo de negociação do significado numa determinada prática implica a interação e aproximação dos envolvidos, baseada na partilha e reconhecimento mútuos de saberes, apesar dos envolvidos possuírem referências e expectativas pessoais distintas.

Como podemos observar na análise do episódio acima descrito, as interações estabelecidas entre os alunos de ambas as turmas basearam-se no intercâmbio de significados matemáticos, a partir do qual os alunos renegociaram e produziram novos significados. Podemos destacar, neste caso particular em análise, a compreensão por parte dos alunos do efeito da utilização de um sistema de numeração cuja combinação dos seus símbolos – ‘desordenação’ na linguagem da aluna – acabou por satisfazer as suas intenções, ou seja, a utilização de um código baseado no nome do robot.

Salientamos ainda que o sistema de numeração utilizado, ao contrário do nosso, não é um sistema decimal, mas sim um sistema de base 20. A análise efetuada pelos alunos aos símbolos utilizados na escrita do número 3000 em numeração Maia propiciou a ampliação do seu conhecimento matemático acerca do valor posicional de um algarismo num número escrito num determinado sistema de numeração.

Analisando a prática resultante da implementação do cenário de aprendizagem, observámos que da mesma forma que os alunos trouxeram para esta prática, elementos das suas práticas de sala de aula – caso dos sistemas de numeração estudados – existiram igualmente momentos em que o que se discutiu e explorou na sala de aula adveio do trabalho realizado no projeto com os robots. Analisemos o seguinte episódio:

### **Episódio: Rotundas na Maquete**

Nas sessões de trabalho com os robots, os alunos mostraram interesse em colocar ruas e rotundas na maquete onde os robots se iriam deslocar nas filmagens. A colocação destes elementos estava intimamente relacionada com a trajetória que os alunos pretendiam que os robots assumissem durante as filmagens. A investigadora acompanhou as aulas da curricular da turma de 3.º ano, onde os alunos discutiram como poderiam ser construídas as rotundas a utilizar na maquete.

**1 Inv:** Vamos agora pensar nas nossas rotundas. Para tal, eu trouxe algo. [E mostra um círculo em cartolina preta].

**2 Alunos:** Rotundas!

**3 Inv:** E que forma geométrica é esta?

**4 Alunos:** Círculo.

**5 Inv:** Verdade, são círculos. Trouxe estes grandes pretos e estes mais pequenos brancos.

**6 Chi:** Podemos usar um círculo pequeno, no meio desse grande e fazemos uma rotunda.

**7 Ser:** Mas tem que ser no meio não pode ser no lado...

**8 Inv:** Podemos usar bostick aqui no quadro, pode ser? E assim mostramos o que estão a tentar dizer. [A investigadora prendeu o círculo maior ao quadro e pediu ao aluno **Tom** que viesse colocar o menor, como os colegas estavam a sugerir. O aluno colocou o círculo menor no interior do maior.]

**9 Inv:** Como sabemos que o círculo menor está mesmo no meio?

**10 Mar:** Usa a régua e mede à volta, a distância entre o círculo pequeno e o grande.

**11 Tom:** Tem 12,8cm neste lado. E noutro lado tem... 11cm e 3mm. É preciso baixar deste lado o mais pequeno. Para acertar.

**12 Jes:** Isso vai dar muito trabalho. **Tom**, dobra-se os círculos.

**13 Inv:** Não te agradam estas tentativas?

**14 Jes:** Não. Eu acho que dobrávamos o círculo preto e achavamos o meio...

**15 Ser:** E o mais pequeno já tem um ponto. A professora deixou um ponto no meio. Mede **Tom** para ver se esse ponto é no meio... [**Tom** fez várias medições]

**16 Inv:** Bem visto **Ser**. Esse ponto realmente está no meio. A esse ponto chamamos o centro do círculo.



**17 Ine:** Dobramos o grande primeiro. Em metade e depois em quatro e também temos o meio.

**18 Inv:** Muito bem. Assim também temos o centro do círculo grande.

Quando foram feitas as dobragens ao círculo maior os alunos referiram que, com elas, obtinham partes do círculo que correspondiam a metades e à sua quarta parte. O círculo menor também foi dobrado por um aluno e os restantes confirmaram que o ponto assinalado era efetivamente o centro desse círculo. Com o círculo dobrado em quatro partes, a investigadora questionou se os alunos sabiam como se denominava a figura geométrica obtida:

**19 Hen:** É um triângulo.

**20 Mat:** É um cone.

**21 Bea:** Cone não é, pois isso não é um sólido geométrico.

**22 An:** Esta não tem volume, é uma figura.

**23 Inv:** Muito bem, não estamos perante um sólido mas sim de uma figura. [Professora foi buscar um cone para os alunos tirarem as dúvidas de que não se tratava de um cone] E pode ser um triângulo?

**24 Jes:** Não professora, pois tem uma aresta curva.

**25 Inv:** Não podemos falar em aresta pois não estamos perante um sólido. Estamos a falar de um lado de uma figura geométrica. E **Jes** tens toda a razão, este lado é curvo.

**26 Ine:** É a quarta parte do círculo, professora.

**27 Inv:** Tens razão **Ine**. E por ser uma parte de um círculo, chamamos em matemática de setor circular. Mas atenção, não precisava ser sempre a quarta parte do círculo para se chamar de setor circular. [Investigadora fez mais uma dobragem para os alunos verem outros setores. Na análise das dobragens, outros significados matemáticos foram negociados, p.e., raio, diâmetro e cordas].

Quando atuamos numa determinada prática, estamos num processo contínuo de (re)negociação de significados (Wenger, 1998). Nesse processo, tudo o que fazemos e dizemos está em contínua dialética com as coisas que já fizemos e dissemos no passado, e assim, acabamos por produzir uma nova situação, uma nova experiência. Do ponto de vista matemático, existe um rico conjunto de significados matemáticos partilhados e renegociados pelos envolvidos no diálogo acima apresentado [linhas 2 a 14 e 18 a 27].

No episódio em análise, verificamos que a investigadora, tomando partido de algo que os alunos já sabiam, ou seja, como encontrar o centro de

um círculo por dobragens, conduziu e moderou a discussão no sentido de serem utilizados na construção das rotundas, círculos concêntricos, mas com diferentes raios. Desta forma, as intervenções dos alunos foram valorizadas e assumiram particular relevância na negociação de novos significados matemáticos, como sendo a noção de centro de um círculo e de círculos concêntricos.

O episódio evidencia que nas interações estabelecidas entre os alunos e entre estes e a investigadora, estes não só partilharam significados matemáticos e renegociaram-nos dando origem a novos significados [linhas 13 a 17 e 19 a 27], como também definiram formas de participação, também ela negociadas conjuntamente, nas quais a negociação e (re)negociação ocorreram.

De acordo com Wenger (1998) a negociação de significado supõe intervenção contínua num processo de dar e de receber, de influenciar e de ser influenciado, assim como a intervenção de diversos fatores e de diversas perspetivas. No episódio acima transcrito, este aspeto parece-nos particularmente visível quando atendemos às alternativas e estratégias apresentadas pelos alunos [linhas 6, 7, 10 a 15, 17, 19 a 22, 24 a 26].

Neste episódio observamos ainda que existe uma tentativa clara por parte da investigadora de fomentar a negociação de alguns significados matemáticos, como seja o caso do setor circular. Esse aspeto conduziu à negociação e (re)negociação de outros significados matemáticos, nomeadamente o de cone e sólido geométrico. O facto de os alunos recorrerem sistematicamente a elementos matemáticos cujo significado estava tacitamente menos claro [linhas 19, 20 e 24], propiciou a constante (re)negociação do significado desses elementos matemáticos nesta prática específica.

## **CONCLUSÕES**

Neste artigo, a aprendizagem é conceptualizada como um fenómeno situado (Lave & Wenger, 1991), sendo emergente da participação em práticas sociais. Mais especificamente, discute-se a aprendizagem matemática como um processo dinâmico em que os significados matemáticos são continuamente negociados e (re)negociados pelos alunos, enquanto membros de diferentes grupos sociais – turmas ou projeto com robots – nos quais estes atuam.

Na prática resultante da implementação do cenário de aprendizagem o processo de negociação e (re)negociação dos significados matemáticos resultou da constante dialética da participação dos alunos nas práticas acima

referidas. Os episódios analisados enfatizam o facto de os alunos trazerem para a prática do projeto com robots significados matemáticos da sua prática de sala de aula (sistemas de numeração). Inversamente, a negociação de determinados significados matemáticos na aula curricular, resultou de assuntos trazidos das sessões do projeto. Deste modo, os alunos ampliaram e redefiniram significados matemáticos, expandindo o seu conhecimento. Como foi evidenciado nos episódios analisados, os robots desempenharam um papel importante na negociação desses significados matemáticos.

Não obstante os contributos trazidos pelos robots ao cenário de aprendizagem, gostaríamos ainda de ressaltar a intencionalidade do professor/investigador em tirar partido das situações em que o uso desses artefactos potenciou a emergência de conteúdos matemáticos. Os episódios em análise procuraram enfatizar que a negociação e re(negociação) dos significados pode ocorrer de forma espontânea, dos contributos dos alunos para o cenário de aprendizagem (numeração Maia), ou derivar da intencionalidade do professor/investigador para trabalhar determinado conteúdo matemático (círculos concêntricos e setor circular).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2006). *Qualitative research in education: An introduction to theory and methods*. (5<sup>th</sup> ed). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Martins, S. (2013). Da escrita de uma história à produção de um filme. In E. Fernandes (Ed.), *Aprender Matemática e Informática com Robots*. Funchal: Universidade da Madeira, p. (114–142). E-book disponível em: <[www.cee.uma.pt/droide2/ebook/index.html](http://www.cee.uma.pt/droide2/ebook/index.html)>. Acesso em 13 out. 2015.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice – learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.