

CAPÍTULO 2 – INTEGRAÇÃO CURRICULAR DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS NATURAIS NA ABORDAGEM DE PROBLEMAS DE SAÚDE AMBIENTAL NA FORMAÇÃO PARA A DOCÊNCIA

Margarida Rodrigues (margaridar@eselx.ipl.pt)¹,

Ana Caseiro (anac@eselx.ipl.pt)¹,

Maria João Silva (mjsilva@eselx.ipl.pt)¹,

António Almeida (aalmeida@eselx.ipl.pt)¹,

Alexandra Loução (mariaalexandraloucao@gmail.com)¹ e

Sara Monteiro (saramonteiro_93@hotmail.com)¹

¹Escola Superior de Educação de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa,
Estrada do Calhariz de Benfica, 1549-003 Lisboa

RESUMO

Neste capítulo, começa-se por discutir a pertinência em trabalhar o currículo de forma integrada como meio de dar sentido às aprendizagens realizadas, de um modo coerente e contextualizado. A Matemática e as Ciências Naturais surgem como duas áreas disciplinares com fortes possibilidades de integração quando os seus conceitos são mobilizados no desenvolvimento de projetos que visem a diagnose e a proposta de intervenções de resolução de problemas de saúde ambiental. A utilização de sensores no desenvolvimento desses projetos assume um papel relevante ao permitir a recolha de dados e a sua representação. No capítulo, são apresentadas cinco atividades práticas (em contexto de formação inicial de docentes), visando identificar a forma como os conteúdos de Matemática e Ciências Naturais foram mobilizados numa abordagem curricular integrada, centrada no estudo de um dado problema de saúde ambiental. Quatro das atividades visaram a exploração e caracterização dos espaços interior e exterior da Escola Superior de Educação de Lisboa e do ambiente do Jardim Botânico da Ajuda, relativamente ao nível sonoro e concentração de dióxido de carbono, bem como a relação entre o ritmo cardíaco e as condições ambientais. Uma outra atividade envolveu alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico e, tendo sido desenvolvida em contexto da Prática de Ensino Supervisionada II, teve como objetivo estudar o conforto térmico da escola, em diferentes espaços. Foi possível verificar a ligação das aprendizagens em Matemática e nas Ciências Naturais à vida real, com recurso à utilização de sensores em atividades autênticas de pesquisa, com um forte enfoque na procura de soluções para os problemas de saúde ambiental identificados.

Palavras-chave: integração curricular; sensores; problemas de saúde-

de ambiental; formação inicial de docentes.

INTEGRAÇÃO CURRICULAR DE MATEMÁTICA E CIÊNCIAS NATURAIS

Sendo a necessidade e a intencionalidade características essenciais de currículo (Roldão, 2001) enquanto produto histórico e construção social, urge interrogarmo-nos sobre o que se espera fazer aprender na escola do ensino básico nos dias de hoje, em pleno séc. XXI. Como orientar a formação de futuros docentes que terão a responsabilidade, por sua vez, de preparar crianças para uma inserção na sociedade futura cujo desenvolvimento tecnológico nos faz antever contornos completamente distintos dos atuais? Esse futuro incerto e imprevisível envolve a emergência de profissões desconhecidas atualmente e o desaparecimento de profissões agora existentes. O nosso pensamento tem de mudar para ser capaz de criar o futuro e não simplesmente responder-lhe (Salmon, 2016). Daí que seja imperiosa a necessidade de formar cidadãos com capacidade de resolução de problemas, o que implicará espírito crítico, criativo, adaptativo e flexível para fazer face às novas situações trabalhando de forma colaborativa em equipa. São estas as competências a desenvolver nos alunos de hoje e que se encontram plasmadas no documento *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória* (Martins et al., 2017) que constitui o documento de referência para as decisões ao nível do desenvolvimento curricular. Foi publicado recentemente o Decreto-Lei n.º 55/2018 que vem consignar uma abordagem integradora desafiando as escolas dos ensinos básico e secundário a organizarem-se na gestão curricular de modo a garantir que todos os alunos desenvolvam as competências previstas no *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória* (Martins et al., 2017). Um dos princípios que subjaz a este documento é o da coerência e flexibilidade e que passamos a transcrever:

Garantir o acesso à aprendizagem e à participação dos alunos no seu processo de formação requer uma ação educativa coerente e flexível. É através da gestão flexível do currículo e do trabalho conjunto dos professores e educadores sobre o currículo que é possível explorar temas diferenciados, trazendo a realidade para o centro das aprendizagens visadas. (Martins et al., 2017, p. 13)

Uma ação educativa coerente e flexível remete para uma gestão integrada e conectada do currículo ao invés do código de mosaico que tem predominado nas práticas curriculares com uma organização disciplinar compartimentada. Segundo Beane (2000), é a coerência curricular que confere sentido à totalidade, estando, assim, associada à noção

de unidade, ligação, relevância e pertinência. Morin (2001) define o conhecimento pertinente como o que não mutila o seu objeto, sendo, por isso, necessário situar o conhecimento no contexto, ligando as partes ao todo e o todo às partes. E esse contexto situado numa realidade uma, complexa e multidimensional apela a uma compreensão que carece, pois, de um olhar integrador. A integração curricular favorece, assim, o desenvolvimento de aprendizagens significativas (Beane, 2003). Quanto mais um acontecimento for situado em contexto, mais significativo será e melhor será compreendido. Ao defender a integração significativa de experiência e de conhecimento, Beane (2003) propõe uma abordagem baseada em unidades temáticas centradas em determinados problemas, em que os estudantes coparticipam, em conjunto com os professores, na planificação das atividades. O autor associa, assim, a integração curricular a uma escola democrática com o empoderamento dos alunos enquanto participantes da sua própria aprendizagem e com ela comprometidos. Tal como advogado por Lave e Wenger (1991), a participação é uma característica epistemológica de toda a aprendizagem, sendo que esta constitui um aspeto da prática social. “Implica não apenas uma relação com atividades específicas, mas uma relação com comunidades sociais – implica tornar-se um participante por inteiro, um membro” (Lave e Wenger, 1991, p. 53). Esta abordagem encontra-se associada ao desenvolvimento nos alunos do pensamento crítico através da transformação da sala de aula numa comunidade de pesquisa cognitiva partilhada e cooperativa (Lipman, 1991; Salmon, 2016).

Especificamente, o desenvolvimento de projetos que visem a diagnose de problemas de saúde ambiental e a intervenção ao nível da sua resolução constitui um contexto muito favorável à integração curricular da Matemática e das Ciências Naturais (Berlin & White, 2001). A utilização de sensores, como o de nível sonoro, de dióxido carbono no ar e de temperatura e humidade, no desenvolvimento desses projetos, assume um papel importante ao permitir a recolha de dados e a sua representação no âmbito de problemas realçados pelo Programa Nacional de Saúde Escolar (von Amann, 2015). Este tipo de projetos enquadra-se numa perspetiva curricular de ligar as aprendizagens em Matemática e nas Ciências Naturais à vida real (Berlin & White, 2001), levando os estudantes a pensar de forma mais criativa (Keeves & Darmawan, 2009). De acordo com Berlin e White (2001), a observação do meio, a recolha de dados, e a sua interpretação pela procura de relações (indução) podem fornecer elementos para uma descrição quantitativa, sendo que essas relações podem ser expressas através de modelos matemáticos usados, por sua vez, para fazer previsões (dedução). A articulação entre os processos de indução e dedução promove, assim, a construção integrada e holística do conhecimento.

Passa-se a apresentar cinco atividades práticas que se integram no projeto Eco-Sensors4Health, o qual visa apoiar a participação das crianças na melhoria dos fatores ambientais das escolas que podem afetar a saúde da comunidade escolar. Com a apresentação destas atividades, temos como objetivo identificar a forma como as áreas de Matemática e Ciências Naturais foram integradas curricularmente, durante o estudo de problemas de saúde ambiental. Três das atividades foram desenvolvidas na Licenciatura em Educação Básica na Escola Superior de Educação de Lisboa (ESELx) por docentes desta instituição em Unidades Curriculares da Área da Docência. As outras duas foram desenvolvidas no Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico da ESELx: uma no 1.º ano em Unidades Curriculares da Área de Didática; e a outra no 2.º ano, desenvolvida por duas estagiárias da ESELx com alunos de uma turma de 6.º ano. Assim, enquanto nas primeiras três atividades, os futuros docentes, na qualidade de estudantes, identificam problemas de saúde ambiental e pesquisam com vista à sua resolução, nas últimas duas, os futuros docentes focam-se em atividades a implementar que levem alunos do 2.º Ciclo do Ensino Básico a fazer essa identificação e pesquisa, colocando-se já numa perspetiva de docência.

ESPAÇO INTERIOR E EXTERIOR DA ESELX- NÍVEL SONORO

No âmbito da problemática da relação entre o ruído e a saúde ambiental na escola, foi desenvolvido um trabalho na Unidade Curricular Análise de Dados que visou a recolha, tratamento e análise de dados relativos ao nível sonoro em diferentes locais da ESELx. Este trabalho realizou-se no 1.º semestre de 2016/17 e teve a duração de duas aulas, de duas horas cada, de três turmas do 2.º ano da Licenciatura em Educação Básica, num total de 92 estudantes. Os dados foram recolhidos pelos estudantes com os sensores de som dos seus *smartphones*, através da aplicação *SPARKvue*, tendo sido depois exportados por email para poderem ser tratados com o *Excel*. Após a realização deste trabalho, foi aplicado um questionário aos estudantes incidindo na avaliação da realização deste tipo de tarefa.

No início da atividade, foram decididos os locais de recolha de dados e qual o grupo responsável pela recolha de dados em cada um. Os locais selecionados foram: (i) bar, (ii) refeitório, (iii) sala de aula, (iv) jardim exterior, (v) biblioteca, (vi) zona de estudo I, (vii) zona de estudo II e (viii) salão nobre. Escolhidos os locais, a docente questionou os estudantes relativamente ao nível sonoro existente na instituição. Dessa forma, foi construído, em grande grupo, um documento com as

previsões e hipóteses referidas por cada turma. Para que os estudantes conseguissem concretizar alguns aspetos relativos ao nível sonoro, foi lido e discutido um pequeno texto científico, no qual, entre outros aspetos, foi analisada uma escala de níveis sonoros com exemplos reais em cada nível. Dessa forma, e com base nesse texto de apoio, os estudantes decidiram, em grande grupo, qual o valor expetável para o nível sonoro de cada local onde iria ser realizada a recolha de dados, tendo sido unânime que o local com menor nível sonoro seria a biblioteca. O mesmo não aconteceu relativamente à opção do local com maior nível sonoro, tendo as opiniões dos estudantes divergido entre o refeitório e a sala de aula.

Terminado esse momento, cada grupo deslocou-se ao local onde ficou de recolher os dados, durante 5 segundos, registando o momento de recolha de dados através de fotografias (Figura 1).

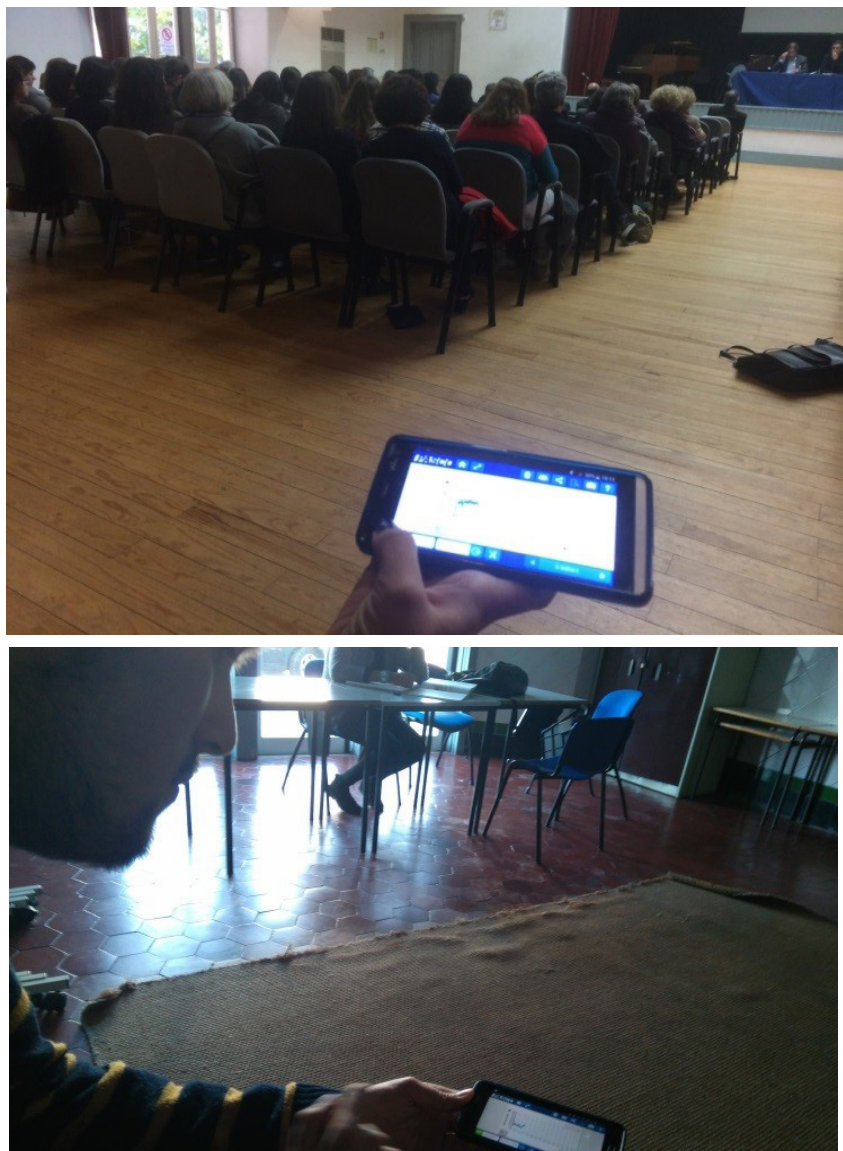


Figura 1. Registo do momento de recolha de dados realizado por dois grupos

Os valores obtidos por cada grupo de estudantes variaram de local para local e nos diferentes horários da recolha de dados. A média dos valores, mínimo e máximo, recolhidos pelas três turmas nos diversos locais encontra-se expressa na Tabela 1.

Local	Média	
	Mínimo (dBC)	Máximo (dBC)
Salão Nobre	27.2	58.8
Biblioteca	31.0	41.6
Zona de estudo II	36.1	56.1
Zona de estudo I	38.7	54.3
Jardim Exterior	51.4	60.0
Sala de aula	54.0	67.7
Bar	56.1	70.0
Refeitório	57.1	68.9

Tabela 1. Média dos valores extremos do nível sonoro recolhidos pelos diversos grupos

Comparando as previsões realizadas pelos estudantes com os dados por eles recolhidos, verifica-se que apesar de inicialmente revelarem ter noção do local da instituição com menor nível sonoro (biblioteca), o mesmo não aconteceu relativamente ao possível valor do nível sonoro existente em cada um dos locais estudados, tendo os estudantes previsto valores muito discrepantes dos efetivamente recolhidos (como por exemplo no caso da turma E cuja previsão era recolher dados no refeitório entre os 20 dB e os 30 dB, tendo recolhido dados entre os 61,7 dB e os 69,3 dB).

Recolhidos os dados, os estudantes enviaram-nos para o seu email. Nos seus computadores, os estudantes realizaram uma análise estatística dos dados através da folha de cálculo do *Excel* que, depois de terminada, foi enviada para o email da docente (Figura 2).



Figura 2. Análise dos dados realizada por um grupo

Nessa análise, os estudantes, autonomamente, determinaram, entre outros, os valores mínimo e máximo, a moda, a média e o desvio padrão dos dados recolhidos. Após esse trabalho, foram construídos, na mesma folha de cálculo, gráficos com os dados recolhidos, que foram analisados de seguida. Nesse momento de tratamento e análise de dados, os estudantes puderam colocar em prática alguns conteúdos estatísticos anteriormente trabalhados na UC.

A análise das respostas dos futuros professores aos questionários permitiu verificar que a maioria (82%) considerou a tarefa pertinente, tendo as justificações referido, sobretudo, a pertinência da tarefa pelo tema em estudo (o som) e a utilização/consolidação de conteúdos estatísticos anteriormente trabalhados na UC. Os estudantes mostraram-se favoráveis à utilização de TIC, sendo que 90% referiu considerar pertinente o uso do *smartphone*/sensor para a realização da proposta, e 95% referiu considerar pertinente o uso do *Excel*. Apesar destes valores elevados, é de realçar que 10% dos futuros professores consideram o uso do *smartphone*/sensor e 5% o uso do *Excel*, como estratégias não pertinentes para a aprendizagem.

ESPAÇO INTERIOR E EXTERIOR DA ESELX- DIÓXIDO DE CARBONO

Na Unidade Curricular eletiva TIC na Matemática e nas Ciências da Natureza, no 2.º semestre de 2016/17, as estudantes do 2.º ano da Licenciatura em Educação Básica recolheram dados com o sensor de dióxido de carbono (CO₂) na sala de aula, primeiro no ar da sala e depois numa garrafa para a qual uma estudante tinha expirado. As estudantes verificaram que a concentração de CO₂ no ar da sala era de 819 ppm tendo subido para 25868 ppm no interior da garrafa. Seguidamente, um fósforo acabado de apagar foi colocado dentro da garrafa que continha ar da sala de aula. Assim, as estudantes reconheceram que o mínimo medido era da concentração de CO₂ no ar da sala (879 ppm) e que o valor máximo medido era o da concentração de CO₂ no ar dentro da garrafa (2616 ppm) após a colocação do fósforo.

As estudantes deslocaram-se, em seguida, até ao exterior da ESELx, e usaram o sensor no jardim, junto à via rápida IC19, tendo verificado que quando os automóveis passavam mais perto do jardim, a subida da concentração de CO₂ era maior. Assinalaram o valor mínimo de 188 ppm e o valor máximo de 2837 ppm. O respetivo gráfico encontra-se na Figura 3.

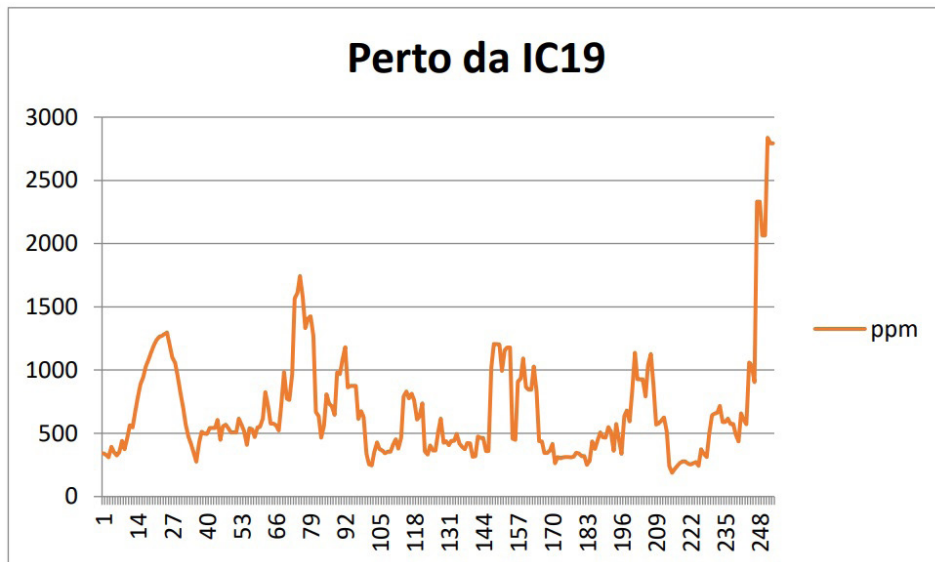


Figura 3. Concentração de CO₂ no jardim da ESELx perto da IC19

Por fim, o sensor foi mantido junto do tubo de escape de um carro, antes de ser colocado a trabalhar (em que se registou o valor mínimo de 235 ppm), e durante o momento em que foi posto a trabalhar, tendo-se registado aí o valor máximo de 13045 ppm.

Com esta atividade, as estudantes concluíram que o ar expirado possui uma maior concentração de CO₂ do que o ar inspirado, sendo, por isso, importante acautelar a qualidade do ar nas salas de aula. Concluíram também que as combustões são fontes de CO₂ para o ar, contribuindo para a diminuição da qualidade do ar interior e exterior.

ESPAÇO INTERIOR E EXTERIOR DA ESELX- RITMO CARDÍACO

Na Unidade Curricular TIC na Matemática e nas Ciências da Natureza, duas estudantes mediram o ritmo cardíaco com recurso a um sensor enquanto faziam diferentes percursos no exterior da ESELx, acompanhadas pelas colegas que tomavam notas sobre os locais percorridos de modo a poderem interpretar depois a variação observada no gráfico. Os dados foram exportados pela app Endomondo e apresentados no Google Earth. A Figura 4 apresenta os percursos realizados e as Figuras 5 e 6 apresentam os gráficos de altitude (linha superior) e do ritmo cardíaco (linha inferior) das duas estudantes.

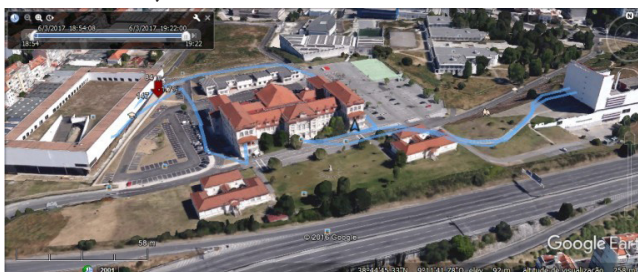


Figura 4. Percursos no Google Earth

Figura 5. Gráficos de altitude e do ritmo cardíaco da estudante I



Figura 6. Gráficos de altitude e do ritmo cardíaco da estudante A



Ao analisarem a representação gráfica e as medidas estatísticas (extremos e médias), as estudantes da turma constataram que o ritmo cardíaco variava de pessoa para pessoa, já que I (Figura 5) registava uma média de 124 bpm superior à de A, com média de 106 bpm (Figura 6). Interpretaram, ainda, que o ritmo cardíaco também tinha variado ao longo do percurso, designadamente com a velocidade e a elevação do terreno, ou em momentos de maior stress como fazer equilíbrio numa barra de olhos fechados. O par de estudantes A e P, no questionário de avaliação da atividade, aplicado no final da mesma, reconheceu "a vantagem de poder observar os dados de diferentes variáveis numa mesma área gráfica, desta forma possibilita uma melhor interpretação dos resultados obtidos".

Durante a simulação de um debate parlamentar sobre a Central Nuclear de Almaraz, a estudante S usou o sensor de ritmo cardíaco, tendo sido interpelada pela docente para tomar uma posição no que respeita ao impacte ambiental da Central e desenvolver uma argumentação nesse sentido. O respetivo gráfico gerado pela app Endomondo foi exportado para o Google Earth (Figura 7), embora, neste caso, não tivesse existido variação da altitude pois o debate realizou-se na sala de aula.

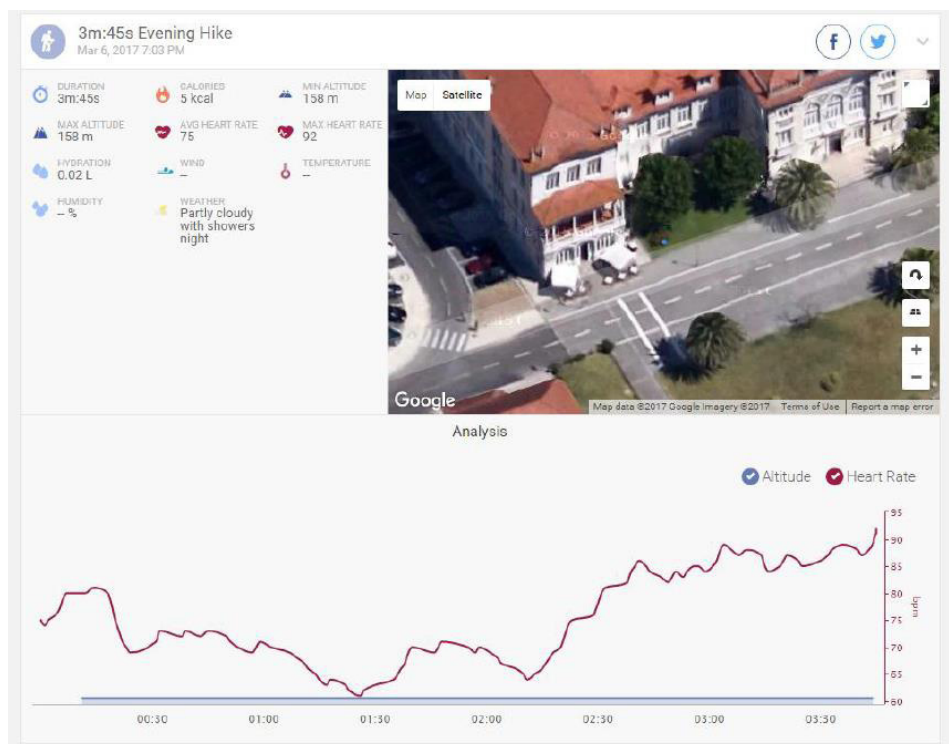


Figura 7. Gráfico do ritmo cardíaco da estudante S durante o debate sobre a Central Nuclear de Almatraz

Após terem constatado a média de 75 bpm no período de 3 min 45 s de recolha de dados, as estudantes interpretaram a variação representada, referindo, nos relatórios da atividade, que a subida inicial até 81 bpm "deveu-se ao início do debate" pois a colega "deveria estar mais ansiosa" (Relatório do par C e I, p.16). Depois, o ritmo cardíaco manteve-se relativamente reduzido enquanto as colegas discutiam, tendo-se registado nesta altura o valor mínimo de 61 bpm. Quando interpelada para tomar posição, "o seu ritmo cardíaco foi acelerando, chegando aos 92 bpm, o valor mais alto medido" (Relatório do par C e I, p.16).

Relativamente às representações usadas, as estudantes verificaram que "os dados recolhidos estão representados nos (...) gráficos de linhas" (Relatório do par A e P, p. 6) e que estes gráficos não representam as frequências absolutas ou relativas (como acontece noutro tipo de gráficos, como o pictograma, gráfico de barras, gráfico circular, histograma) mas representam os próprios dados mostrando como variam ao longo do tempo: "este tipo de gráfico é utilizado para representar a forma como a variável evolui, sendo a variável em estudo quantitativa contínua, que varia conforme o tempo, neste caso, o número de batimentos cardíacos por minuto" (Relatório do par A e P, p. 6). Assim, esta atividade permitiu-lhes concluir: "Não apenas com exercícios físicos, mas as emoções também influenciam o ritmo cardíaco" (Relatório do par A e P, p. 8).

Em síntese, as estudantes reconheceram a relação entre as varia-

ções do ritmo cardíaco e o (des)conforto ambiental: "foi possível observar que o nosso ritmo cardíaco está em constante mudança e que essa mesma mudança está diretamente associada ao nosso estilo de vida e ao ambiente que nos rodeia, afetando diretamente a nossa saúde e bem-estar" (Questionário de avaliação da atividade do par C e S). Perspetivando o uso do sensor de ritmo cardíaco com alunos do ensino básico, num contexto futuro de docência, as estudantes sugeriram a sua pertinência no estudo do sistema circulatório no 6º ano de escolaridade.

JARDIM BOTÂNICO DA AJUDA- DIÓXIDO DE CARBONO E NÍVEL SONORO

Partindo da necessidade de os estudantes do 1.º ano do Curso de Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico realizarem planificações para alunos de 2.º Ciclo integrando as áreas de Matemática e Ciências Naturais, foi realizada uma visita de estudo ao Jardim Botânico da Ajuda, em Lisboa, em março de 2018, no âmbito das Unidades Curriculares de Didática das Ciências da Natureza no 1.º e no 2.º CEB e de Didática da Matemática no 1.º e no 2.º CEB. Assim, as planificações deveriam integrar atividades a serem realizadas por alunos de 2.º Ciclo durante visitas de estudo àquele mesmo local. Daí a importância de os estudantes vivenciarem a visita, ouvirem as explicações da guia para aumentarem os seus conhecimentos acerca das espécies de plantas lá existentes e das suas adaptações ambientais, e observarem as características do Jardim para pensarem no seu potencial para atividades curriculares integradas.

Visando pensarem em possíveis atividades a planificar envolvendo o uso de sensores, os estudantes tiveram oportunidade, durante a visita, de recolher dados relativos ao nível sonoro e à concentração de CO₂, tendo comparado depois com os dados que recolheram (das mesmas grandezas) nos espaços interiores e exteriores da ESELx. Por exemplo, o gráfico alusivo ao nível sonoro medido no Jardim dos Aromas (Figura 8) do Jardim Botânico da Ajuda evidencia um nível sonoro repousante com uma média de 46,2 dBC, tendo variado entre 36,9 dBC e 58,2 dBC. Este nível repousante manteve-se noutros locais do Jardim mas contrastou com alguns dos locais da ESELx, como por exemplo, o Refeitório.

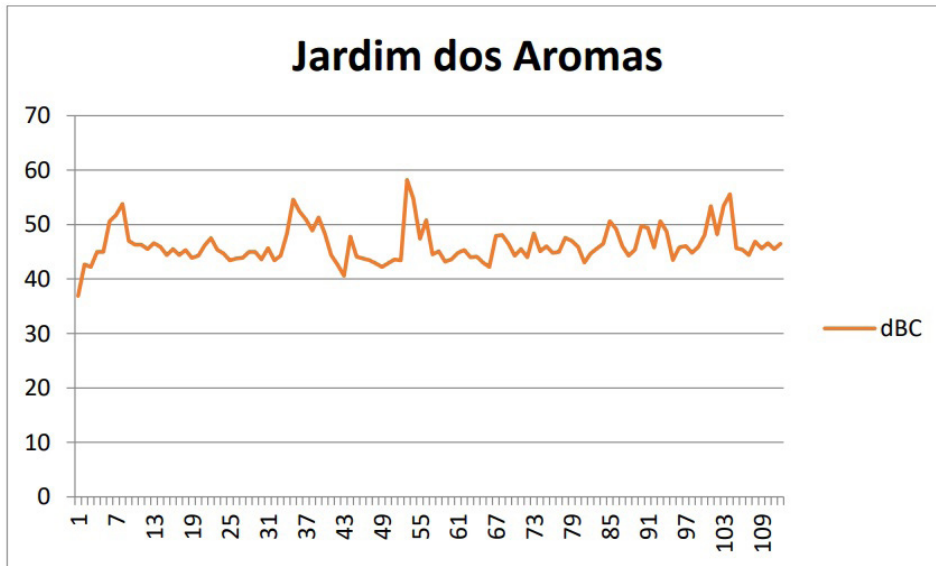


Figura 8. Nível sonoro no Jardim dos Aromas

De entre as planificações elaboradas, duas delas contemplaram o uso de sensores de CO₂ e do nível sonoro. Um dos grupos enquadrou esta atividade do seguinte modo: "A fim de caracterizar o ambiente do Jardim Botânico da Ajuda, os alunos deverão recolher dados acerca do nível sonoro e de CO₂ em diferentes pontos do jardim. Ao iniciar a visita, devemos percorrer os diferentes espaços do jardim observando diferentes plantas, no sentido de explorar e discutir a atividade fotossintética das mesmas, procurando também identificar os seus órgãos fotossintéticos. Após a visita, o professor deve questionar os alunos de que maneira é que as plantas contribuem para a qualidade do ar, de forma a iniciar um debate na turma e dar continuidade à exploração dos conteúdos abordados na visita ao Jardim Botânico da Ajuda". O grupo colocou algumas questões a incluir num guião, de modo a orientar o trabalho dos alunos:

- Qual a zona do jardim que consideras ter menor qualidade do ar? Justifica.

- Caracteriza o tipo de ambiente relativamente ao nível sonoro e à poluição.

- Mede a concentração de CO₂ em diferentes locais do jardim.

- Mede o nível sonoro em diferentes locais do jardim.

- Identifica as variáveis estatísticas em estudo.

- Identifica e regista fotograficamente, com o teu telemóvel, diferentes plantas com diferentes órgãos fotossintéticos.

O outro grupo planificou as atividades considerando três momentos:

antes, durante e após a visita. Antes da visita, os alunos explorariam a composição do ar e suas propriedades. Durante a visita, os alunos mediriam a concentração de CO_2 nos diferentes espaços do Jardim Botânico da Ajuda e fora do mesmo, com recurso aos sensores. De modo a integrar a localização espacial, enquanto conteúdo matemático, nesta atividade, o grupo considerou o recurso a uma planta do Jardim (Figura 9): "O registo das medições deve ser feito numa planta do Jardim Botânico, na qual os alunos localizam os espaços onde fizeram as medições. Assim, estes têm pontos de referência visuais que os apoiam e orientam na identificação dos espaços".

Como questões orientadoras, durante a visita, o grupo propôs que os alunos comparassem a concentração de CO_2 no ar presente (i) no Jardim Botânico da Ajuda e na restante área da cidade de Lisboa, e (ii) nas diferentes zonas do Jardim Botânico da Ajuda.

Após a visita, na aula, o grupo considerou que os alunos deveriam construir um gráfico de linhas no *Excel* e analisar e interpretar os resultados obtidos, incluindo a média, o máximo e o mínimo. O grupo explicita: "após esta análise, a professora dá a conhecer os valores de referência de dióxido de carbono no Planeta e estabelece uma comparação com os valores obtidos nas medições realizadas pelos alunos". Sugere, ainda: "medições dentro da sala de aula, com a finalidade de obter a concentração de dióxido de carbono presente na mesma. Finalmente, a turma deve comparar a média da concentração de dióxido de carbono existente no ar do Jardim Botânico com a média da concentração de dióxido de carbono existente na sala de aula".

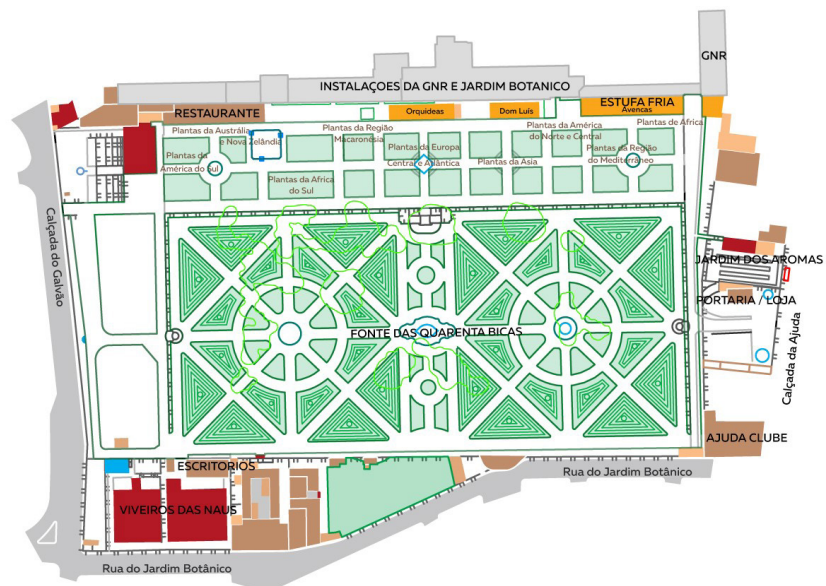


Figura 9. Planta do Jardim Botânico da Ajuda

Fonte: <https://www.isa.ulisboa.pt/jba/conhecer-o-jba/planta>

Este trabalho permitiu uma melhor compreensão pelos estudantes do modo como uma visita de estudo pode potenciar a integração curricular de Matemática e de Ciências Naturais no 2.º Ciclo, em particular, com o uso de sensores como recurso para a caracterização do ambiente local e sua comparabilidade com o ambiente na própria escola dos futuros alunos do ensino básico.

PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA II NO 2º CICLO- TEMPERATURA

O projeto desenvolveu-se no decurso da intervenção realizada na Prática de Ensino Supervisionada II, numa escola básica situada em Lisboa, com uma turma de 6.º ano, em fevereiro e março de 2018, e teve como ponto de partida o desconforto sentido pelos alunos nos diferentes espaços escolares, resultado das diferenças de temperatura sentidas nesses espaços.

Assim, no âmbito da prática curricular desenvolvida na referida instituição, foi proposto aos alunos a realização de um projeto de integração curricular, envolvendo as disciplinas de Matemática e de Ciências Naturais, que tinha como objetivo o estudo das diferentes temperaturas que se faziam sentir na escola, assim como da sensação térmica que daí advinha. O projeto teve a duração de aproximadamente sete semanas. Para a recolha de dados, recorreu-se à utilização de sensores de temperatura (sondas). Durante aproximadamente três semanas, em todas as aulas, eram selecionados dois alunos diferentes que se pudessem deslocar a diferentes locais da escola para realizar as medições da temperatura. Desta forma, no final de cada medição, os alunos registavam numa tabela as temperaturas medidas, assim como a sensação térmica qualitativa, refletindo sobre os dados recolhidos, numa tentativa de encontrar também soluções viáveis (económica e ambientalmente sustentáveis) para melhorar o conforto térmico. O registo dos dados recolhidos foi depois compilado numa única tabela (Figura 10). Os alunos compararam as temperaturas registadas, observando, por exemplo, a diferença entre as temperaturas medidas no recreio ao sol e à sombra.

Registo da Temperatura

Data	Hora	Local	Temperatura	temp da
15/02/2018	10:06	Corredor <i>a entrada</i>	17,7°	max: 17 min: 17
15/02/2018	10:10	Corredor em cima	18,7°	
15/02/2018	11:10	Refeitório	17,7°	
15/02/2018	11:11	Sala de Professores	19,3°	
16-2-2018	15:29	Corredor entrada	17,6°	max: 18 min: 7
16-2-2018	15:30	Corredor de cima	20,4°	
16-2-2018	15:32	Sala professor	20,7°	
19-02-2018	10:09	Biblioteca	20,9°	
19-02-2018	10:14	Sala 18	21,9°	
19-2-2018	14:23	biblioteca	20,2°	max: 19 min: 8
19-2-2018	14:26	Multimedia	19,9°	
19-2-2018	14:26	Casa de banho <i>duas</i>	14,8°	
22-2-2018	12:15	Sala de alunos	19,2°	Frio 13°
22-2-2018	12:20	corredor em cima	20,1°	normal
22-2-2018	12:23	sala 32	21,7°	calor
23/2/2018	11:06	Corredor	15,6°	maximal
23/2/2018	11:16	Sala 13	18,7°	calor
23/2/18	13:11	Casa de banho	16,5°	normal
23/2/18	13:14	recreio sombra	15,5°	normal
23/2/18	13:17	recreio ao sol	20,4°	calor
26/2/18	09:27	biblioteca	18,5°	Frio

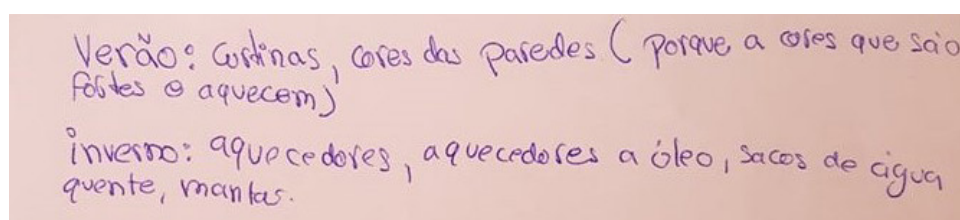
Figura 10. Registo dos dados recolhidos

Quanto às reflexões realizadas pelos alunos durante a recolha de dados, era frequente os alunos destacarem que se fazia sentir um grande desconforto térmico devido ao facto de umas salas de aula serem muito quentes e outras muito frias. Por outro lado, era igualmente frequente os alunos referirem que o desconforto térmico sentido poderia não estar relacionado com a temperatura registada, isto é, alguns locais registavam a mesma temperatura, mas a sensação térmica era distinta (devido, por exemplo, ao facto de o local estar sob corrente de ar ou com janelas abertas).

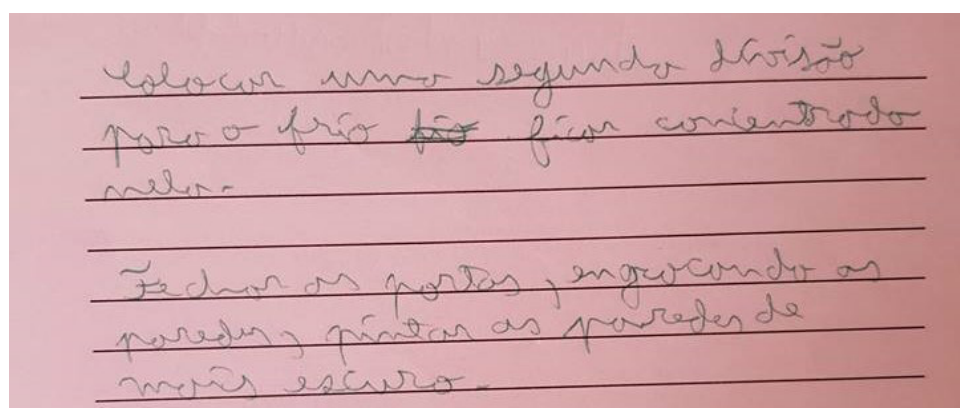
De forma a analisar os dados recolhidos, foi seleccionado um grupo de alunos que não teve oportunidade de participar na recolha de dados. Este grupo foi desafiado a propor formas de organização e análise dos dados recolhidos. Assim, os alunos sugeriram diferentes formas de representação dos dados recolhidos, tais como o gráfico de barras e o gráfico de linhas – desta forma, este foi um bom mote para rever com os alunos os diferentes gráficos existentes e as suas funções. Os alunos decidiram ainda representar graficamente os dados com recurso tecno-

lógico, de forma a poderem imprimir o gráfico e afixá-lo num local visível da escola para que o projeto fosse divulgado à comunidade escolar.

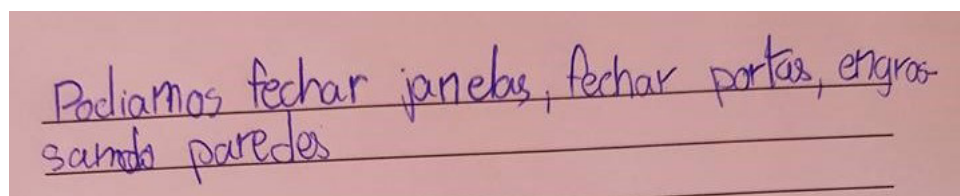
Posteriormente, o gráfico construído foi apresentado a toda a turma, onde foi possível a análise e discussão coletiva sobre os dados apresentados. Nesse sentido, os alunos voltaram a fazer referência ao facto de a sensação térmica muitas das vezes não “coincidir” com a temperatura registada no local, concluindo que esta diferença está relacionada com o tipo de utilização que se faz de cada local. Como consequência desta reflexão, os alunos sugeriram soluções para a melhoria do desconforto térmico, entre as quais se destacam: manter sempre as portas dos blocos fechadas, de modo a que o frio não entre; colocar cortinas nas salas de aula para evitar que o sol atravesse as janelas e incida diretamente dentro da sala; nos locais onde a sensação térmica é mais desconfortável devido ao frio, ter à disposição dos alunos algumas mantas.



Verão: Cortinas, cores das paredes (porque a cores que são fortes e aquecem)
Inverno: aquecedores, aquecedores a óleo, sacos de água quente, mantas.



Colocar uma segunda divisão para o frio não ficar concentrado nela.
Fechar as portas, engrossando as paredes, pintar as paredes de cores escuras.



Podíamos fechar janelas, fechar portas, engrossando paredes

Figura 11. Sugestões propostas pelos alunos para melhorar a sensação térmica sentida na escola

De forma a avaliar o projeto, no final do período de intervenção, os alunos responderam a um breve questionário onde se posicionavam relativamente às diferentes atividades desenvolvidas. Deste modo, avaliaram globalmente o projeto (numa escala de 1 a 5, onde 1 correspondia a “detestei por completo” e 5 correspondia a “gostei bastante”) e responderam a duas questões relativas à integração das disciplinas

de Matemática e Ciências Naturais neste projeto: (1) – “Consideras que ao trabalhares com os sensores estás a trabalhar com a Matemática? Porquê?”; (2) – “Consideras que ao trabalhares com os sensores estás a trabalhar com as Ciências Naturais? Porquê?”. Assim, em termos globais, os alunos revelaram ter gostado bastante de participar no projeto (com 45% dos alunos a escolher a opção 5, e 55% a opção 4). No que diz respeito às questões abertas, os alunos identificaram a relação existente entre o projeto e as referidas disciplinas, na medida em que o estudo das temperaturas está associado à disciplina de Ciências Naturais (100% dos alunos), sendo que no caso da disciplina de Matemática, 95% dos alunos relacionaram com os números e a medida. É de assinalar que nenhum aluno relacionou o trabalho desenvolvido no projeto com o tema matemático de Organização e Tratamento de Dados.

A pertinência do projeto justifica-se pelo facto de ter proporcionado aos alunos o desenvolvimento de capacidades em diferentes domínios. No que concerne ao domínio científico, o projeto permitiu que os alunos trabalhassem conteúdos relacionados com a Matemática, nomeadamente no âmbito de Organização e Tratamento de Dados, e com as Ciências Naturais de forma integrada e contextualizada. Quanto ao domínio cívico, realça-se o facto de os alunos terem desenvolvido a sua consciência crítica, através da participação na diagnose de problemas reais, e o sentido de cidadania nas sugestões dos problemas que elencaram.

O projeto também contribuiu para a formação profissional das estagiárias, na medida em que permitiu trabalhar conteúdos em sala de aula que fossem contextualizados e integrados. Este projeto permite concluir que é efetivamente possível desenvolver com os alunos atividades que vão ao encontro do interesse dos mesmos e que, em simultâneo, promovam o desenvolvimento de competências, o que em primeira instância é um dos principais objetivos da escola.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, foi apresentado um conjunto de atividades práticas de utilização de sensores para a integração da Matemática e das Ciências Naturais na abordagem de problemas de saúde ambiental na formação para a docência. Todas as atividades foram desenvolvidas no contexto do Projeto Eco-Sensors4Health (Eco-sensores na promoção da saúde: Apoiar as crianças na criação de escolas eco-saudáveis).

A análise das atividades desenvolvidas na ESELx permitiu constatar que os estudantes reconheceram a pertinência das atividades de pro-

blematização de diferentes dimensões da saúde ambiental com recurso a sensores (de som, de dióxido de carbono no ar e de ritmo cardíaco), quer para a sua própria formação, quer para o ensino básico. O projeto desenvolvido com uma turma do 6º ano de escolaridade foi mais longo, tendo tornado possível às crianças, não apenas a problematização do conforto térmico na escola, mas também a proposta de soluções, baseada na análise dos dados adquiridos com os sentidos e sensores.

O desenvolvimento destas atividades evidenciou a importância de os futuros docentes vivenciarem, eles próprios, processos de diagnose e pesquisa incidentes no seu meio ambiente, envolvendo uma abordagem curricular integrada, para se capacitarem a promover, nos seus alunos futuros do ensino básico, atitudes científicas de problematização da realidade circundante, questionamento, interpretação dos dados reais recolhidos, e procura de soluções. Para os autores, docentes de Matemática e Ciências Naturais da ESELx, tal implicou um trabalho conjunto e colaborativo, quer partilhando Unidades Curriculares, quer partilhando aulas de Unidades Curriculares tituladas por um único docente. Os problemas de saúde ambiental foram equacionados na sua dimensão global, sem necessidade de compartimentação por área disciplinar. Em particular, os conteúdos estatísticos foram usados de forma significativa para responder às questões de caracterização ambiental, indo assim, ao encontro de autores (Garffield & Ben-Zvi, 2009) que sustentam a importância de os alunos usarem conjuntos de dados reais e motivantes. Para as autoras, estagiárias, o desenvolvimento do projeto suscitou desafios como os relativos a uma organização curricular compartimentada em disciplinas e aos constrangimentos do tempo associado ao mesmo e à pressão do cumprimento dos programas. Estes desafios foram vividos com o pleno apoio das professoras cooperantes e dos tutores institucionais. Face à convicção assumida de as aprendizagens dos alunos se desenvolverem quando estes são agentes, fica a vontade de se continuar a implementar atividades que coloquem os alunos a estabelecerem conexões fundadas num conhecimento compreensivo e relacional do mundo envolvente.

Todas as atividades centraram-se em aprendizagens situadas (Brown, Collins, & Duguid, 1989) em contextos reais, utilizando sensores em atividades autênticas de pesquisa (Chinn & Malhotra, 2002; Lombardi, 2007), com vista à resolução de problemas complexos (Lombardi, 2007). Neste contexto, a integração de diferentes áreas disciplinares, como a Matemática e as Ciências Naturais, mas também as Tecnologias da Informação e Comunicação, esteve presente quer na mediação docente, quer nas tarefas dos alunos. Utilizando os sentidos humanos e os sensores para a aquisição de informação ambiental, com posterior

organização e análise de dados, foi possível ligar as aprendizagens em Matemática e nas Ciências Naturais à vida real (Berlin & White, 2001), integrando as dimensões físicas e digitais para uma nova perspectiva do ambiente (Schneider, Börner, van Rosmalen, & Specht, 2015) e uma nova participação cidadã em comunidades de aprendizagem (Lave & Wenger, 1991).

REFERÊNCIAS

Beane, J. A. (2000). O que é um currículo coerente? In J. A. Pacheco (Org.), *Políticas de integração curricular* (pp. 39-58). Porto, Porto Editora.

Beane, J. A. (2003). Integração curricular: A essência de uma escola democrática. *Currículo sem Fronteiras*, 3(2), 91-110.

Berlin, & White (2001). Conexões entre as Ciências e a Matemática escolares. *Educação & Matemática*, 64, 83-88.

Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho, publicado em diário da República, I série, n.º 129.

Garffield, J., & Ben-Zvi, D. (2009). Helping students develop statistical reasoning: Implementing a statistical reasoning learning environment. *Teaching Statistics*, 31(3), 72-77.

Keeves, J. P., & Darmawan, G. N. (2009). Teaching science. In L. J. Saha, & A. G. Dworkin (Eds.), *International handbook of research on teachers and teaching* (Part 2, pp. 975-1000). New York: Springer.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lipman, M. (1991). *Thinking in education*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lombardi, M. M. (2007). Authentic learning for the 21st century: An overview. In D. G. Oblinger (Ed.), *Educause Learning Initiative: Advancing learning through IT innovation*. Consultado em <http://www.educause.edu/library/resources/authentic-learning-21st-century-overview>

Martins, G. (Coord.), Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., ... Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos à saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE).

Morin, E. (2001). L'enseignement des connaissances. In Fundação Calouste Gulbenkian (Ed.), *Novo conhecimento, nova aprendizagem* (pp. 25-33). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Roldão, M. C. (2001). Currículo e políticas educativas: Tendências e sentidos de mudança. In Texto Editora (Ed.), *Gestão flexível do currículo: Contributos para uma reflexão crítica* (pp. 59-68). Lisboa: Texto Editora.

Salmon, G. (2016). The realm of learning innovation: A map for Emmanators. *British Journal of Educational Technology*, 47(5), 829-842.

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.

von Amann, G. (Coord.) (2015). *Programa de Saúde Escolar 2015*. Lisboa: DGS.