

APRENDIZAGEM MÓVEL E CORPORIZADA: SENSORES E ROBÔS EM EDUCAÇÃO BÁSICA NUMA PERSPETIVA INTERDISCIPLINAR

Ana Caseiro

Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

Antónia Estrela

Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

Centro de Linguística da Universidade Nova de Lisboa

Maria João Silva

Departamento de Formação e Investigação em Currículo e Didática da ESELx
CIED, Politécnico de Lisboa

<https://doi.org/10.34629/ipl.eselx.cap.livros.158>

Resumo

Nas últimas décadas, a utilização pedagógica de sensores e robôs tem-se intensificado e diversificado, quer nas escolas e nos documentos curriculares, quer nos espaços familiares das crianças, permitindo-lhes explorar novas dimensões do ambiente, de forma corporizada. Os sensores estão hoje quase omnipresentes nos espaços em que vivemos, estudamos e trabalhamos, tendo vindo a ser usados, de forma didática, para desenvolver a exploração de fatores ambientais e a intervenção em saúde ambiental. Por seu lado, também a robótica proporciona a aprendizagem de conceitos e procedimentos através da experiência prática e da resolução de desafios, a partir dos quais poderá ser possível trabalhar de forma interdisciplinar e transversal.

Neste capítulo, apresentam-se resultados de experiências desenvolvidas com crianças em idade pré-escolar, de 1.º e 2.º ciclo, assim como com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos. No contexto do Projeto Eco-Sensors4Health, evidenciam-se as potencialidades do uso didático de sensores em saúde ambiental nas escolas (desde o 1.º Ciclo do Ensino Básico à Formação para a Docência). O desenvolvimento da ação dos/as estudantes na resolução de problemas de saúde ambiental da sua escola é a principal potencialidade evidenciada. No que concerne ao uso de robôs, salientam-se as potencialidades e dificuldades inerentes à sua utilização didática com crianças desde idade pré-escolar. Para além do desenvolvimento de aprendizagens de conceitos específicos de cada uma das áreas que podem ser envolvidas, o trabalho com robôs permite, sobretudo, o desenvolvimento de capacidades transversais essenciais ao ser humano, tais como o raciocínio, a comunicação, a capacidade de resolução de problemas, o pensamento computacional. Para além disso, amplifica a coordenação motora e o trabalho em equipa. A robótica educacional incentiva o/a aluno/a a analisar situações, experimentar, pesquisar, testar e equacionar problemas, assumindo este um papel ativo na sua própria aprendizagem.

Palavras-chave: aprendizagem móvel; aprendizagem corporizada; aprendizagem interdisciplinar com tecnologia; sensores na educação básica; robôs na educação básica

Introdução

O presente capítulo centra-se na utilização pedagógica, em educação básica, de dois tipos de tecnologias digitais móveis, nomeadamente os sensores eletrónicos e os robôs. Tem-se assistido a um intensificar da utilização de ambos os dispositivos nas últimas décadas não só nas escolas como também no próprio seio familiar, o que proporciona um contacto mais precoce das crianças com novas dimensões do ambiente, de modo corporizado.

O objetivo deste capítulo é, neste contexto, a apresentação fundamentada de experiências de utilização de sensores e robôs, desenvolvidas, em contextos formais, com crianças em idade pré-escolar, de 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos de educação básica. Estes dois tipos de tecnologias têm em comum potencialidades pedagógicas para uma aprendizagem móvel e corporizada em diferentes níveis de ensino.

Sharples et al. (2007) propuseram uma definição de aprendizagem móvel, centrada no conjunto de processos de construção de conhecimento por aprendentes, através da comunicação entre pessoas e tecnologias interativas pessoais, em contextos múltiplos. As tecnologias interativas pessoais mais comumente referidas são os telemóveis, os *tablets* e os computadores portáteis. As autoras do presente capítulo incluem os robôs, desenvolvidos para fins pedagógicos e de lazer, e os sensores, ligados/integrados em dispositivos móveis pessoais, nestas tecnologias interativas pessoais.

O uso pedagógico, em atividades na sala de aula, das tecnologias móveis, como os robôs e os sensores ligados/integrados em telemóveis/*tablets*, permite que os/as aprendentes se tornem construtores ativos de conhecimento e implica mudanças no papel tradicional de docentes e aprendentes, assim como um uso mais flexível do espaço sala (Ferreira et al., 2015). Torna-se, assim, necessário investir na convergência, que se tem vindo a verificar, entre as tecnologias pessoais interativas móveis (pessoais, centradas no utilizador, móveis, conectadas, ubíquas e duráveis) e o modelo de aprendizagem construtivista (personalizada, centrada no/a aprendente, situada, ubíqua e ao longo da vida) (Sharples et al. 2007).

As tecnologias e a educação podem, e devem, evoluir conjuntamente (Shuler et al., 2013). As teorias educacionais têm alavancado a criação de novas tecnologias e as tecnologias móveis permitem a expansão da aprendizagem situada e experiencial, em diversos contextos, como o contexto da sala de aula, e o do património natural e cultural envolventes da escola (Shuler et al., 2013).

Uma aprendizagem situada e experiencial é necessariamente corporizada, dado que acontece sempre num corpo, embora o sistema educativo formal tenha uma longa tradição de alienação e ocultação do corpo nos processos de conhecimento (Ihde, 2002; Silva & Ferreira, 2017), sendo promovida a separação entre a dimensão cognitiva, a emocional e a física (Ansell, 2009; Colls & Hörschelmann, 2009).

O corpo é o lugar de toda a experiência, da sensorialidade e da emoção (Ansell, 2009). A aprendizagem corporizada é essencial para o desenvolvimento das competências para a vida, definidas pela Organização Mundial de Saúde como competências para comportamentos adaptativos e positivos, que permitem lidar de forma efetiva com as exigências e desafios da vida quotidiana (World Health Organization, Division of Mental Health, 1994). As competências para a vida incluem

competências de tomada de decisão, resolução de problemas, pensamento criativo, pensamento crítico, comunicação efetiva, empatia, controlo de emoções e de stress (World Health Organization, Division of Mental Health, 1994).

As tecnologias interativas pessoais têm vindo a modificar as relações sensoriais das pessoas com o seu ambiente, desde a infância, nomeadamente através das imagens e sons produzidos com as referidas tecnologias e divulgados nas redes sociais (Evans-Cowley, 2010). As tecnologias interativas pessoais têm, desta forma, vindo a influenciar a exploração sensorial dos ambientes quotidianos, que tem um papel fundamental em educação (Hall, 1989; Schafer, 1994).

Neste capítulo, a importância da utilização dos sensores está relacionada com a sua utilização como extensão dos sentidos (Silva et al., 2013), facilitando as aprendizagens corporizadas, nas quais o corpo permite a compreensão e a ação no ambiente (Payne, 1997).

Adicionalmente, os robôs educativos também são usados de forma móvel e corporizada, sendo o corpo do/a aprendiz o meio de apropriação e controlo das variáveis espaciais. Os robôs também incorporam sensores e, por outro lado, o seu controlo por aprendentes, através da programação, implica a perceção e compreensão do posicionamento e do movimento do corpo (humano e robótico) nos diversos espaços, e ainda da formalização matemática daqueles.

Os robôs educativos são também, pelo exposto, instrumentos de aprendizagem móvel e corporizada. A robótica tem entrado nas salas de aula nos últimos anos, quer nacional, quer internacionalmente, mas a forma como a robótica é introduzida nas diversas áreas disciplinares, ou projetos interdisciplinares, deve ser inclusiva, tanto no que se refere à diversidade de estilos de aprendizagens, como no que se refere a diferenças de género (Rusk et al., 2008). Importa, assim, desenhar estratégias inclusivas de utilização de sensores e robôs na educação básica.

No entanto, importa realçar que as experiências de robótica e de uso de eco-sensores, apresentadas neste capítulo, integram atividades com características distintas. As atividades de uso de eco-sensores promovem aprendizagens autênticas, que são atividades de pesquisa e de resolução de problemas reais, que integram as vivências prévias dos/as estudantes com as novas vivências, situadas na complexidade do mundo real (Chinn & Malhotra, 2002; Herrington, 2006; Lombardi, 2007; Reeves et al., 2002; Roach, et al., 2018). Por outro lado, as atividades

de robótica educativa, descritas neste documento, também incluem a resolução de problemas, mas são situadas em cenários criados para o efeito (os tabuleiros), com as vantagens das simulações físicas, possibilitando aprendizagens significativas distintas das aprendizagens atrás denominadas de autênticas.

Na secção seguinte, apresenta-se uma síntese de questões centrais relacionadas com a utilização de eco-sensores em educação básica, seguindo-se a descrição de experiências de utilização dos eco-sensores no referido contexto. Na secção 4, equaciona-se o uso de robôs em educação básica, com posterior exemplificação centrada em experiências desenvolvidas. A última secção inclui as conclusões formuladas a partir do trabalho desenvolvido.

1. Uso de eco-sensores em educação básica

Neste capítulo, utiliza-se a expressão eco-sensores para designar mecanismos físicos que detetam propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente (McGrath & Scanail, 2013b). Quando agregados a mecanismos de registos de dados, são usados para medir, registar e visualizar informação ambiental (DLIS, 2011). Nas últimas décadas, os eco-sensores têm vindo a modificar-se, melhorando as suas capacidades de deteção, ligando-se a dispositivos com maior poder computacional (McGrath & Scanail, 2013a) e tornando-se mais pequenos e conectáveis, mais acessíveis, sem fios e integrados em dispositivos fixos e móveis (Knight, 2005; Shuler, 2009). A sua utilização é atualmente quotidiana e ubíqua (Schneider et al., 2015).

Os eco-sensores têm sido amplamente utilizados em educação básica, nomeadamente na construção e manipulação de robôs de diversificadas tipologias, desde os baseados em teorias educacionais como a tartaruga Logo (https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_primer.html), os Lego Mindstorm (<https://www.media.mit.edu/posts/member-collaboration-lego-s-mindstorms/>) e os Crickets (<https://www.media.mit.edu/projects/crickets/overview/>), até aos mais centrados na tecnologia, como os enquadrados no movimento Fablab, nomeadamente os Arduino (Blikstein, 2013).

No entanto, no presente capítulo, foca-se a utilização de eco-sensores em *kits* didáticos de exploração do corpo e do ambiente. Enquadra-se uma utilização corporizada, móvel, ubíqua, centrada no/a aprendente, em contextos de aprendizagens autênticas, participativas e significativas, nos domínios da educação ambiental e para a saúde (Silva, 2021).

Os *kits* didáticos de eco-sensores têm vindo a ser utilizados para o desenvolvimento de aprendizagens autênticas na educação básica, nomeadamente numa multiplicidade de projetos, que adotam uma visão construtivista das aprendizagens e das atividades que as proporcionam.

Podem considerar-se diversos tipos de kits didáticos de eco-sensores, nomeadamente os criados pelos próprios projetos e os disponíveis comercialmente. No entanto, os sensores integrados nos telemóveis e *tablets*, como os microfones, as câmaras fotográficas e de vídeo, os sensores GPS, e em alguns casos os sensores de luminosidade, temperatura e humidade, que permitem a deteção, registo e medição de informação ambiental (Klasnja & Pratt, 2012; Silva et al., 2009), podem também ser usados como kits didáticos de eco-sensores.

A referida utilização de kits didáticos de eco-sensores tem sido implementada em contextos de interdisciplinaridade em educação básica, em múltiplos projetos, de que se salientam:

- Projetos de participação cidadã, como o pioneiro, histórico e mundial Projeto *Globe*, em que os/as estudantes recolhem informação sobre o ambiente local e global, com posterior tratamento, visualização e significação dos dados, em atividades interdisciplinares de ciências da natureza, matemática, geografia e tecnologias (Butler & MacGregor, 2003; Smoláková et al., 2016);

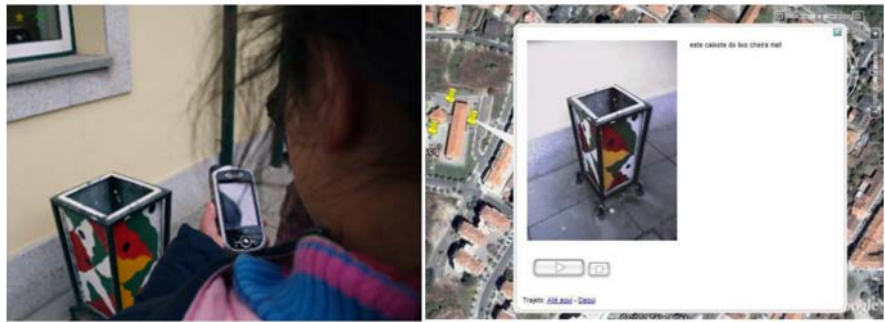
- Projetos mais centrados na sala de aula, como o Projeto europeu *Pollen*, em que crianças, dos 10 aos 12 anos, utilizaram eco-sensores de temperatura, luminosidade, som e ainda microscópios digitais, na exploração do ambiente, criando representações múltiplas dos dados adquiridos, incluindo gráficos (van den Berg et al., 2010). As crianças exploraram os gráficos que produziram, desconstruindo-os e relacionando-os com os processos ambientais, em atividades interdisciplinares de ciências do ambiente, matemática e tecnologias (van den Berg et al., 2010);

- Projetos de utilização dos sensores integrados em telemóveis, em conjunto com os globos virtuais (p. ex. o *Google Earth*), como o Projeto *Schoolsenses@Internet*, em que os referidos sensores dos telemóveis foram usados por crianças do 1.º CEB, para recolher e comunicar informação ambiental da sua escola na exploração e avaliação das potencialidades e problemas dos recreios, através da criação, edição e partilha, no *Google Earth*, de mensagens de informação ambiental

multissensorial georreferenciada (cf. Figura 1), ligando a educação ambiental à utilização das tecnologias (Silva et al., 2009).

Figura 1

Exemplo de criação, e publicação no Google Earth, de uma mensagem de informação multissensorial georreferenciada. A mensagem tem a foto de um caixote de lixo, o texto “este caixote de lixo cheira mal” e o som de um autoclismo.



Nos referidos projetos, a utilização de kits de eco-sensores, pelas crianças em educação básica, para avaliação do ambiente, é uma atividade de utilização de tecnologias digitais, na qual a exploração multissensorial do ambiente tem um papel fundamental, nomeadamente na compreensão das propriedades e grandezas ambientais, nas decisões relativas ao posicionamento e manipulação dos sensores e na significação dos dados adquiridos (Silva et al., 2013).

Para uma real integração da utilização de kits de eco-sensores na educação básica, essa mesma utilização tem sido proporcionada e apropriada na formação inicial e contínua de docentes, em atividades de desenvolvimento curricular interdisciplinar, com mobilização dos domínios da Matemática e das Ciências Naturais (Silva et al., 2017; Silva & Rodrigues, 2020).

2. Experiências de uso de eco-sensores em saúde ambiental na educação básica

Nesta secção, apresentam-se, de forma sintética, algumas experiências de uso de eco-sensores em educação básica, nomeadamente no 1.º e 2.º CEB e na formação para a docência em educação básica, para resolução de problemas em saúde ambiental, em ambientes de pesquisa e de aprendizagem autêntica. As experiências aqui descritas foram desenvolvidas no âmbito do Projeto *Eco-Sensors4Health* (<https://eco-sensors4health.site/>), no qual os/as estudantes foram agentes participativos na melhoria da saúde ambiental das suas escolas. As orientações para a realização das experiências estão disponíveis no *Toolkit* do Projeto *Eco-Sensors4Health* (Projeto *Eco-Sensors4Health*, 2019). As experiências no 1.º e 2.º CEB realizaram-se em escolas dos referidos ciclos, com mediação docente de uma investigadora do Projeto atrás

referido, enquanto as experiências na formação para a docência em educação básica se realizaram na Escola Superior de Educação de Lisboa, mediada por docentes da mesma, também investigadores/as do Projeto *Eco-Sensors4Health*.

Os temas das experiências desenvolvidas no contexto deste Projeto centraram-se nos principais problemas de saúde ambiental nas escolas em Portugal, nomeadamente a poluição sonora, a poluição do ar interior e o desconforto térmico (Amann, 2015). Estes temas foram enquadrados curricularmente, nos domínios de Estudo do Meio, Ciências Naturais e Matemática, no 1.º e 2.º CEB e na formação para a docência em educação básica.

As experiências realizadas iniciaram-se com a planificação colaborativa das atividades a realizar e a formulação das questões problema. Como exemplo de questões problema, podem realçar-se as seguintes:

- No âmbito da poluição sonora – “Como variam os valores de nível de som, quando realizamos diferentes atividades na sala de aula”? “Como variam os valores de nível de som, quando mudamos a nossa localização na escola”? “Como podemos proteger a saúde auditiva na nossa escola”? “Como podemos diminuir os níveis de som na nossa escola”?

- No âmbito da qualidade do ar interior – “Como variam os valores da concentração de dióxido de carbono em vários locais do interior e exterior da escola”? “Como melhorar a qualidade do ar nos vários espaços da escola”?

No âmbito do desconforto térmico – “Como variam os valores de temperatura, quando mudamos a nossa localização na escola”? “Como varia a nossa sensação térmica, quando mudamos a nossa localização na escola”? “Como melhorar a nossa sensação térmica na escola”?

A abordagem aos conceitos e processos relacionados com os problemas, como por exemplo aos conceitos de som, nível sonoro, composição do ar, poluentes e temperatura, foi realizada em articulação com a formulação de questões problema, mas também com a posterior realização de exploração sensorial aos referidos conceitos e processos. Na articulação com a formulação de questões problema e a planificação das atividades, a abordagem aos conceitos e processos é realizada de forma participativa, com mediação docente, centrada no conhecimentos e vivências prévias dos/as estudantes, e com recurso a meios audiovisuais.

As primeiras tarefas práticas consistem na utilização dos sentidos e de materiais quotidianos para exploração, significação e concretização dos conceitos e processos relacionados com os problemas (cf. Figura 2). Como exemplos destas tarefas, podem indicar-se as explorações sensoriais: i) das ondas sonoras e dos fatores que influenciam a transmissão e a reflexão do som; ii) dos indicadores de existência do ar, das suas propriedades e de modelos físicos da sua composição; iii) do sentido humano de temperatura e da sua (não) fiabilidade, em diversos contextos. Estas explorações sensoriais visam a ligação entre experiências e conhecimento concreto com o conhecimento mais abstrato dos conceitos e processos em causa, tornando-se fundamental a ação dos/as estudantes, em conjunto com a mediação docente que facilita a construção das necessárias pontes entre o que se sente e o que se formaliza.



Figura 2
Exemplos de atividades de exploração sensorial do som e da temperatura.

Os resultados de aprendizagem das referidas tarefas, ou práticas, sensoriais, incluem atitudes e competências exploratórias e investigativas, para além do conhecimento concetual e procedimental relativo ao tema e problema em estudo.

Às tarefas sensoriais, seguem-se as tarefas epistémicas ou tarefas de criação de conhecimento (Eriksson & Lindberg, 2016). Ao desenvolverem as tarefas epistémicas, os/as estudantes realizam práticas epistémicas, como observar, descrever, recolher dados, representar, interpretar e tomar decisões baseadas em dados (Kelly & Licon, 2018; Lopes et al., 2010). Estas práticas epistémicas são guiadas pela questão problema e recorrem aos eco-sensores, como mediadores epistémicos, sendo que os mediadores epistémicos, como uma ficha de registo de dados, uma carta de planificação ou um sensor, facilitam a criação, avaliação e comunicação de conhecimento (Magnani, 2004).

Os eco-sensores são usados pelas/os estudantes (desde as crianças do 1.º CEB às/aos estudantes dos Cursos de Formação para a Docência), nestas tarefas epistémicas, para adquirir e visualizar dados de nível

sonoro, concentração de dióxido de carbono no ar (indicador da qualidade do ar interior) e temperatura (cf. Figura 3). Esta utilização de sensores, em contexto de resolução de problemas, desenvolve a literacia estatística, nomeadamente por promover interpretações baseadas em representações gráficas, conjuntos de dados ou sumários estatísticos (representações apresentadas pelo software de visualização de dados dos sensores). No Projeto Eco-Sensors4Health, os sensores usados foram principalmente os sensores PASCO, mas existem muitas outras alternativas de kits didáticos de eco-sensores disponíveis, sendo alguns gratuitos, porque integrados nos dispositivos digitais móveis pessoais.

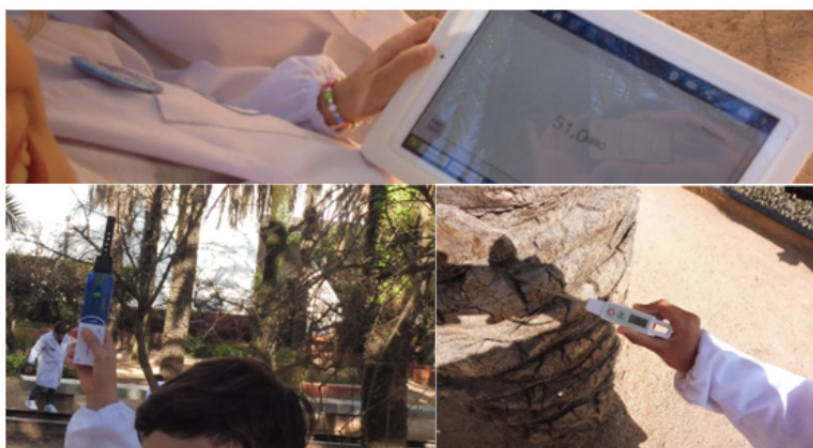


Figura 3
Aquisição de dados de nível sonoro, concentração de dióxido de carbono no ar e de temperatura em atividades do Projeto Eco-Sensors4Health na Escola Ciência Viva.

Outros mediadores epistémicos utilizados como recursos, nas tarefas em apreço, são as folhas de registo (ver exemplo, na Figura 4) e as escalas de segurança de nível de som, concentração de dióxido de carbono no ar interior e de temperatura (ver exemplo, na Figura 5), bem como um software de partilha de dados. As folhas de registo facilitam o registo, mas também a organização, tratamento e significação de dados pelos/as estudantes, apoiando práticas epistémicas que mobilizam os domínios da Matemática e das Ciências Naturais. As escalas de segurança, criadas com base nos conhecimentos científicos e legislação atual e adaptadas ao contexto da educação básica, permitem aos/às estudantes a classificação dos dados adquiridos, no que se refere à segurança da situação monitorizada. Desta forma, os/as estudantes identificam os problemas de saúde ambiental nas suas escolas.

Eco-SENSORS4HEALTH - FOLHA DE REGISTO Data: 14/7/2019

Nome: _____ Escola: _____

O QUE VAMOS MEDIR: QUALIDADE DO AR UNIDADE DE MEDIDA: *ppm*

REGISTO DE DADOS:

	Dia 1- VALOR	Dia 2- VALOR
Sala vazia	456 ppm	370 ppm
Decorrer da atividade	1250 ppm	1070 ppm
Depois de abrir a porta da sala	720 ppm	246 ppm
Valor no final da atividade	909 ppm	1004 ppm
<i>após saída da sala</i>	1909 ppm	ppm

	PORTA PAVILHÃO	JARDIM	JUNTO ESTRADA
Valores exteriores	1200 ppm	120 ppm	120 ppm

CONCLUSÕES:

Uma má qualidade de ar no interior pode causar: *irritação nos olhos, nariz e garganta*

O ar é uma mistura formada por: *oxigênio, nitrogênio, dióxido de carbono*

Uma das formas de renovar o ar interior é: *abrir a janela*

Guião elaborado pela equipa ECV

Figura 4
Exemplo de folha de registo de dados de concentração de dióxido de carbono no ar interior usada no Projeto Eco-Sensors4Health na Escola Ciência Viva.



Figura 5
Exemplo de escala de segurança da concentração de dióxido de carbono no ar interior.

A plataforma Eco-Sensors4Health (<http://www.eco-sensors4health.pt/>), de partilha e visualização de dados, permite aos/às estudantes, desde o 1.º CEB, a introdução dos dados adquiridos com os eco-sensores. Esta tarefa de introdução dos dados é facilitada pela correspondência dos campos das fichas de registo disponibilizadas no *Toolkit* Eco-Sensors4Health (Projeto Eco-Sensors4Health, 2019) e os campos de introdução de dados na plataforma Eco-Sensors4Health.

A referida plataforma possibilita a pesquisa, visualização e análise dos dados recolhidos em diversas condições e em diversos espaços de diferentes escolas, visto que cada ponto num gráfico é “clicável”, para pesquisa das condições de aquisição dos dados. A Figura 6 permite a observação e análise de variações de concentração de dióxido de

carbono no ar nas escolas. O primeiro ponto no gráfico corresponde a uma situação de sala de aula vazia, antes das atividades com a turma. O segundo ponto corresponde à medição efetuada duas horas depois do início das atividades da turma, verificando-se um claro aumento da concentração de dióxido de carbono no ar. O terceiro ponto mostra a diferença na referida concentração, quando é aberta uma janela. Por sua vez, o quarto ponto corresponde a uma medição na rua, junto à estrada, aquando da passagem de um carro. Os últimos pontos do gráfico da Figura 6 voltam a corresponder a medições na sala de aula, antes e durante as atividades da turma.

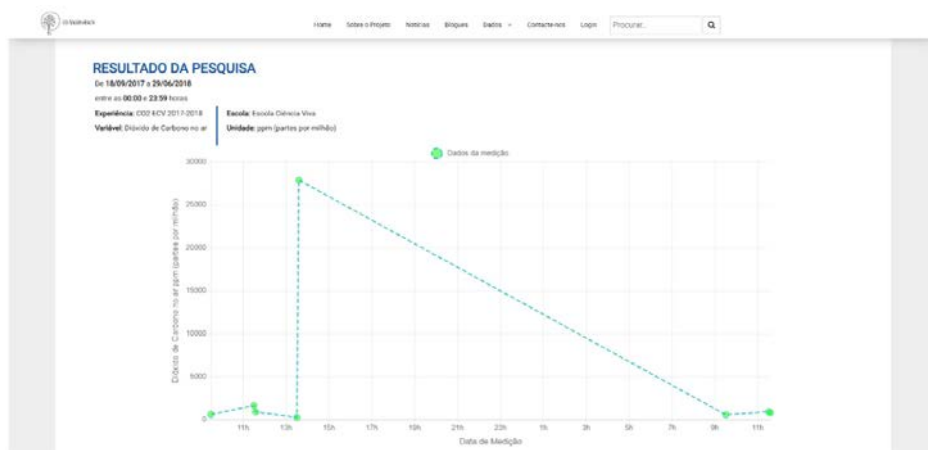


Figura 6

Ecrã de visualização, na Plataforma Eco-Sensors4Health, de dados de concentração de dióxido de carbono no ar adquiridos por duas turmas na Escola Ciência Viva.

O tipo de análise atrás apresentado permite aos/às estudantes novas significações dos dados adquiridos com os eco-sensores e constitui uma base para as tarefas, ou para a sua implementação em práticas de tomada de decisão, para resolução dos problemas de saúde ambiental identificados na escola. As práticas de tomada de decisão são fundamentais para o desenvolvimento de competências de participação cidadã.

Em todas as tarefas, atrás descritas, a mediação docente tem um papel central na atribuição de papéis e responsabilidades, na disponibilização de recursos, no apoio a todas as práticas, relacionando-as com a questão problema inicial e com os conceitos e processos envolvidos, através de diversificadas formas de comunicação e de uso de mediadores epistémicos. A mediação docente é, ainda, fundamental na avaliação formativa e sumativa, ao longo dos processos, aqui descritos, de pesquisa experimental na resolução de problemas reais e complexos, com participação cidadã. Torna-se, desta forma, possível uma avaliação autêntica, ou seja, uma avaliação de processo das atividades autênticas (Fenton, 2008), que avalie os resultados de aprendizagem, nos

domínios cognitivo e afetivo-emocional, usando a análise crítica de evidências múltiplas, oferecidas pelas práticas do/a estudante e pelos seus produtos (Reeves, 2006).

Os resultados das experiências descritas, e realizadas no contexto do Projeto *Eco-Sensors4Health*, permitiram constatar que as referidas experiências se adequam ao 1.º e 2.º CEB, mas também à Formação para a Docência na Educação Básica, numa perspectiva de isomorfismo. O maior desafio centra-se na gestão dos recursos, nomeadamente dos sensores, no trabalho colaborativo dos/as estudantes, para que todos/as vivenciem de forma significativa as práticas epistémicas acima referidas.

3. Uso de robôs em educação

Tal como vimos na secção anterior, cada vez mais, as tecnologias digitais fazem parte do processo educativo de estudantes e professores/professoras, num contexto muito complexo. Ainda que pontualmente possa haver alguma resistência por parte daqueles que estão menos preparados para lidar com a tecnologia, o certo é que a escola não se pode afastar dos caminhos que estão continuamente a ser trilhados pelas sociedades, especialmente daqueles caminhos que poderão fornecer um contributo profícuo para a formação dos/as estudantes.

O termo “tecnologia” é, contudo, muito abrangente. Nesta secção, e na secção seguinte, dá-se um enfoque especial à área da robótica, e, particularmente, à robótica educacional, que pode ser caracterizada como “um ambiente de trabalho, em que os alunos terão a oportunidade de montar e programar seu próprio sistema robótico, controlando-o através de um computador com softwares especializados. Através da robótica, o aprendiz será o construtor de seus conhecimentos, por meio de observações e da própria prática” (Silva, 2009, p. 32).

A robótica educacional é então uma ferramenta que está à disposição do/a professor/a e que permite demonstrar na prática muitos conceitos teóricos, o que motiva os/as intervenientes, sejam os/as alunos/as, sejam os/as próprios/as professores/as. Silva (2009, p. 33) sintetiza de forma eficaz os principais objetivos que se almejam cumprir, quando se utiliza a robótica em sala de aula:

1. Desenvolver a autonomia, isto é, a capacidade de se posicionar, elaborar projetos pessoais, participar na tomada de decisões coletivas;

2. Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;
3. Proporcionar o desenvolvimento de projetos utilizando conhecimento de diversas áreas;
4. Desenvolver a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema;
5. Desenvolver habilidades e competências ligadas à lógica, noção espacial, pensamento matemático, trabalho em grupo, organização e planejamento de projetos envolvendo robôs;
6. Promover a interdisciplinaridade, favorecendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem, matemática, física, ciências naturais, história, geografia, artes, etc.

São vários os estudos que têm mostrado, nos últimos anos, a relevância do uso da robótica na área da educação (Chitolina et al., 2016; Peralta & Guimarães, 2018; Silva, 2009; Zilli, 2004). Reconhece-se, efetivamente, os contributos do uso da robótica educativa para a construção de conhecimentos em áreas distintas como a Matemática e a Língua Portuguesa, entre outras. Com a mobilização da robótica, a aprendizagem é favorecida, uma vez que é construída e vivenciada pelo/a próprio/a aluno/a. Além disso, potencia-se a articulação evidente entre o campo teórico e o campo prático, o que permite que os/as alunos/as vivenciem a aprendizagem de uma forma mais significativa.

É de reforçar que este tipo de trabalho possibilita, entre outros aspetos, o desenvolvimento de importantes capacidades matemáticas, nomeadamente a resolução de problemas, o raciocínio matemático, a comunicação matemática e o pensamento computacional. As três primeiras capacidades aparecem referidas nos documentos curriculares de Matemática do ensino básico há bastante tempo, sendo que a última, pensamento computacional, foi introduzida, de forma explícita, nas Aprendizagens Essenciais de Matemática de 2021.

Neste tipo de trabalho, a mediação docente é muito importante e o/a professor/a, enquanto transformador/a ativo no processo de aprendizagem dos/as alunos/as, precisa de estar inserido/a no mundo da tecnologia e de reconhecer as suas mais-valias. Este perfil de professor/a ativo/a é decisivo para a utilização das tecnologias na sala de aula. Assim, surge a necessidade de formar professores/as relativamente

a estes aspetos, de modo a encorajá-los/as e para que também possam dominar conhecimentos sobre robótica.

Numa pesquisa efetuada no contexto brasileiro, Peralta e Guimarães (2018) concluíram que a robótica na escola pode ter um caráter de prática pedagógica interdisciplinar se o/a professor/a for formado/a para refletir sobre a sua própria ação, o que mostra a importância da formação que leve à reflexão em torno da própria prática pedagógica. Os autores apontam ainda para a necessidade de envolver mais efetivamente os/as professores/as, através da construção coletiva das suas práticas pedagógicas, porque “as proposições seriam aceites e legitimadas pelos professores caso fossem implementadas por meio de ações que os considerassem protagonistas de processos de ensino e não meros executores” (p. 42).

Ainda no contexto brasileiro, as palavras de Silva (2009) apontam para um enlace produtivo entre a robótica e educação, dado que o robô, enquanto “elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados pela escola” (p. 31). Além disso, os robôs despertam o “imaginário infantil, criando novas formas de interação, e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos” (p. 31).

Para além destes estudos internacionais, também no contexto nacional têm surgido algumas investigações na área da robótica educacional (Lopes, 2016; Ribeiro, 2016; Ribeiro et al., 2009; Rosa, 2019), que apontam, mais uma vez, para os benefícios associados a esta opção. No seu estudo sobre corridas com robôs, Lopes (2016) salienta a relevância do contexto para emergirem intenções de aprendizagem, que levam os/as alunos/as a agir e a refletir de modo a construírem conhecimento e terem consciência relativamente aos dados estatísticos a tratar. Os/As alunos/as revelaram-se capazes de raciocinar a partir de conceitos estatísticos, o que possibilitou a aprendizagem da estatística e a atuação de uma forma refletida e crítica.

Ribeiro (2016), por sua vez, organizou o seu estudo com crianças do 4.º ano do 1.º CEB, em duas fases: uma etapa relativa à aprendizagem e conceitos de robótica e outra à exploração de situações problemáticas com o robô, sendo trabalhadas competências ao nível da Matemática, com ênfase nas operações de multiplicação e divisão. Os/As alunos/as foram chamados/as a explorar um robô, para, a partir de um trabalho em equipa, se implicarem nas seguintes tarefas: projetar e testar os seus protótipos, resolver os problemas, elaborar as suas próprias estratégias e métodos para uma melhor exploração dos materiais e desafios

apresentados. Assim, construíram os seus próprios conhecimentos sobre os conceitos trabalhados.

Rosa (2019) estudou a utilização do robô DOC por crianças do 1.º CEB e concluiu que esta contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico, visto que exige das crianças uma visão sobre o processo de criação, programação e a resposta do robô. Paralelamente, propiciou o aumento da criatividade, do trabalho colaborativo e da interdisciplinaridade.

Ribeiro et al. (2009) apontam para a importância da robótica no Ensino Básico, identificando três áreas que muito beneficiarão da sua utilização, nomeadamente a Matemática, o Estudo do Meio e a Educação Tecnológica. No primeiro domínio, a ênfase na aprendizagem da matemática deverá assentar na “resolução de problemas, o raciocínio e a comunicação. Neste sentido, a robótica oferece um campo pleno de oportunidades.” (p. 185). No que respeita ao estudo do meio, o contributo da robótica passará por uma “compreensão geral e alargada das ideias e estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos de investigação científica; questionar o impacto da Ciência e Tecnologia no nosso ambiente e cultura” (p. 185). Finalmente, no que diz respeito à educação tecnológica, será permitida a integração de saberes comuns a diferentes áreas e “a mobilização e aplicação de conhecimentos na abordagem de novas situações” (p. 185).

Neste trabalho desenvolvido com alunos/as do 4.º ano do 1.º CEB e do 6.º ano do 2.º CEB, os mesmos autores salientam, por um lado, as diversas áreas disciplinares implicadas no estudo e, por outro, o facto de alunos/as tão novos/as conseguirem desenvolver um projeto complexo, que envolve kits de robótica, processos de construção e programação de robôs. Um outro ponto a destacar na área da robótica educacional diz respeito aos aspetos motivacionais, de colaboração, de construção e reconstrução de conhecimento. Para além disso, segundo Angel-Fernandez e Vincze (2018),

Educational Robotics is a field of study that aims to improve learning experience of people through the creation, implementation, improvement and validation of pedagogical activities, tools (e.g. guidelines and templates) and technologies, where robots play an active role and pedagogical methods inform each decision (p. 41)

Tendo em conta o desenvolvimento do pensamento conceptual, na linha de Vigotsky, Silva (2009, p. 50) afirma que:

o uso de robôs na educação pode fazer surgir ou ampliar a zona de desenvolvimento proximal do indivíduo à medida que surgem obstáculos à atividade que está sendo executada ou quando são propostos desafios que o fazem investigar sobre o tema abordado, a refletir sobre o objeto de sua construção e, também, sobre as propriedades específicas do conceito imbricado nessa construção, favorecendo a internalização das mesmas pelo indivíduo. Essa internalização pode ser observada no próprio diálogo com o aluno ou na complexidade dos resultados de suas tarefas.

Embora as potencialidades sejam amplamente reconhecidas, a utilização de robôs no processo de aprendizagem ainda é algo que acarreta uma certa complexidade para o universo escolar, quer pelo custo, quer pela panóplia de novos conceitos e tecnologia inerentes à robótica. Assim sendo, não está ainda acessível para todos/as os/as alunos/as e para todas as escolas, embora, atualmente, já seja sugerida a sua introdução em contexto escolar nas Aprendizagens Essenciais para o ensino da Matemática no Ensino Básico (Canavarro et al., 2021) que incorporam o Pensamento Computacional como umas das capacidades transversais no ensino da Matemática devido à sua reconhecida importância. O estudo e a divulgação dos benefícios atribuídos à robótica educacional para o processo de ensino-aprendizagem podem ser fundamentais para a sua promoção.

4. Experiências de uso de robôs em educação

Nesta secção, descrevem-se algumas experiências-piloto que assentam na utilização de um robô em salas de níveis de ensino diversos. O objetivo não é apresentar uma descrição minuciosa de todo o processo, mas sim mostrar as diversas potencialidades que o recurso tem e as várias áreas de saber que podem ser contempladas, para além das mais-valias que a sua utilização permite no desenvolvimento de competências transversais. As experiências com crianças em idade pré-escolar e no 1.º CEB realizaram-se numa escola da área da grande Lisboa, enquanto as experiências na formação para a docência em educação básica se realizaram na Escola Superior de Educação de Lisboa.

As experiências a seguir relatadas usaram como recurso o robô DOC da Clementoni (cf. Figura 7). Apesar de existirem diversos recursos do mesmo gênero, este foi o recurso utilizado por ser de fácil acesso, devido à possibilidade de o adquirir em diversas superfícies comerciais; de baixo custo, quando comparado com outros similares; por ser intuitivo e de fácil manuseio; e por permitir utilizá-lo com o que já se apresenta programado ou de forma livre. Apesar desses aspectos, todo o trabalho a seguir apresentado pode ser realizado com qualquer recurso similar.



Figura 7
Robô DOC, Clementoni Ciência Viva.

Todas as experiências realizadas, quer com crianças em idade pré-escolar e de 1.º CEB, quer com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos, iniciaram-se com a exploração do robô. Os botões de comando, neste modelo apresentados no cimo da cabeça do robô (cf. Figura 7), foram os primeiros a ser explorados. Nas crianças em idade pré-escolar e no início do 1.º CEB, foi notória a dificuldade em identificar a direita e a esquerda, sobretudo quando se encontravam sentadas em sentido oposto ao robô. Essa dificuldade, normal nestas idades, foi ultrapassada, em ambos os casos, após algumas utilizações do robô, o que já aponta para algumas das aprendizagens que este tipo de recurso pode permitir.

De seguida, foram explorados os restantes materiais existentes na caixa do DOC: tabuleiros 1 e 2 (cf. Figura 8) e cartões de tarefa e de comandos (cf. Figura 9).



Figura 8
Tabuleiros DOC, Clementoni .



Figura 9
Cartões de tarefa e cartões de comandos, DOC, Clementoni.

A realização das tarefas propostas para os tabuleiros do robô, assim como a interação com o mesmo, permitem, diretamente, desenvolver aprendizagens matemáticas, concretamente ao nível de conteúdos geométricos, mais especificamente em termos da orientação espacial (frente, atrás, um quarto de volta para a esquerda, um quarto de volta para a direita); e de conteúdos numéricos, concretamente em relação ao conjunto dos números naturais através, por exemplo, da contagem do número de vezes que se deve programar um certo comando para que o robô chegue ao local pretendido.

O trabalho com o robô, associado a um pedido de explicação do raciocínio, conduz, também, ao importante desenvolvimento de capacidades transversais, tais como a comunicação, o raciocínio e a resolução de problemas (com as várias tarefas e práticas epistémicas associadas), capacidades fundamentais na aprendizagem e à vida, assim como a abstração, subtópico do Pensamento Computacional, expresso nas Aprendizagens Essenciais para o Ensino da Matemática no Ensino Básico (Canavarro et al., 2021).

Também em termos da língua portuguesa, o recurso em questão tem diversas potencialidades, permitindo uma abordagem da linguagem oral e da escrita. Sabe-se que a linguagem oral é fulcral na comunicação com os outros, na aprendizagem e na exploração e desenvolvimento do pensamento, permitindo avanços cognitivos importantes (Ribeiro et al., 2016; Silva et al., 2016; Sim-Sim, 2014; Sim-Sim et al. 2008). Nesta perspetiva, o recurso ao DOC abre caminho para a apropriação de vocabulário fundamental, por um lado, e para a mobilização correta desse mesmo léxico, na interação com os seus pares, por outro. A criança apropria-se de palavras específicas e tem de as usar na interação com os outros e na verbalização das instruções que dá ao robô. Tal permite que o/a próprio/a educador/a ou professor/a também se

apercebam da correta ou incorreta apropriação e utilização dos termos, podendo ainda fazer pedidos de reformulação e questionar a criança, no sentido de contribuir para a expansão do vocabulário e o domínio de frases mais complexas, por exemplo. O desenvolvimento da linguagem oral depende, em larga medida, do interesse em comunicar, o que implica saber-se escutado e supõe também ter coisas interessantes para dizer (Ribeiro et al., 2016; Silva et al., 2016; Sim-Sim, 2014; Sim-Sim et al. 2008). Falar sobre a utilização de um robô será, por si só, uma tarefa altamente interessante, desafiante e desencadeadora de interações linguísticas múltiplas.

Conseguimos destacar algumas áreas vocabulares que sobressaem da utilização do DOC, nomeadamente as cores, as direções, os animais, a cidade. Estas áreas poderão ainda ser o ponto de partida para outras atividades no âmbito do desenvolvimento da linguagem.

Neste âmbito, o DOC permite desenvolver aprendizagens ao nível da identificação de convenções da escrita, concretamente o reconhecimento de letras e a compreensão da sua organização de modo a formar palavras e/ou expressões. Outra área importante que pode ser potenciada é o desenvolvimento da consciência fonológica. Os tabuleiros do jogo revelam-se adequados para serem usados para jogos diversos que têm como finalidade o desenvolvimento da consciência silábica, intrassilábica e fonémica, essenciais para a aprendizagem da leitura e da escrita. Algumas atividades implementadas foram a identificação de sílabas iniciais idênticas a partir das imagens disponíveis nos tabuleiros (consciência silábica); a identificação de rimas também a partir das imagens disponíveis (consciência intrassilábica); e ainda a produção de palavras com o mesmo fonema inicial que as imagens dos tabuleiros (consciência fonémica) (Freitas et al., 2007).

Com estas atividades, as crianças desenvolvem uma capacidade crescente para a identificação e manipulação de elementos fonológicos cada vez mais pequenos. Cabe aos/às educadores/as a apresentação de propostas ricas que impliquem diferentes processos e níveis de análise, cada vez mais exigentes, de modo a facilitar estas aprendizagens. Como se referiu, a consciência fonológica está amplamente relacionada com a aprendizagem da leitura, estabelecendo-se entre ambas uma relação que é recíproca e interativa, visto que a análise do oral contribui para o processo de codificação da escrita e, concomitantemente, a leitura e a escrita promovem o desenvolvimento de níveis de análise fonológica cada vez mais esmerados (Ribeiro et al, 2016; Viana & Sucena, 2019).

Esta exploração preparada e intencional de sons e de palavras faz com que as crianças se comecem a aperceber de que a língua não é apenas um meio de comunicação, mas pode ser igualmente um objeto de reflexão. Desta maneira, promove-se uma consciencialização complexa e estruturada sobre a forma como é constituída, e como se organizam os seus elementos (Silva et al., 2016; Viana & Ribeiro, 2017).

Para além dessas aprendizagens, que podem começar a ser desenvolvidas autonomamente pelas crianças através da utilização do robô, o papel do/a educador/a ou professor/a é essencial para lhes permitir desenvolver mais aprofundadamente essas aprendizagens e, em simultâneo, outras que também são possíveis utilizando este recurso. Um exemplo concreto desse aspeto, prende-se com o comando “quarto de volta”. Inicialmente, este comando não foi automaticamente compreendido nem pelas crianças nem pelos/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos. Na primeira experiência, quando verificavam que, por exemplo, o robô se tinha de deslocar 3 casas para a direita programaram-no carregando 3 vezes no comando “quarto de volta para a direita”, demonstrando não perceber que, ao realizar uma rotação de 90° (quarto de volta), o robô não se moveria da casa onde se encontrava, rodando apenas sobre si mesmo. Os/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos rapidamente compreenderam e ultrapassaram a dificuldade, sendo que os/as alunos/as mais jovens ainda mantiveram a dificuldade ao longo das primeiras experiências.

A modalidade “livre” do robô, associada a um tabuleiro vazio, permite um ilimitado número de experiências e de aprendizagens, pois, neste caso, será o/a educador/a ou professor/a a definir o que colocar no tabuleiro (imagens, figuras, sólidos, letras, palavras,...), assim como a delinear as propostas do que pedir às crianças. Com essa intenção, e sabendo que cada passo do robô mede 15cm, nas nossas experiências foram criados tabuleiros vazios. Na primeira experiência, o tabuleiro foi construído em plástico (cf. Figura 10), sendo que, noutras experiências realizadas, a sua construção foi realizada em papel de cenário. Esta construção permite o envolvimento das crianças, pois torna-se possível colocá-las a medir a dimensão do passo do robô, assim como a construir um pequeno tabuleiro, ou parte de um grande, para poderem utilizá-lo.

Com um tabuleiro vazio, e tal como referido anteriormente, abre-se um leque de possibilidades de tarefas que podem integrar questões de qualquer área do saber. Por exemplo, podem ser trabalhadas questões relativas a figuras e sólidos geométricos, identificação de letras, cons-

trução de frases ou o contar uma história, assim como questões sobre o tempo, dias ou meses do ano (cf. Figura 11). Estes exemplos foram realizados com crianças em idade pré-escolar e com crianças a frequentar os primeiros anos do 1.º CEB, e discutidas com os/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos que analisaram a pertinência da sua utilização. É de salientar que estas propostas devem ser diversificadas, interdisciplinares e relacionadas com o contexto e quotidiano das crianças.



Figura 10
Tabuleiro vazio construído..

Com um tabuleiro vazio, e tal como referido anteriormente, abre-se um leque de possibilidades de tarefas que podem integrar questões de qualquer área do saber. Por exemplo, podem ser trabalhadas questões relativas a figuras e sólidos geométricos, identificação de letras, construção de frases ou o contar uma história, assim como questões sobre o tempo, dias ou meses do ano (cf. Figura 11). Estes exemplos foram realizados com crianças em idade pré-escolar e com crianças a frequentar os primeiros anos do 1.º CEB, e discutidas com os/as futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos que analisaram a pertinência da sua utilização. É de salientar que estas propostas devem ser diversificadas, interdisciplinares e relacionadas com o contexto e quotidiano das crianças.

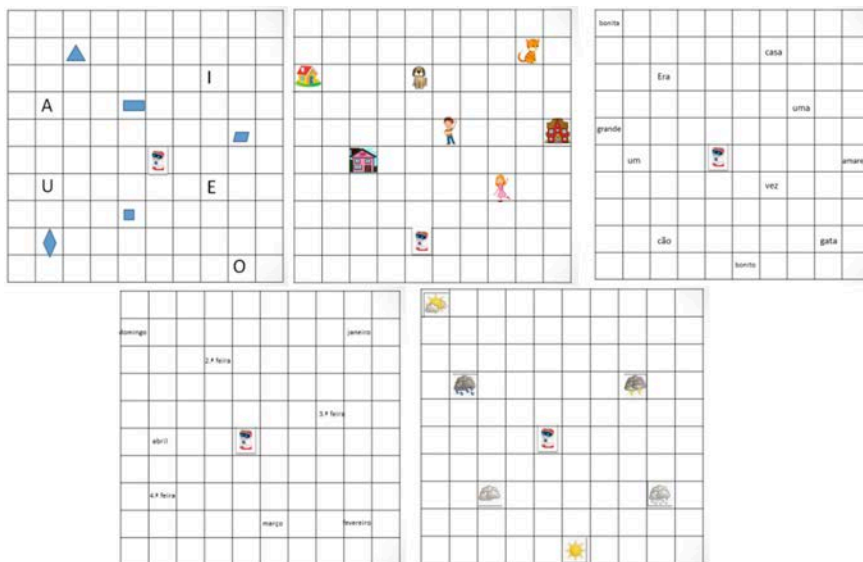


Figura 11
Exemplos de tabuleiros a utilizar no modo “livre”.

Concretamente, uma das experiências foi realizada no dia a seguir a uma visita ao Jardim Zoológico. Dessa forma, no tabuleiro foram colocados bonecos de animais, que as crianças tinham visitado no dia anterior, e foi-lhes pedido que levassem o robô a visitar alguns desses animais, começando apenas com um e passando, de seguida, para o pedido de uma sequência de passagem por vários animais. Nesta experiência, as crianças tiveram de ter o cuidado de não programar o robô até junto do animal (não podia entrar na quadrícula onde o animal se encontrava), pois elas próprias na visita também não entravam na jaula dos animais. Por outro lado, esta situação também lhes permitiu programar o robô até diferentes locais à volta da jaula, pois de qualquer um dos pontos seria possível ver o animal, tal como lhes aconteceu ao longo da visita. Esta ligação à realidade é importante na medida em que a resolução de problemas do quotidiano, problemas reais e com verdadeiro sentido para as crianças, possibilita o desenvolvimento de diversas aprendizagens transversais.

Como é possível perceber, todo este trabalho, associado a um constante pedido de explicação do raciocínio realizado, conduz ao desenvolvimento de capacidades transversais, como a comunicação, o raciocínio, a resolução de problemas e o pensamento computacional. Trabalhando com este recurso, é possível auxiliar os/as alunos/as a desenvolverem estas capacidades de forma integrada e possibilitar um constante envolvimento e motivação na, e para, a aprendizagem.

Nas experiências realizadas, o trabalho de grupo foi a metodologia adotada, permitindo a colaboração e cooperação entre pares (cf. Figura 12). Nas crianças com idades mais precoces, não foi fácil iniciar o trabalho com esta metodologia na medida em que não se encontravam

habitados a segui-la e, em simultâneo, porque a sua precoce idade remete para uma dificuldade acrescida em saber exprimir as suas ideias e fazer-se ouvir, assim como saber ouvir os outros e assimilar as suas ideias, comparando-as com as suas.



Figura 12
Colaboração e cooperação na resolução de uma das tarefas propostas.

Outro importante aspeto a ressaltar prende-se com o registo do processo utilizado. Para esse fim, e sabendo da sua importância, foi elaborado um documento de apoio (cf. Figura 13) e disponibilizado a cada aluno/a ou grupo/a, consoante a tarefa a ser realizada, juntamente com lápis das quatro cores dos comandos do robô (amarelo, azul, vermelho e roxo), assim como a imagem desses comandos de modo que não houvesse a possibilidade de dúvida na escolha da cor. Este registo foi importante na medida em que permitiu aos/às alunos/as organizar o seu pensamento e comparar mais facilmente a sua estratégia com a dos/as restantes colegas.



Figura 13
Folha de registo preenchida pela criança A. do 1.º ano de escolaridade propostas.

Outra situação vivenciada ao longo destas experiências relaciona-se com a possibilidade de os/as alunos/as poderem ocupar o lugar do robô (cf. Figura 14). Essa situação ocorreu, em diferentes momentos e por duas razões distintas: (i) como anteriormente referido, por necessidade, devido à dificuldade das crianças em compreender se a rotação do robô deveria ser realizada para a direita ou para a esquerda; e (ii) por interesse das crianças em mudarem de papel e passarem a “ser” elas o robô que os colegas comandavam.

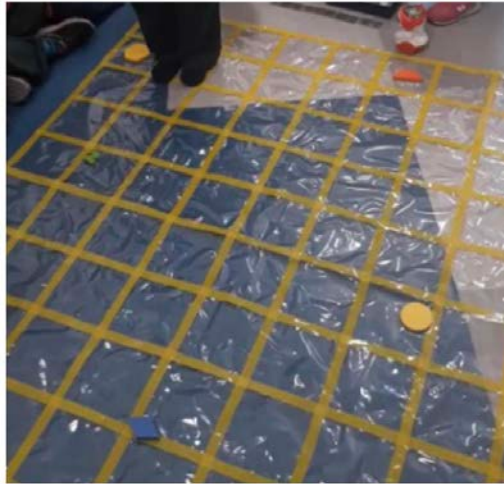


Figura 14
O aluno B. a “ser” o robô.

Para além dessas situações, outras experiências foram realizadas, tais como: a colocação de barreiras que não permitam a passagem por alguns caminhos ou a determinação de condições, como, por exemplo, o terem de programar o robô para chegar ao local A, tendo de passar previamente pelo local B, ou tendo apenas a possibilidade de utilizar um certo número de comandos, ou a possibilidade de utilizar um determinado comando apenas um certo número de vezes. Esta possibilidade de complexificação das tarefas atribuídas permite um desenvolvimento progressivo nos vários domínios. Algumas crianças respondem mais facilmente a este desafio, enquanto outras necessitam de mais algum tempo até cumprirem as tarefas com sucesso.

Deste modo, e através das experiências realizadas, constatamos que a utilização deste recurso permite uma infinidade de propostas e, por conseguinte, de aprendizagens, devendo, por isso, ser considerado um recurso lúdico e didático a utilizar com as crianças em idade pré-escolar e de 1.º CEB de modo a trabalhar de forma interdisciplinar e significativa, na conceção defendida por Ausubel (1963, 2000).

O recurso ao tabuleiro vazio também é muito produtivo no domínio da língua, nomeadamente no que diz respeito ao desenvolvimento da consciência fonológica. As diferentes atividades listadas acima ganham novo potencial se pensarmos que o próprio/a educador/a pode preparar um conjunto de imagens que servirão os seus interesses para a descoberta da riqueza dos sons da língua.

Para além da consciência fonológica, as relações semânticas entre as palavras podem orientar as várias deslocações do DOC: as relações de sinonímia, antonímia, etc. Um exemplo concreto de atividade seria dispor no tabuleiro vazio imagens diversas que representam conceitos

opostos (grande, pequeno; estreito, largo; contente, triste...) e dar indicações à criança para mover o robô desde um destes conceitos até ao seu oposto. É importante, numa primeira fase, garantir que as crianças percebem todas aquilo que é representado por cada imagem, para que depois a atividade se possa realizar com sucesso.

A descrição da utilização deste robô, nos diferentes contextos, mostra as diversas potencialidades da robótica para a área da educação. Na verdade, este estudo exploratório permite apontar para diversos percursos possíveis no âmbito da Matemática e da Língua Portuguesa e deixa também antever outras áreas que podem ser mobilizadas.

Conclusão

No capítulo que agora se conclui, a utilização pedagógica de eco-sensores e robôs foi equacionada nas suas potencialidades para a promoção de aprendizagens móveis e corporizadas, em contextos interdisciplinares na educação básica. Ao longo do capítulo, foram apresentadas intencionalidades e especificadas tarefas pedagógicas de utilização interdisciplinar de eco-sensores e robôs em educação básica.

No que se refere à utilização de eco-sensores, foram realçadas as suas potencialidades para atividades autênticas de pesquisa e resolução de problemas, em contextos reais e complexos, que potenciam a ação participativa dos/as estudantes nas escolas. Referindo o Projeto *Eco-Sensors4Health* (<https://eco-sensors4health.site/>), foi apresentada a estrutura didática das atividades interdisciplinares de pesquisa e resolução de problemas do ambiente da escola, desenvolvidas no contexto deste Projeto, nomeadamente no que se refere às seguintes fases, não necessariamente sempre nesta sequência: abordagem ao tema; planificação das atividades e formulação da questão problema; tarefas sensoriais de exploração concreta dos processos relacionados com o problema e sua avaliação; tarefas epistémicas na pesquisa para resolução do problema formulado e sua avaliação; tarefas de tomada de decisão e sua avaliação. As tarefas sensoriais são encaradas como fundamentais para a construção das aprendizagens concretas que vão ser a base das aprendizagens mais abstratas.

No Projeto *Eco-Sensors4Health*, as experiências de utilização de sensores para pesquisa e resolução de problemas foram realizadas nos 1.º e 2.º CEB, mas também com turmas de Formação Inicial e Contínua de Formação para a Docência em Educação Básica. A realização das

referidas experiências pelos futuros/as e atuais docentes foi muito gratificante e permitiu a sua capacitação para dinamizarem essas mesmas atividades com as crianças em educação básica. Salienta-se, ainda, que algumas destas experiências foram implementadas em contextos de pré-escolar, com resultados muito positivos (ver, por exemplo Bagulho, 2021).

Relativamente à utilização de robôs, foram identificadas e elencadas as potencialidades inerentes à sua utilização para o desenvolvimento de diversas capacidades e competências. Tendo por base a revisão de literatura, que demonstra que a utilização do referido recurso pode propiciar o desenvolvimento de aprendizagens de diversas áreas, foram relatadas algumas experiências realizadas, no desenvolvimento de aprendizagens ao nível da Matemática e da Língua Portuguesa, com crianças em idade pré-escolar e de 1.º CEB, assim como com futuros/as educadores/as e professores/as dos primeiros anos que tiveram a oportunidade de experienciar as mesmas tarefas que foram propostas às crianças, podendo, posteriormente, discutir a sua pertinência e relevância na aprendizagem.

Com os trabalhos apresentados no presente capítulo, pretendemos demonstrar a importância da utilização de tecnologias digitais na aprendizagem interdisciplinar, exemplificando como poderá ser possível utilizá-las através de contextos com significado e sentido para as crianças. A partir da descrição feita, reafirmam-se as potencialidades da inserção das tecnologias digitais no seio da sala de aula, acompanhando-se, assim, o caminho de crescimento e familiarização com estes recursos.

As áreas científicas, no geral, e a Matemática e a Língua Portuguesa, especificamente, ficam a beneficiar sempre que se introduzem novas tecnologias que acabam por aproximar a escola daquilo que os estudantes já encontram fora dela. Seria, assim, contraproducente, não se aproveitar essas mais-valias oferecidas por estes recursos. Reconhece-se, portanto, que o percurso desejável assenta na integração da tecnologia no quotidiano da escola.

Referências

Amann G. V. (Ed.). (2015). *Programa Nacional de Saúde Escolar 2015*. DGS.

Angel-Fernandez, J. M., & Vincze, M. (2018). Towards a Definition of Educational Robotics. P. Zech, & J. Piater (Eds.). *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018* (pp. 37-42). Innsbruck University Press.

Ansell, N. (2009). Embodied learning: responding to AIDS in Lesotho's education sector. *Children's Geographies*, 7 (1), 21-36.

Bagulho, B. J. D. (2021). *Melhorar a qualidade do ar interior numa escola básica com jardim de infância* (Dissertação de mestrado não publicada). Instituto Politécnico de Lisboa, Escola Superior de Educação, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.21/13061>

Blikstein, P. (2013). *Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 1-21.

Butler, D. M., & MacGregor I. D. (2003). *Globe: Science and Education. Journal of Geoscience Education*, 51 (1), 9-20.

Canavarro et al. (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática do Ensino Básico*. Direção-Geral de Educação. Consultado a 20 de setembro de 2021 em <https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica>

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218.

Chitolina, R. F., Noronha, F. T., & Backes, L. (2016). A Robótica Educativa como tecnologia potencializadora da aprendizagem: das ciências da natureza às ciências da computação. *Educação, Formação & Tecnologias*, 9 (2), 56-65. Acedido em 14 de maio de 2021 em <http://eft.educom.pt>.

Colls, R., & Hörschelmann, K. (2009). The geographies of children's and young people's bodies. *Children's Geographies*, 7 (1), 1-6.

DLIS (2011). Data logging in science. VIA University College. Available at https://www.ucviden.dk/portal/files/45515409/Data_Logging_in_Science.pdf

Eriksson, I., & Lindberg, V. (2016) Enriching 'learning activity' with 'epistemic practices' – enhancing students' epistemic agency and authority. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 2016 (1).

Evans-Cowley, J. (2010). Planning in the Real-Time City: The Future of Mobile Technology. *Journal of Planning Literature*, 25(2), 136-149.

Fenton, M. (2008). *Authentic learning using mobile sensor technology with reflections on the state of science education in New Zealand: A research project for the New Zealand Ministry of Education*. Nexus Research Group.

Ferreira, E., Ponte, C., Silva, M. J., & Azevedo, C. (2015). Mind the Gap: Digital Practices and School. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (IJDLDC)*, 6(3), 16-32. doi:10.4018/IJDLDC.2015070102

Freitas, M. J., Alves, D., & Costa, T. (2007). *O conhecimento da língua: Desenvolver a consciência fonológica*. Ministério da Educação.

Hall, E. T. (1989). *Beyond Culture*. Anchor Book.

Herrington, J. (2006). *Authentic e-learning in higher education: Design principles for authentic learning environments and tasks*. Paper apresentado na Conferência Mundial E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Wollongong.

Ihde, D. (2002). *Bodies in Technology*. Minneapolis. University of Minnesota Press.

Kelly, G. J., & Licon, P. (2018). Epistemic practices and science education. In M. R. Matthews (Ed.), *History, philosophy and science teaching: New perspectives* (pp. 139-165). Springer.

Klasnja, P., & Pratt, W. (2012). Healthcare in the pocket: Mapping the space of mobile-phone health interventions. *Journal of Biomedical Informatics*, 45, 184-198.

Knight, S. (2005). *Innovative Practice with e-Learning*. Higher Education Funding Council for England.

Lombardi, M. M. (2007). Authentic learning for the 21st century: An overview. *Educause learning initiative*, 1(2007), 1-12.

Lopes, P. C. R. (2016). *Aprender matemática com recurso a tecnologias: Robots na sala de aula*. (Tese de Doutoramento em Matemática Especialidade de Ensino da Matemática). Universidade da Madeira.

Acedido em 14 de maio de 2021 em <https://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/1570/1/DoutoramentoPaulaLopes.pdf>

Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Silva A. A. (2010). *Effective Teaching for Intended Learning Outcomes in Science and Technology* (Metilost) (115 pp.). Nova Science Publishers, Inc.

Magnani, L. (2004). Reasoning through doing. Epistemic mediators in scientific discovery. *Journal of Applied Logic*, 2 (4), 439-450.

McGrath M. J., & Scanail, C. N. (2013a). Introduction. In M. J. McGrath & C. N. Scanail (Eds.), *Sensor Technologies* (pp. 1-14). Apress Open.

McGrath M. J., & Scanail, C. N. (2013b). Sensing and Sensor Fundamentals. In M. J. McGrath, & C. N. Scanail (Eds.), *Sensor Technologies* (pp. 15-50). Apress Open.

Payne, P. (1997). Embodiment and Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3 (2), 133-153.

Peralta, D. A., & Guimarães, E. C. (2018). A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(1), 30-50.

Projeto Eco-Sensors4Health (2019). *Eco-Sensors4Health Toolkit: Guia Eco-sensores para a saúde*. Instituto Politécnico de Lisboa, Instituto Politécnico de Viseu, Ciência Viva – ANCCT, Município de Viseu. https://ecosensors4health.files.wordpress.com/2019/03/toolkit-eco-sensor-s4health_cv_vf.pdf

Reeves, T. C. (2006). How Do you know they are learning?: The importance of alignment in higher education. *International Journal of Learning Technology*, 2 (4), 294-309.

Reeves, T. C. Herrington, J., & Olivers, R. (2002), Authentic activities and online learning. *Annual Conference Proceedings of higher Education Research and Development Society of Australasia*. Perth, Australia.

Ribeiro, C. R., Coutinho, C. P., & Costa, M. F. (2009). O papel interdisciplinar da robótica nos contos infantis. *Actas da VI Conferência Internacional de TIC na Educação* (pp. 179-191). Universidade do Minho. Acedido em 14 de maio de 2021 em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9439> [GS Search]

Ribeiro, C. (2016). *Um contributo para a integração de atividades de robótica educativa no ensino básico*. (Tese de Doutoramento em Ciências da Educação Especialidade em Tecnologia Educativa). Universidade do Minho. Acedido em 14 de maio de 2021 em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55912>.

Ribeiro, I., Viana, F. L., Baptista, A., Choupina, C., Santos, S., Brandão, S., Cadime, I. M. D., Silva, C., Ferreira, A., Costa, L., Azevedo, H., Carvalho, M., Freitas, T., Chaves-Sousa, S., Cruz, J., Fernandes, I., Cosme, M. C., & Rodrigues, B. (2016). *Ainda estou a aprender: As tecnologias no apoio à avaliação e à intervenção nas dificuldades na aprendizagem da leitura*. Editora Lusoinfo Multimédia.

Roach, K., Tilley, E., & Mitchell, J. (2018) How authentic does authentic learning have to be?, *Higher Education Pedagogies*, 3(1), 495-509.

Rosa, R. S. S. (2019). *Prática de Ensino Supervisionada – Robótica: Uma abordagem educativa*. Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Educação de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Educação Pré-escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança.

Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17 (1), 59-69.

Schafer, R. (1994). The Soundscape Designer. In H. Järviuoma (Ed.), *Soundscapes: Essays on Vroom and Moo*. Institute of Rhythm Music.

Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2007). A theory of learning for the mobile age. In R. Andrews, & C. Haythornthwaite (Eds.), *The Sage handbook of e-learning research* (pp. 221–247). Sage.

Schneider, J., Börner, D., van Rosmalen, P., & Specht, M. (2015). Augmenting the senses: A review on sensor-based learning support. *Sensors*, 15(2), 4097-133.

Shuler, C. (2009). *Pockets of Potential: Using Mobile Technologies to Promote Children's Learning*. The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.

Shuler, C., Winters, N., & West, M. (2013). *The future of mobile learning: implications for policy makers and planners*. Unesco.

Silva, A. F. (2009). *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. Tese de doutoramento. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Acedido em 2 de maio de 2021 em <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15128>.

Silva, I., Marques, L., Mata, L., & Rosa, M. (2016). *Orientações curriculares para a Educação Pré-escolar*. Ministério da Educação (DGE).

Silva, M. J. (2021). *Exploração e resolução de problemas em Educação Ambiental, com uso conjunto dos sentidos humanos e de sensores eletrónicos*. (Sumário pormenorizado de Lição de Agregação na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias). Lisboa.

Silva, M. J., Lopes, J. B., & Silva, A. A. (2013). Using senses and sensors in the environment to develop abstract thinking – a theoretical and instrumental framework. *Problems of Education in the 21st century*, 53, 99-119.

Silva, M. J., & Rodrigues, M. (2020). Empowering In-Service Teachers to Support Students in Using Sensors to Address Environmental Problems. In A. Balderas, A. J. Mendes, & J. M. Doderó (Eds.), *Proceedings of the 22th International Symposium on Computers in Education*, 2733, paper 5.

Silva, M. J., & Ferreira, E. (2017). Abordagens corporizadas: género, sexualidades e tecnologias. In Joseli Maria Silva, Marcio Jose Ornat, & Alides Baptista Chimin Junior (Eds.), *Diálogos Ibero-Latino-Americanos sobre Geografias Feministas e das Sexualidades* (pp. 31-44). Todapalavra Editora Ltd^a.

Silva, M. J., Almeida, A., Valente, B., Rodrigues, M. & Manteigas, V. (2017). Sensing Locally in the Global Environment: Using Sensors in Teachers' Education. In *Proceedings of IADIS International Conference Educational Technologies 2017 - ICEduTech: IADIS International Conference Educational Technologies 2017 - ICEduTech*, (pp. 166-170). IADIS.

Silva, M. J., Gomes, C. A., Pestana, B., Lopes, J. C., Marcelino, M. J., Gouveia, C., & Fonseca, A. (2009). Adding space and senses to mobile world exploration. In A. Druin (Ed.), *Mobile technology for children* (147-170). Morgan Kaufmann.

Sim-Sim, I., Silva, A. C., & Nunes, C. (2008). *Linguagem e comunicação no jardim-de infância*. Ministério da Educação.

Sim-Sim, I. (2014). *Avaliação da linguagem oral: Um contributo para o conhecimento do desenvolvimento linguístico das crianças portuguesas*. Fundação Calouste Gulbenkian.

Smoláková, N., Švajda, J., Koróny, S., & Činčera, J. (2016). The Benefit of the GLOBE program for the Development of Inquiry Competence in the Czech and Slovak Contexts. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11 (16), 9507-9519.

van den Berg, E., Schweickert, F., & van den Berg, R. (2010). Science, sensors and graphs in primary schools. *Proceedings of the GIREP Conference 2010* (pp. 1-9).

Viana, F. L., & Sucena, A. (2019). O ensino da leitura: O outro lado do espelho. In A. P. R. Scherer & V. W. Pereira (Orgs.), *Afabetização: estudos e metodologias de ensino em perspectiva cognitiva* (pp. 17-44). EdUPUCRS.

Viana, F. L., & Ribeiro, I. (2017). *Falar, ler e escrever: Propostas integradoras para Jardim de Infância* (2ª Ed. revista). Lusoinfo Multimédia.

World Health Organization, Division of Mental Health (1994). *Life skills education for children and adolescents in schools*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/63552>

Zilli, S. R. (2004). *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC. Acedido em 29 de abril de 2021 em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86930>