

## Construir o pensamento complexo através da robótica: do abstrato ao visível

Bárbara Teixeira<sup>a</sup>, Joana Guimarães<sup>b</sup>, Paula Quadros-Flores<sup>c</sup>, Dárida Fernandes<sup>d</sup>

<sup>a</sup>School of Education of Porto Polytechnic, Porto, Portugal, 3160609@ese.ipp.pt, <sup>b</sup>School of Education of Porto Polytechnic, Porto, Portugal, 3160243@ese.ipp.pt, <sup>c</sup>School of Education of Porto Polytechnic, Porto, Portugal, paulaquares@ese.ipp.pt, <sup>d</sup>School of Education of Porto Polytechnic, Porto, Portugal, daridaf@ese.ipp.pt

---

### Resumo

*Promover o desenvolvimento do pensamento complexo é contribuir para a formação multidimensional das crianças. Acreditamos que a robótica pode ser um caminho que estimula a resolução de problemas e que permite a visualização do abstrato, facilitando a compreensão da realidade. Este artigo pretende mostrar a estratégia e os recursos que permitiram a realização de tal premissa. O estudo, no âmbito da formação inicial de professores, foi aplicado no 1.º Ciclo do Ensino Básico e envolveu 23 crianças que frequentavam o 2.º ano de escolaridade. Para a recolha de dados, optou-se por uma metodologia qualitativa que destacou a observação dos participantes e o inquérito por questionário às crianças e ao professor cooperante. A análise do conteúdo permitiu-nos fazer inferências válidas. Os resultados mostram que a utilização de uma estratégia STEM na robótica favorece o desenvolvimento do pensamento complexo, pois a criança sente a necessidade de pensar de uma forma holística para resolver situações reais.*

**Palavras-Chave:** *Pensamento Complexo, Robótica, Transdisciplinaridade, Colaboração*

### Introdução

O mundo no qual vivemos encontra-se em constante mudança e transformação, pelo que a evolução social e tecnológica está a conduzir-nos para uma era mais complexa e incerta, privilegiando competências para a sustentabilidade, nomeadamente a capacidade de adaptabilidade, entendimentos, responsabilidade, reconhecimento, autonomia, bem como o conhecimento e desempenho de novas funções (Oliveira-Martins et al., 2017). Neste contexto, os autores reforçam a importância do trabalho colaborativo e de atitudes críticas e criativas para a intervenção. Este facto exige a capacidade de mobilização de saberes

curriculares e contextuais, por parte das crianças, de modo crítico e criativo, desenvolvendo capacidades de decisão e de argumentação ao distinguir, hierarquizar, unir e centralizar, processo a que Morin (2005) refere que o indivíduo mobiliza princípios lógicos de organização do pensamento importantes para a vida. O estudo de Cassis (2015) mostra que o pensamento complexo auxilia na compreensão da educação integral ao valorizar a amplitude de saberes e olhares para o mundo real, pelo que há necessidade de uma reflexão por parte dos professores no sentido de dar oportunidade às crianças de experimentarem e construir o mundo a partir das suas vivências, em contacto com a realidade. Quadros-Flores, Peres e Escola (2013) reforçam que “o desafio coloca-se na capacidade de alterar os modos de relação e de comunicação, os modos de aprender e de ensinar, o que se aprende e como se aprende para preparar as crianças para saberem responder à incerteza, à mudança e ao excesso de informação que caracteriza o paradigma informacional e comunicacional e ao mundo da era conceptual, inovando, surpreendendo, criando beleza artística e emocional, empatia e felicidade” (p.340). O currículo atual (Decreto-Lei nº 55, de 6 de julho de 2018) já focaliza a criança e o processo de aprendizagem estimulando metodologias ativas e novas formas de olhar para a sociedade e nela intervir. Neste contexto, ao longo da investigação, desenvolvida na Prática Educativa Supervisionada, no âmbito do Mestrado em Ensino da Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico, procurou-se um ambiente holístico do saber na promoção do pensamento complexo que, segundo Morin (2003), reagrupa a unidade e a diversidade para melhor compreender o mundo. É no desafio do quotidiano que este toma forma. Nesta sequência, optou-se pela metodologia STEM pelo enfoque interdisciplinar num modelo prático que valoriza o trabalho colaborativo na descoberta e a combinação inovadora do pensamento criativo numa perspetiva transdisciplinar. Ainda, o facto de privilegiar a resolução de problemas envolvendo criatividade e ativamente a criança promovendo o desenvolvimento de aptidões que favorecem o desenvolvimento de competências e de construção de conhecimentos mais complexos (Carnevale, Smith, & Melton, 2015). Considerando as Orientações Curriculares para as TIC, as crianças devem ser incentivadas a identificar e resolver problemas com apoio em ferramentas digitais e programando objetos tangíveis para dar sentido à aprendizagem (ME-DGE, 2018, pp. 8-9). Assim, optou-se, ainda, pelo uso da Robótica Educativa num ambiente transversal que oferece a oportunidade à criança de aprender a criar, a planear, a resolver problemas, a programar, aprendendo fazendo, desenvolvendo competências necessárias ao século XXI (ME, 2018), nomeadamente de comunicação, colaboração, criatividade, pensamento crítico e de superação de obstáculos num ambiente plural (Pedro et al., 2017). Note-se que neste processo interativo com o robot a criança aprende de modo natural e mais rápido (Papert, 1993), pois os robôs são objetos que se movem no espaço estimulando a construção de novos conceitos com envolvimento crítico e criativo (Papert, 1980), melhoram comportamentos e capacidades de aprendizagem (Verner & Korchnoy, 2006), fomentando o alcance de um pensamento complexo, aquele que integra os modos simples de pensar e aspira

o conhecimento multidimensional, como refere Morin (2005). Este estudo, integrado no Projeto IFITIC, que tem como objetivo repensar a prática educativa com TIC na formação inicial de futuros docentes de modo a promover a renovação metodológica na Educação Pré-escolar e no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico, tem como propósito compreender o contributo da robótica para a construção do pensamento complexo. Parte da seguinte questão: De que modo a robótica pode mobilizar conteúdos de diferentes áreas curriculares e contribuir para a construção do pensamento complexo?

## Metodologia

O estudo é de natureza qualitativa pretendendo compreender fenómenos num ambiente natural e em relação ao seu contexto. Está integrado na prática educativa supervisionada, pelo que assenta numa perspetiva de investigação-ação cujo objetivo é a transformação da prática educativa no sentido de melhorar a profissionalidade docente (Coutinho et al, 2009). Foi aplicado num ambiente real a 24 crianças do 2.º ano de escolaridade, com idades entre os 7 e 8 anos de idade. Para a recolha de dados utilizou-se a observação direta e participativa, um método indicado para estudos de cariz exploratório e descritivo, e as notas de campo. A observação participante é um método qualitativo com raízes na pesquisa etnográfica tradicional (Given, 2008). Além disso, recolheu-se, por escrito, a opinião da professora cooperante. Quanto à análise dos dados, utilizaram-se as técnicas de análise de conteúdo, que na visão de Esteves (2006) são um conjunto de técnicas de tratamento de dados. O seu uso adequado dependerá de um planeamento prévio, sendo que se optou por categorias de análise criadas à medida que se ia analisando os dados (Bardin, 1977).

### 2.1 Descrição da proposta em estudo

A prática em estudo vem no seguimento de uma atividade sobre a localização e orientação no espaço através de itinerários, com base no filme Klaus (Netflix Portugal, 2019). Após ser feita a exploração das noções e dos termos “volta inteira, meia-volta, quarto de volta, viragens à direita e à esquerda”, bem como as representações  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{4}$ , as crianças foram desafiadas a realizar o “Treino Oficial da Academia Postal Real para a Formação de Carteiros” (elaboração própria), desenvolvendo capacidades motoras ao longo das três estações preparadas para o desenvolvimento de três competências que os carteiros devem possuir. A partir de um *clip* (elaboração própria), tendo por base a narrativa do filme, as crianças tinham de mobilizar saberes relativos a localização e orientação espacial e a representar numa grelha quadriculadas itinerários incluindo mudanças de direção identificando os quartos de volta para a direita e esquerda. Em grupos, percorreram três estações: na primeira, “De Olhos Vendados”, foi trabalhada a orientação espacial considerando o transporte de mercadoria

frágil. Em pares, uma criança, de olhos vendados, percorria circuitos marcados no chão seguindo indicações do par. Este usava expressões de volta inteira,  $\frac{1}{2}$  volta,  $\frac{1}{4}$  de volta à esquerda ou à direita. Na segunda “Conhecer Itinerários” previa que a criança registasse itinerários e neles mobilizasse os termos acima referidos. Na terceira estação, mais lúdica, utilizavam códigos (F – Frente, VE – Volta à Esquerda e VD – Volta à Direita) na criação de fórmulas que espelhavam um itinerário imaginado, sendo que este seria descoberto por outro grupo utilizando a fórmula e a Blue Boot.

## **Discussão de resultados**

Na análise de dados consideraram-se três categorias, sendo que cada uma delas representa uma estação de desenvolvimento devidamente identificada na aula: Compreensão da lateralidade pela consciência do corpo; Programação do robot e registo dos itinerários; criação de códigos para descoberta de itinerários com Blue-Bot. Segundo Morin (2005) é importante a harmonia dos saberes em relação com o contexto e própria vida. Assim, relevamos primeiro o ser, a criança na sua experiência com o mundo mobilizando o eu no processo de decisão/seleção do que é significativo; de seguida a capacidade de saber-fazer mobilizando e hierarquizando conteúdos curriculares e contextuais na utilização do robot na realização de itinerários; finalmente a capacidade de criação e aplicação das representações construídas, concebendo e organizando, reconhecendo o que é singular, concreto.

### ***3.1 Compreensão da lateralidade pela consciência do corpo***

Na estação “De olhos Vendados” pretendeu-se que a criança mobilizasse previamente saberes de orientação espacial e soubesse gerir as suas emoções e sensações de incerteza e certeza na sua concretização. Sendo orientada por um colega, pretendia-se, ainda, estimular a empatia e a confiança no outro, dimensões fundamentais na relação consigo e com o mundo. Verificou-se que as crianças mostraram grande entusiasmo por se deslocarem ao exterior durante a aula e realizarem a atividade orientada por um colega. Além disso, de relevar a entajuda e a colaboração ntra e intergrupar no preenchimento das folhas de registo, nomeadamente apresentando sugestões num processo de tentativa/erro. Constatou-se, ainda, que a realização desta tarefa potenciou o desenvolvimento de competências na área de consciência e do domínio do corpo, mas também sociais e emocionais.

### ***3.2 Programação do robot e registo dos itinerários***

Na estação “Conhecer Itinerários” as crianças puderam convocar saberes curriculares e contextuais na realização da tarefa. Para tal foi importante a contextualização dos itinerários usando fotos de instituições locais (Fig. 1): [A] “Olha! É a farmácia ao lado da minha casa!”;

[C] “Olhem aqui a Segundo “a missão do(a) por descobrir propícios para Matemática” (p.



nossa escola!”. Fernandes (2020) professor(a) passa ambientes humanizar mais a 389).

Fig. 1 Tapete do Blue-Bot

Fonte: Própria

Observou-se de imediato entusiasmo e mobilização do robot no sentido da compreensão técnica, mas também atitudes de colaboração aquando da interajuda dos colegas na resolução dos desafios do Blue-Bot, além de mobilizarem saberes curriculares relativas aos itinerários, num espírito crítico e criativo. Posteriormente, num processo de tentativa erro, traçaram o itinerário solicitado (Fig. 2).

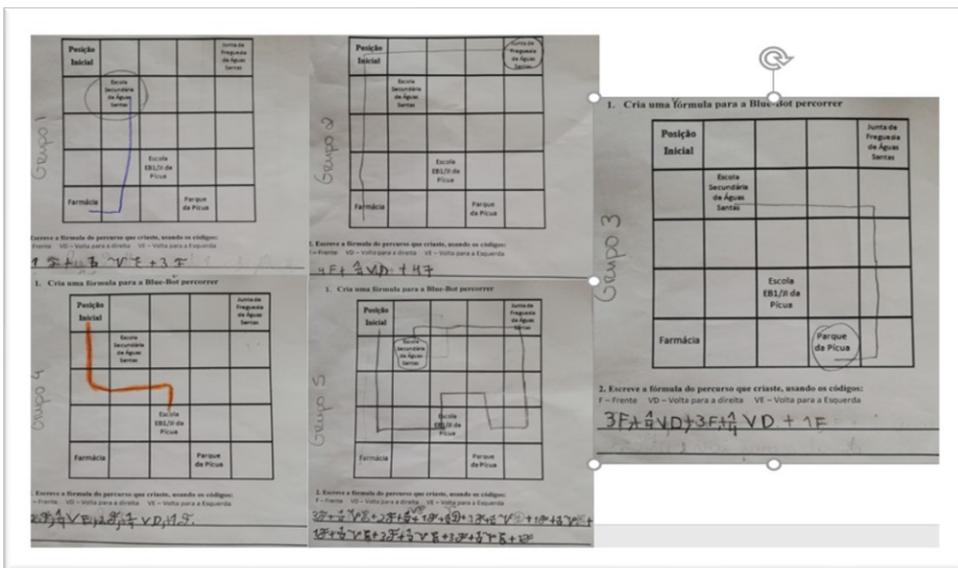


Fig. 2 Itinerários desenhados e códigos construídos

Fonte: Própria

Verificou-se que uns registavam passo a passo, à medida que o robot percorria o itinerário e escolhiam um percurso simples. Outros, programavam e registavam padrões e seleccionavam

percursos mais longos e outros, ainda, num percurso médio conseguiram a programação total do robot. Assim, na primeira tentativa usavam estratégias de reconhecimento do espaço e do itinerário, na segunda tentativa verificou-se que o conhecimento construído foi mobilizado tornando a tarefa mais simples. Segundo Morin (2005), o pensamento complexo é uma ajuda à estratégia de resolução de problemas. Note-se que o ser humano processa a informação para a resolução de problemas por etapas (Soman et al., 2012), pelo que as atitudes das crianças confirmam as etapas do autor: a primeira e mais simples, decompõe um problema e numa fase posterior reconhece padrões. Associa modelos aos padrões encontrados e projeta um algoritmo para a resolução do problema encontrado, sendo que numa última fase analisa e apresenta. O uso de algoritmos para a resolução de problemas contribuiu para o desenvolvimento de um pensamento mais complexo e abstrato, uma vez que auxilia na decomposição de problemas tornando-os mais perceptíveis, contribuindo também para o desenvolvimento de saberes, atitudes e valores. De relevar que a complexidade necessita de uma estratégia, “segmentos programados com sequências em que o aleatório não intervenha são úteis ou necessários” (Morin, 2005, p. 83), pois o pensamento complexo por si mesmo não resolve problemas, mas é uma ajuda à estratégia que pode resolvê-los.

### ***3.3 Criação de códigos para descoberta de itinerários com Blue-Bot***

A criação de fórmulas, códigos criados em equipa para partilhar com outras equipas e descobrirem o percurso traçado pelo grupo, constituíram um momento de prazer e de esforço no sentido de que o outro tinha de adivinhar o seu percurso. Curiosamente a primeira imagem da Fig. 2 mostra que o grupo construiu uma “frase matemática”, pois usou algarismos com códigos no âmbito da lateralidade e, em simultâneo, usou a vírgula e o ponto final. A consciência da multidimensionalidade representa a riqueza da transdisciplinaridade, ou a pobreza de uma visão unidimensional da visão especializada, como refere Morin (2005). Os números racionais não negativos utilizados pelos três grupos expressam medidas de grandezas semelhantes,  $\frac{1}{4}$  de volta, o que mostra que as crianças interpretaram corretamente a sua representação, assimilaram o reconhecimento visual do espaço e compreenderam a aplicação real do abstrato. Esta representação do percurso, através de um código, e a possibilidade de ser programado num robot para verificação do próprio percurso torna a criança criadora e reguladora da sua própria aprendizagem, ensinando-a a pensar. O uso de um objeto tangível para resolverem problemas articulados com conteúdos curriculares de diferentes áreas, mostra que as crianças desenvolveram pensamentos complexos, pensando de forma aberta e criativa, selecionando soluções que permitiam chegar a objetivos concretos. Acresce que a criação de um código, no qual o grupo acreditou ser a solução do itinerário imaginado, deu a possibilidade de outros decifrarem a verdade do grupo, o que mostra que construíram algo de lógico demonstrando incapacidade de evitar contradições, Morin (2005) chama de pensamento complexo. Segundo o autor, quando há uma contradição num

raciocínio é sinal de erro, uma realidade sem lógica, e isso exige a necessidade de encontrar outro raciocínio. Esta busca de soluções estimula competências de reflexão crítica, argumentativa e criativa. Na visão complexa, quando se traduz um pensamento mostra-se o carácter multidimensional da realidade. Este paradigma “resulta de um conjunto de novas conceções, de novas descobertas e de novas reflexões que vão se acordar, se reunir” (p. 77). Segundo a professora cooperante “As crianças manifestaram-se muito interventivos na aula e no trabalho colaborativo mobilizando saberes curriculares (itinerários e criação de fórmulas) e manuseando o Blue-Bot. A criação de percursos através dos códigos (fórmulas) também desenvolveu a criatividade. A reflexão realizada no final da intervenção demonstrou inequivocamente que as crianças gostaram da aula bem como da forma como aplicaram os conhecimentos adquiridos”. Efetivamente a complexidade estimula a interação e a diversidade na criação da solução problema, permite compreender relações e ajuda a revelar o desafio e a superá-lo.

### **Considerações finais**

A prática educativa, baseada numa metodologia STEM, integrou a robótica num processo desafiador de resolução de problemas. Neste processo envolveu a criança numa relação consigo e com os outros, promoveu o desencadear do pensamento numa teia articuladora e contextualizada que exigiu o raciocínio lógico, a resiliência, a reflexão crítica e criativa, entre outras capacidades, pelo que estimulou a mobilização de saberes na construção de conhecimentos concretos e unificados. Assim, numa primeira fase a criança decompôs o problema, depois reconheceu padrões e projetou o algoritmo para o resolver. O problema foi analisado e refletido no final do processo. A abstração empírica permitiu que a criança, num processo colaborativo, construísse um conhecimento mais complexo, projetando-o de um nível mais baixo para um nível cognitivo mais elevado, reorganizando a sua rede mental, tal como refere Piaget (1990). Na infância, o ambiente lúdico cativa a criança e a robótica promovem esse ambiente integrado de saberes como uma oportunidade de aprendizagem e de compreensão da realidade. Reconhece, ainda, a criança como ser pensante, pelo que valoriza o desafio promotor do saber reflexivo e do conhecimento organizado.

### **Agradecimentos**

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no âmbito do projecto UIDB/05198/2020 (Centro de Investigação e Inovação na Educação, inED).

## Referências

- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Editora Edições 70.
- Carnevale, A., Smith, N., & Melton, M. (2015). *STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematic*. GeorgeTown University [https://www.purdue.edu/hhs/hdfs/fii/wp-content/uploads/2015/07/s\\_afis04c03.pdf](https://www.purdue.edu/hhs/hdfs/fii/wp-content/uploads/2015/07/s_afis04c03.pdf)
- Cassis, B. (2015). O pensar complexo e a atuação docente na educação infantil m escola de tempo integrar. XII Congresso Nacional de Educação (pp. 23460 – 23415). ISSN 217613-96 [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21876\\_11268.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21876_11268.pdf)
- Decreto-Lei n.º 55/2018 de 6 de julho. Diário da República n.º 129/2018 – I Série. Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.
- Fernandes, D., Cravo, C. & Guedes, T. (2020). Observar, manipular e comunicar sequências e regularidades da Ribeira do Porto. *Indagatio Didactica* 12(5) 369-392.
- Given, L. M. (2008). *The Sage encyclopedia of qualitative research methods*. SAGE Publications.
- Ministério da Educação (ME). (2018). *Orientações Curriculares para as Tecnologias da Informação e Comunicação*. Direção-Geral da Educação.
- Morin, E. (2005). *Introdução ao pensamento complexo*. Editora Meridional/Sulina.
- Oliveira-Martins, et al. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação e Ciência.
- Pedro, A., Matos, J., Piedade, J., & Dorotea, N. (2017). *Probótica: Linhas Orientadoras*. Direção-Geral da Educação.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms-Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1990). *Para onde vai a educação*. Livros Horizonte.
- Quadros-Flores, P., Peres, Américo & Escola, Joaquim (2013). *Identidade Profissional Docente e as TIC: estudo de boas práticas no 1º CEB na região do Porto*. *As TIC no Ensino: Políticas, Usos e Realidades* (pp. 323 -342). Andavira Editora. ISBN: 978-84-8408-722-9.
- Soman, K., et al. (2012). Enhancing Computational Thinking with Spreadsheet and Fractal Geometry: Part 1. *International Journal of Computer Applications*, 55(14), 1-8. doi: 10.5120/8820-2741
- Netflix Portugal (2019, 07 de outubro). Klaus | Trailer oficial | Netflix [vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=IwKjSiSz1ZQ>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.

Verner, I., & Korchnoy, E. (2006). Educating Teacher Students and Pupils through Robotics Courses and Olympiads: A Tiered Approach. AAI Spring Symposium, Technical Report SS-07-09, Stanford, California, USA.