

Conceção e Desenvolvimento de uma Plataforma para a Participação das Crianças na Saúde Ambiental das suas Escolas

**Maria João Silva¹, Eduarda Ferreira², Alexandra Souza³, Ana Rita Alves³, Pedro Rito⁴,
Cristina Gomes⁴**

¹Escola Superior de Educação de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, ²Interdisciplinary Centre of Social Sciences (CICS.NOVA), FCSH/NOVA, ³Pavilhão do Conhecimento, Centro de Ciência Viva / Escola Ciência Viva, ⁴Escola Superior de Educação de Viseu, CI&DETS do Instituto Politécnico de Viseu
mjsilva@eselh.ipl.pt, e.ferreira@fcsch.unl.pt, asouza@cienciaviva.pt, aalves@cienciaviva.pt, rito@esev.ipv.pt, mcagomes@esev.ipv.pt

Resumo: A investigação apresentada neste artigo está centrada no processo de conceção e desenvolvimento de uma plataforma, que permite a participação das crianças na saúde ambiental das suas escolas. O processo de conceção e desenvolvimento integrou-se num processo de investigação baseada em *design* (design-based research), foi colaborativo, iterativo e situou-se no contexto das escolas de 1º ciclo do ensino básico (primárias) portuguesas e dos seus problemas de saúde ambiental, bem como nas suas atividades curriculares de educação em ciências. A plataforma foi concebida e desenvolvida para permitir a monitorização de variáveis de saúde ambiental, as intervenções na saúde ambiental, e para incluir uma base de dados que integra os dados de saúde ambiental adquiridos, registados e introduzidos pelas crianças na plataforma, com as respetivas anotações, os blogues e documentos colaborativos das escolas. Desta forma, a estrutura da plataforma permite o registo do processo de participação (pesquisa e intervenção) realizado por cada turma, produzindo conhecimento sobre os problemas de saúde ambiental das escolas.

Palavras chave: plataforma; saúde ambiental; escola; *design* situado; pesquisa em ciências.

Abstract: This paper is centered on the design and development process of a platform that supports children's participation in schools' environmental health. The design process was integrated in a design-based research process, collaborative, iterative, and situated in the context of Portuguese primary schools, and of its environmental health problems, as well as in primary schools' science education curricular activities. The platform was design to support monitoring and action in environmental health, and will include a database, integrating the annotated environmental health data, acquired, registered and introduced by school children in the platform, schools' blogs, and schools' collaborative documents. This way, the structure of the platform allows the registration of the participatory process (science inquiry and intervention) carried out by each class, producing knowledge about the environmental health problems of schools.

Key words: platform; environmental health; school; situated design; science inquiry.

1. Introdução

O projeto Eco-Sensors4Health¹ (Eco-sensores na promoção da saúde: Apoiar as crianças na criação de escolas eco-saudáveis) visa melhorar a saúde ambiental nas escolas do 1º ciclo do ensino básico,

com crianças dos 6 aos 10 anos, através da avaliação dos fatores ambientais que podem afetar a saúde e da intervenção sobre os mesmos.

O Plano Nacional de Saúde Escolar de Portugal (PNSE) destaca a qualidade do ar interior, o conforto climático e o ruído como exemplos dos principais

¹ O projeto Eco-Sensors4Health (LISBOA-01-0145-FEDER-023235) é cofinanciado pelo FEDER (PORTUGAL2020) e Orçamento de Estado Português (FCT).

riscos ambientais das escolas (von Amann, 2015). Por outro lado, a luminosidade também é uma dimensão do conforto ambiental das escolas. Com base neste PNSE e em estudos relacionados com esses riscos e elementos de conforto ambiental nos espaços de aprendizagem das crianças (Madureira et al., 2016; Pinho, Pinto, Almeida, Lopes e Lemos, 2016; Mealings, 2016; Castillo Martínez, 2018; Sleggers et al., 2013), o projeto Eco-Sensors4Health selecionou cinco variáveis de saúde ambiental a serem estudadas pelas crianças nas escolas participantes do 1º ciclo: nível de som; concentração de dióxido de carbono no ar; temperatura do ar; humidade; e nível de luz. A exploração situada destas informações de saúde ambiental faz parte do currículo das escolas do 1º ciclo em Portugal, nomeadamente no que se refere à identificação de “situações e comportamentos de risco para a saúde e a segurança individual e coletiva” e à proposta de “medidas de prevenção e proteção adequadas” (Ministério da Educação, 2018, 6).

A investigação descrita neste trabalho visa, como parte do projeto Eco-Sensors4Health, desenvolver uma plataforma colaborativa de partilhas de dados, para monitorização e intervenção em saúde ambiental, possibilitando a eco-inovação pelas crianças na criação de ambientes saudáveis e sustentáveis nas escolas, utilizando Tecnologias de Informação Comunicação (TIC) de utilização quotidiana, como telemóveis e *tablets*, e eco-sensores. A plataforma Eco-Sensors4Health destina-se a permitir a participação das comunidades de prática das escolas do 1º ciclo, com foco especial nas crianças, não apenas como exploradoras, mas também como decisoras e agentes nas questões de saúde ambiental das suas escolas.

A relevância do projeto Eco-Sensors4Health é o seu potencial para melhorar a saúde ambiental das escolas, mobilizando as TIC (uma plataforma colaborativa e dispositivos digitais móveis) e capacitando as crianças para uma participação cidadã. Este projeto utiliza as TIC como componentes essenciais do quotidiano, de acordo com as Agendas Digitais Europeias e Portuguesas (ANACOM, 2018), para melhorar as dimensões da saúde ambiental das escolas, como o ambiente sonoro, a qualidade do ar e o conforto térmico. A originalidade deste projeto está relacionada com a mobilização de ferramentas digitais móveis (eco-sensores, *tablets* e *smartphones*) e com a criação de uma plataforma participativa, para serem utilizadas, pelas crianças e pelas suas comunidades escolares, na

monitorização do ambiente, na melhor compreensão das interações entre as ações quotidianas das escolas e a qualidade do ambiente das mesmas e na eco-inovação, nomeadamente nas tomadas de decisão para melhorar a saúde ambiental das escolas.

O processo colaborativo e iterativo de *design* (conceção e desenvolvimento) da plataforma participativa será descrito neste documento. O quadro teórico e os projetos relacionados, nos quais o processo de *design* da plataforma é baseado, são apresentados na próxima seção. Sequencialmente, são definidas as principais características da plataforma, resultantes do processo de *design* iterativo. Posteriormente, são descritos e contextualizados os principais recursos integrados na plataforma, nomeadamente um conjunto de recursos elaborados com base em projetos anteriores e em experiências de investigação desenvolvidas para o efeito em contextos educacionais. Finalmente, são apresentados alguns ecrãs da plataforma, que concretizam a integração das características e dos recursos desenvolvidos, permitindo o processo de participação e de produção de conhecimento pelas crianças. A conclusão e as referências bibliográficas encerram este artigo.

2. Enquadramento teórico e projetos relacionados

2.1. Enquadramento teórico

O projeto Eco-Sensors4Health é uma investigação baseada em *design* (*design-based research*), centrada no projeto colaborativo e situado de uma plataforma para a participação das crianças na saúde ambiental das escolas. Este projeto adota uma abordagem de investigação em tecnologia educativa, baseada nas utilizações da tecnologia e reconhecendo a tecnologia como um processo e com o foco em como, quando e porque as inovações funcionam na prática. A tecnologia é muito mais do que *hardware* e *software*, é um processo que envolve interações complexas de fatores humanos, sociais e culturais, bem como de aspetos técnicos. A utilização de tecnologias na educação não se refere apenas a equipamentos e aplicações informáticas, mas também à melhoria e aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem e, consequentemente, ao *design* de ambientes de aprendizagem.

A investigação baseada em *design* não é sobre projetos e currículos específicos, mas sobre como os pontos

fortes e os limites de um projeto informam as teorias de aprendizagem, abordando as complexidades inerentes à investigação em tecnologia educacional (Amiel e Reeves, 2008). A investigação baseada em *design* é uma abordagem adequada para investigar e desenvolver tecnologia educativa porque se trata de “... abordar problemas complexos em contextos reais em colaboração com os profissionais; integrar princípios de *design* conhecidos e hipotéticos com os avanços tecnológicos para oferecer soluções plausíveis para esses problemas complexos; e conduzir uma investigação rigorosa e reflexiva para testar e aperfeiçoar os ambientes de aprendizagem inovadores, bem como definir novos princípios de *design* ” (Reeves, 2006, 58).

O processo de conhecimento em investigações de tecnologia educativa não está desligado da prática e, portanto, implica mudança. A investigação baseada em *design* tem como objetivo contribuir para uma relação mais próxima entre investigação educacional e problemas do mundo real. Existe um ciclo de investigação baseado num processo de investigação iterativo que vai além da avaliação de produtos ou de intervenções inovadoras, tentando sistematicamente melhorar a inovação e produzir princípios de *design* que possam guiar investigações similares (Reeves, 2006). Uma investigação baseada em *design* em tecnologia educacional começa com investigadores e profissionais a analisar de forma colaborativa problemas práticos do seu contexto educacional, o que leva ao desenvolvimento de soluções, informadas pelos princípios de *design* existentes e pelas inovações tecnológicas, e a ciclos iterativos de testes e refinamento de soluções na prática, apoiando a reflexão para produzir “princípios de *design*” e melhorar a implementação da solução, retroalimentando a definição de problemas, soluções, métodos e princípios de *design* (Amiel e Reeves, 2008).

De acordo com o The Design-Based Research Collective (2003), uma investigação baseada em *design* situa o *design* em ambientes autênticos, não apenas por documentar sucessos ou fracassos, mas também por analisar as interações, o que contribui para melhorar a nossa compreensão das aprendizagens envolvidas, conduzindo a teorias que informam os profissionais e outros *designers* das implicações relevantes para a sua prática.

O processo de conceção e desenvolvimento da plataforma colaborativa Eco-Sensors4Health

incorpora as cinco características da investigação baseada em *design*, identificadas por Van den Akker et al. (2008): intervencionista, iterativo, orientado para os processos, orientado para a utilidade e orientado para a teoria. A equipa de investigação do projeto Eco-Sensors4Health estão comprometidos em conduzir investigações intervencionistas nas escolas, aceitando a complexidade do cenário. As escolas são “laboratórios vivos” (Kafai, 2005) em que se investiga em contextos do mundo real enquanto se tenta controlar variáveis críticas identificadas através de investigações teóricas e projetos anteriores (Silva et al., 2009; Silva, Lopes, Silva e Marcelino, 2010). O projeto Eco-Sensors4Health é organizado como um processo iterativo no qual a investigação e a prática estão interligadas, e docentes e alunos/as são parceiros/as ativos/as na identificação de prioridades para a investigação assim como colaboradores/as ao longo do próprio processo da investigação.

O projeto Eco-Sensors4Health, ao adotar uma investigação baseada em *design* visa não só resolver os problemas orientados para a prática, abordados pela investigação-ação, melhorando a saúde ambiental nas escolas, mas também identificar os princípios reutilizáveis do projeto da plataforma colaborativa.

2.2. Projetos relacionados

O processo de *design* da plataforma participativa Eco-Sensors4Health é informado por estudos e projetos anteriores sobre como apoiar as crianças na utilização de sensores para descreverem o ambiente das suas escolas, publicarem e partilharem essas informações: i) no projeto SchoolSenses@Internet, alunas/os do 1º ciclo criaram informações multissensoriais georreferenciadas, utilizando os seus sentidos biológicos e telemóveis equipados com GPS, enquanto aprendiam sobre novas dimensões do ambiente da sua escola, criando múltiplas visões da qualidade ambiental e tendo voz na avaliação ambiental das escolas (Silva et al., 2009); ii) o projeto USense2Learn adicionou sensores ambientais à criação móvel de informações multissensoriais georreferenciadas, possibilitando trazer visões quantitativas e qualitativas do mundo exterior para a sala de aula e partilhá-las com outras salas de aula (Silva et al., 2010), utilizando o Google Earth. Estes dois projetos utilizaram telemóveis equipados com GPS ligados em rede através de uma plataforma

específica para permitir que as crianças sentissem o ambiente escolar.

Além desses dois projetos anteriores, existem inúmeros projetos científicos participativos baseados no desenvolvimento ou utilização inovadora de tecnologia que criam experiências de aprendizagem para a cidadania científica, nomeadamente nas escolas. Nesses projetos, os participantes podem projetar e/ou implementar ferramentas que apoiam o trabalho científico dos cidadãos, particularmente a recolha e a análise de dados. Por este motivo, os projetos que a seguir se apresentam têm múltiplos pontos comuns com o projeto Eco-Sensors4Health.

O GLOBE - Global Learning and Observations to Benefit the Environment (The Globe Program, 2018) é um programa de ciência e educação que liga uma rede de estudantes, docentes e cientistas de todo o mundo para melhor entender, sustentar e melhorar o meio ambiente da Terra à escala local, regional e global. O GLOBE começou em 1995 e, até o momento, 120 países participaram e mais de 150 milhões de medições foram enviadas para a base de dados, criando conjuntos globais de dados significativos e pesquisáveis que podem ser utilizados para apoiar a investigação científica de estudantes e profissionais. Os protocolos GLOBE foram desenvolvidos para as seguintes áreas de estudo da ciência do sistema terrestre: Atmosfera, Biosfera, Hidrosfera e Solo (Pedoesfera). As medições incluem dados sobre o clima, qualidade do ar, qualidade da água, solos, vegetação e tempo de resposta de plantas e animais às mudanças ambientais sazonais. O GLOBE criou mais de 100 protocolos e atividades de aprendizagem relacionadas com as quatro áreas de estudo da ciência do sistema terrestre, apoiando o trabalho de docentes, estudantes e cientistas.

A Plataforma de Ciência Participativa (PSP) (Otago Science Into Action, 2015) visa apoiar a investigação científica na Nova Zelândia, onde grupos de comunidades locais e cientistas trabalham juntos em projetos de investigação científica relevantes localmente. A PSP não é só uma fonte de dados dos cientistas, cria uma verdadeira parceria entre os cientistas e a comunidade em geral. O objetivo do PSP é envolver cientistas com estudantes, escolas, coletivos e organizações de base comunitária na realização de projetos de investigação colaborativa que tenham valor científico, rigor pedagógico e com impacto na comunidade.

O Vigie-Nature é um programa científico participativo de apoio à biodiversidade (Muséum National d'Histoire Naturelle, 2018), lançado em 2010 em França. Nesta fase, existem sete protocolos disponíveis, que permitem o estudo de vários tipos de seres vivos (aves, caracóis, plantas silvestres, insetos polinizadores, algas, minhocas, morcegos). Seguindo os protocolos, os estudantes recolhem os dados das suas observações e enviam-nos para investigadores do Museu Francês de História Natural, através do *site* da Escola Vigie-Nature. Os cientistas analisam essa recolha de dados para avaliar o estado da biodiversidade na França e o impacto dos seres humanos na biodiversidade. Os protocolos disponibilizados permitem que os estudantes atuem, pensem e conceptualizem e, portanto, entendam melhor o mundo ao seu redor. Ao utilizar esses protocolos, os estudantes familiarizam-se com a biodiversidade ao seu redor e aperfeiçoam o seu sentido de observação. Participar ativamente da observação da natureza e da recolha de dados promove a compreensão dos estudantes sobre os mecanismos e a construção do conhecimento científico. A colaboração com os investigadores é uma forte fonte de motivação, pois os estudantes sentem que fazem parte da investigação e que também são responsáveis pelo projeto.

O projeto iSpot (The Open University, 2018) tem como objetivo criar um serviço que permita às pessoas aprender mais sobre a história natural, ajudando-as a identificar as observações da natureza. As pessoas podem fazer *upload* das suas observações sobre a vida selvagem, ajudar-se mutuamente a identificá-las e partilhar e discutir o que viram. O projeto iSpot no Reino Unido e Irlanda começou em 2008 e tem mais de 18.000 utilizadores registados e mais de 100.000 observações. Um utilizador do iSpot pode partilhar observações de animais e plantas no *site* e a comunidade iSpot ajudará a identificá-los. Os utilizadores podem usar imagens georreferenciadas (imagens com dados de GPS integrados sobre a sua localização) ou adicionar informações sobre onde a observação foi feita. O serviço tem um "painel de especialistas", uma mistura de naturalistas amadores e profissionais que oferecem a sua ajuda, garantindo que as observações são identificadas com rapidez e precisão. O *site* utiliza a tecnologia de mapeamento do Google para permitir que as pessoas pesquisem e filtrem utilizando várias etiquetas e identificadores para localizarem onde as observações foram feitas. A

equipa do projeto da Open University desenvolveu a comunidade iSpot, que agora inclui mais de 80 organizações de história natural. Um *site* semelhante ao iSpot foi criado para a África Austral, cujo conteúdo é gerido por especialistas do Instituto Nacional de Biodiversidade da África do Sul.

Os projetos apresentados possuem algumas características comuns que podem informar o processo de *design* da plataforma Eco-Sensors4Health, especificamente: todos os projetos i) promovem pesquisas ambientais por estudantes; ii) incluem mediação por docentes ou cientistas; iii) guiam a recolha de dados, através de protocolos; iv) disponibilizam uma plataforma que permite a recolha, partilha e pesquisa de dados ambientais.

3. Definição das principais características da plataforma

O processo de *design* da plataforma Eco-Sensors4Health foi desenvolvido por uma equipe de especialistas em educação ambiental, saúde ambiental e tecnologias da informação e comunicação (TIC), com base em projetos anteriores, nos conhecimentos de TIC na educação e num conjunto de projetos de investigação em contextos educacionais.

O processo de *design* teve em consideração a complexidade dos problemas ambientais (múltiplas variáveis e múltiplas relações entre variáveis) e das comunidades de práticas das escolas do 1º ciclo (desafios da aprendizagem de saúde ambiental para crianças de 6 a 10 anos).

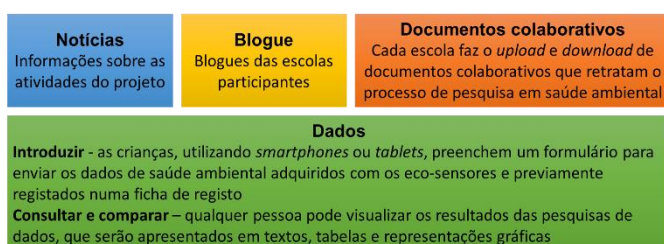


Figura 1. Principais áreas da plataforma Eco-Sensors4Health

A plataforma Eco-Sensors4Health deve apoiar as comunidades de prática das escolas do 1º ciclo, e os blogues podem ter um papel importante nessa tarefa. Os blogues são uma parte fundamental das tecnologias colaborativas *online*, ao combinarem a interação e a partilha, o indivíduo e a comunidade (Wenger, White,

Smith e Rowe, 2005). Além disso, os blogues são adequados para serem utilizados nas escolas e podem criar um ambiente de aprendizagem, facilitando o pensamento crítico, a colaboração e a diferenciação pedagógica, utilizando vários estilos de aprendizagem. Como tal, no processo de *design* da plataforma Eco-Sensors4Health foi decidido ter um blogue de cada escola participante.

Para além de editar o seu blogue, cada escola participante poderá fazer *upload* e *download* de documentos colaborativos que retratam o processo de pesquisa em saúde ambiental realizado por cada turma. Os projetos, referidos na seção anterior, como o GLOBE e o projeto SchoolSenses@Internet, informaram a definição de uma área de dados com duas subáreas na plataforma Eco-Sensors4Health: i) uma subárea de introdução de dados, onde as crianças, utilizando dispositivos digitais móveis, nomeadamente *smartphones* ou *tablets*, preencherão um formulário *online* para enviar os dados de saúde ambiental, adquiridos com eco-sensores; ii) uma subárea de pesquisa, onde todos os utilizadores podem preencher um formulário e visualizar os resultados da pesquisa, que serão apresentados em texto, representações gráficas e tabelas georreferenciadas. As pesquisas de dados são de dois tipos, consultar dados e comparar dados (por exemplo, de duas escolas, ou com e sem intervenção...). As duas componentes, submissão e pesquisa de dados, são fundamentais em plataformas participativas de diversos projetos educacionais de investigação ambiental (Silva et al., 2009; The Globe Program, 2018).

Os formulários de dados *online* e os documentos colaborativos foram projetados com base em investigações realizadas em contextos educacionais, que serão descritos na secção 5.

4. Especificações da plataforma

Os utilizadores da plataforma Eco-Sensors4Health são crianças e docentes do ensino básico, administradores e público em geral. O público em geral pode utilizar a plataforma para consultar notícias e informações do projeto e das escolas participantes, e também pode realizar pesquisas (consultar e comparar) de dados de saúde ambiental, obtidos com os eco-sensores e introduzidos na plataforma pelas crianças, para partilha da informação ambiental da sua escola.

As crianças e docentes de cada escola podem ter acesso à área de submissão de dados e à edição do seu blogue na plataforma, através de *login* e *password*. Os docentes são responsáveis por gerir os documentos colaborativos que documentam os processos de pesquisa de cada experiência na sua turma. As crianças e docentes podem utilizar *smartphones*, *tablets* ou computadores para introduzir os dados de saúde ambiental adquiridos com os eco-sensores. O *upload* para a base de dados é realizado através um formulário *online* (apresentado na seção 5 deste artigo). Os administradores são aqueles que validam os dados enviados pelas crianças e docentes. A Fig. 2 resume as diferentes componentes e os principais fluxos de dados da plataforma Eco-Sensors4Health.

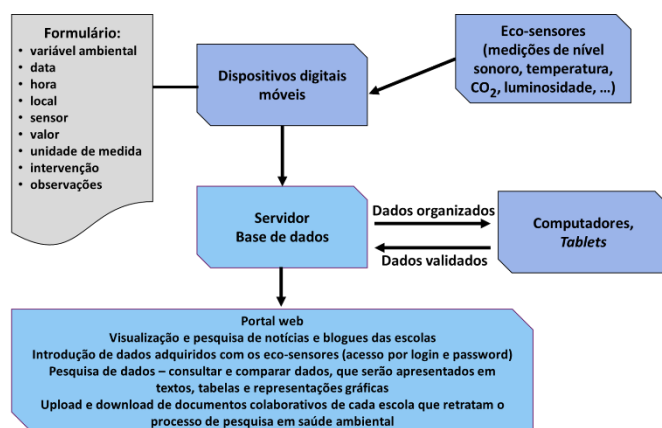


Figura 2. Dados e componentes da plataforma Eco-Sensors4Health

Neste contexto, o modelo de dados é centrado em duas entidades-chave, a Experiência e a Medição. A

entidade Experiência integra a caracterização da turma, crianças e docentes, e uma descrição sobre a experiência. Ela regista qual a variável que está a ser medida e qual o eco-sensor que está a ser utilizado. A entidade Medição refere-se a dados adquiridos em contexto real. Além da leitura do valor fornecido pelo eco-sensor, integra atributos como data, hora e local de recolha de dados, bem como as condições de medição do eco-sensor, com ou sem intervenção. Dados complementares sobre a medição podem ser adicionados em diversos formatos. A figura 3 representa o modelo de banco de dados.

Além destes dados, a entidade Instituição integra informações sobre o perfil das escolas participantes, nome, localização e descrição institucional.

Todas as características e definições apresentadas nesta secção e na anterior, resultaram de um processo colaborativo e iterativo, entre a equipa de investigação do Projeto Eco-Sensors4Health e a equipa da empresa que implementou a Plataforma participativa, 7Log.

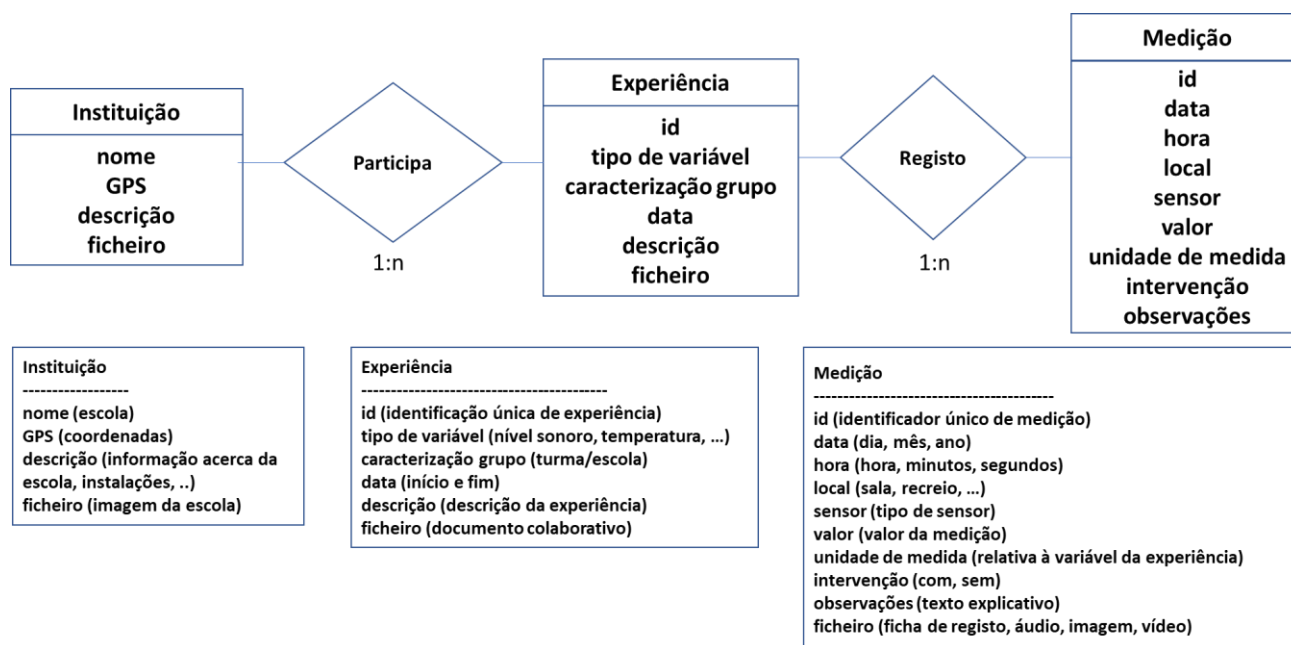


Figura 3. Modelo de dados

5. Recursos da plataforma

Nesta secção, descreve-se o processo de investigação que conduziu ao *design* de dois importantes recursos da plataforma: i) as fichas de registo das medições de variáveis ambientais, realizadas pelas crianças com os sensores, que têm campos comuns ao formulário *online* de introdução desses mesmos dados, e que devem ser anexadas na referida introdução de dados na plataforma; ii) os documentos colaborativos que retratam cada processo de pesquisa, em saúde ambiental, de cada turma de crianças.

Para conceber os formulários *online* de dados que serão utilizados, por crianças e docentes, para introduzir na plataforma os dados obtidos com eco-sensores, foi desenvolvido um conjunto de experiências na Escola Ciência Viva (ECV), um projeto de escola-museu interativo de ciência e tecnologia em Portugal, que promove uma programação semanal de atividades com crianças dos 3º e 4º anos de escolas de Lisboa. As duas docentes encarregues das atividades de Eco-Sensores4Health na ECV são investigadoras do projeto.

Para monitorizar as condições de saúde ambiental e identificar os problemas relacionados:

- Mais de 900 crianças do 3º e 4º anos de escolaridade utilizaram *tablets*, para medir o nível de som na sala de

aula e no jardim. As crianças puderam utilizar o aplicativo SparkVUE para adquirir os valores máximos, mínimos e médios do nível de som em diferentes ambientes (por exemplo, na sala de aula e no jardim), enquanto realizavam atividades diversas, como fazer silêncio, bater palmas e cantar. Além disso, elas puderam registar os dados adquiridos em fichas de registo (ver figura 4), que foram sendo iterativamente desenvolvidas e que incluem os seguintes campos: nome, escola, data, uma tabela para registar o nível de som em diferentes espaços e atividades e um campo para introduzir texto descritivo de cada nível de som medido, com base na consulta de uma escala de níveis de som, que define os limites de segurança e conforto. Todos esses dados foram interpretados pelas crianças, com a mediação de docentes (Souza, Alves, Gomes, Rodrigues e Silva, 2017).

- Mais de 100 crianças estiveram envolvidas num conjunto de atividades que utiliza um sensor de dióxido de carbono para medir a concentração desse gás na sala de aula, durante a aula com a porta fechada e depois com a porta aberta; no jardim; perto da estrada; e numa garrafa com ar expirado. As crianças puderam ler os dados adquiridos com o sensor e registá-los numa ficha de registo que inclui os seguintes campos: nome, escola e data, uma tabela para registar a concentração de dióxido de carbono nos diferentes ambientes. Os dados foram interpretados

por crianças que puderam relacionar as variações registadas com a presença e proximidade de fontes e sumidouros de dióxido de carbono e com os limites de segurança e conforto apresentados numa escala.

Eco SENSORES 4 HEALTH - FOLHA DE REGISTO

Nome: _____ Escola: _____ Data: 30/11/2017

O QUE VAMOS MEDIR: SOM UNIDADE DE MEDIDA: Decibéis 0210117

SALA		JARDIM	
O QUE SENTIMOS	VALOR	O QUE SENTIMOS	VALOR
Construção	40 dB	Silêncio	15 dB
Desconforto	50 dB	Palmas	30 dB
Desconforto	50 dB	Grupo	30 dB
Desconforto	50 dB	Grupo	30 dB

Figura 4. Ficha de registo de dados de nível de som, preenchida por uma criança

Estas experiências de aprendizagem, implementadas num contexto educacional, permitiram melhorar e validar os campos das fichas de registo, que informaram o *design* dos formulários *online*, tornando-os adequados para introduzir dados na plataforma Eco-Sensors4Health. Desta forma, optou-se por incluir os seguintes campos nas fichas de registo e nos formulários *online*: escola; experiência; data; hora; local; intervenção; atividade; valor e texto para cada variável. Embora não esteja visível na Figura 5, as crianças foram capazes de escrever sugestões para melhorar a saúde ambiental da sua escola, no final da Ficha de registo de dados

A conceção dos documentos colaborativos que irão descrever o processo de pesquisa das crianças em saúde ambiental, e que serão introduzidos na

plataforma, ligados às respetivas experiências, foi baseada em cartas de planificação, utilizados e validados, em estudos anteriores (Martins et al., 2006; Silva, Lopes e Silva, 2013). Os documentos colaborativos incluirão uma carta de planificação com os seguintes campos: o nosso problema; o que podemos mudar (variável independente); o que vamos medir/observar (variável dependente); o que vamos manter (variáveis de controlo); o que vamos fazer; o que precisamos; o que vai acontecer e porquê; espaço de registo de resultados da experimentação (tabelas de dados das folhas de registo; gráficos resultantes da introdução de dados na plataforma; texto...); verificámos que; resposta ao problema. As cartas de planificação, fichas de registo dos resultados e os gráficos foram validados como importantes ferramentas de aprendizagem em contextos similares (investigações científicas com eco-sensores em escolas do ensino básico), não apenas porque separam as observações das interpretações e estimativas, mas também porque tornam as estratégias científicas explícitas e visíveis (Silva et al., 2013).

6. Interface da Plataforma Eco-Sensors4Health

A interface da plataforma Eco-Sensors4Health foi criada colaborativa e iterativamente por membros da equipa do Projeto Eco-Sensors4Health, em conjunto com elementos da empresa que implementou a plataforma (7Log).

Nesta secção, apresentam-se alguns ecrãs da plataforma Eco-Sensors4Health, nomeadamente da área de dados e das suas subáreas de introdução e de comparação de dados.

INTRODUZIR DADOS

Experiencia *
Som ECV 2016-2017

Valor de Medição *
75 dB (decibel)

Variável *
Nível sonoro

Local *
Escolha o Local

Sensor
Tablet

Data e Hora de Medição *
02/02/2017 17:23:42

Atividade
Palmas

Intervenção
Sem

Observações

Anexos
Choose File No file chosen

* Obrigatório preencher

GUARDAR

Figura 5. Ecrã de introdução de dados

RESULTADO DA PESQUISA

De 23/09/2016 a 30/06/2017

entre as 00:00 e 23:59 horas

Escola: Escola Ciência Viva

Variável: Nível sonoro

Unidade: dB (decibel)

Atividade: Silêncio

Local: Jardim

Local: Sala 1

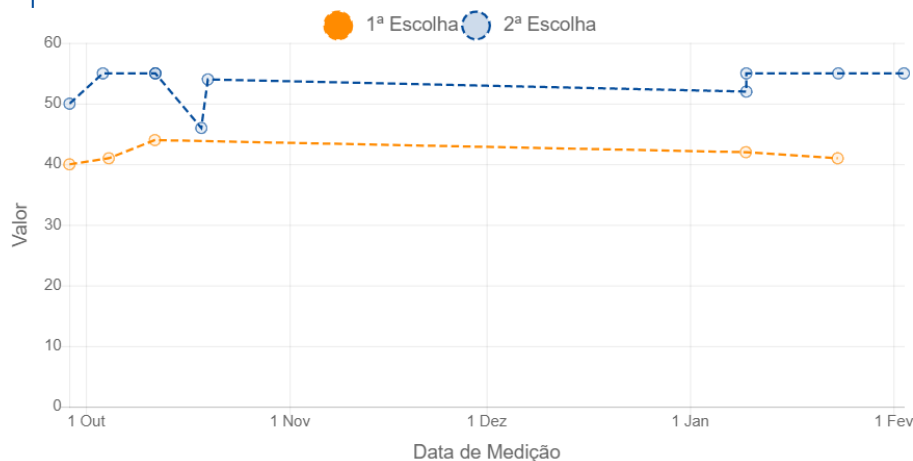


Figura 6. Gráfico de comparação de dados de nível de som na atividade “fazer silêncio” na sala de aula e no jardim

Na figura 5, pode observar-se um ecrã da área de introdução de dados, estando os campos preenchidos relativamente a um dado de nível sonoro adquirido por um grupo de crianças, utilizando um *tablet* e a *app* SparkVUE, na atividade bater palmas, na sala de aula. As tarefas seguintes seriam anexar um ficheiro com a ficha de registo (ver Figura 4) preenchida pelas crianças e clicar no botão “Guardar”.

O gráfico resultante de uma pesquisa de dados, nomeadamente de comparação dos dados de nível sonoro, obtidos na Escola Ciência Viva, no ano letivo 2016-2017, na atividade “fazer silêncio” na sala de aula e no jardim, está apresentado na Figura 6. A análise deste gráfico permite concluir que há sempre sons no ambiente, mesmo quando as crianças e docentes estão em silêncio, e que o nível sonoro do ambiente é mais elevado no jardim. Esta foi

uma análise muito significativa para as crianças, que foram capazes de descrever os sons do ambiente do

jardim, responsáveis por um nível sonoro mais elevado.

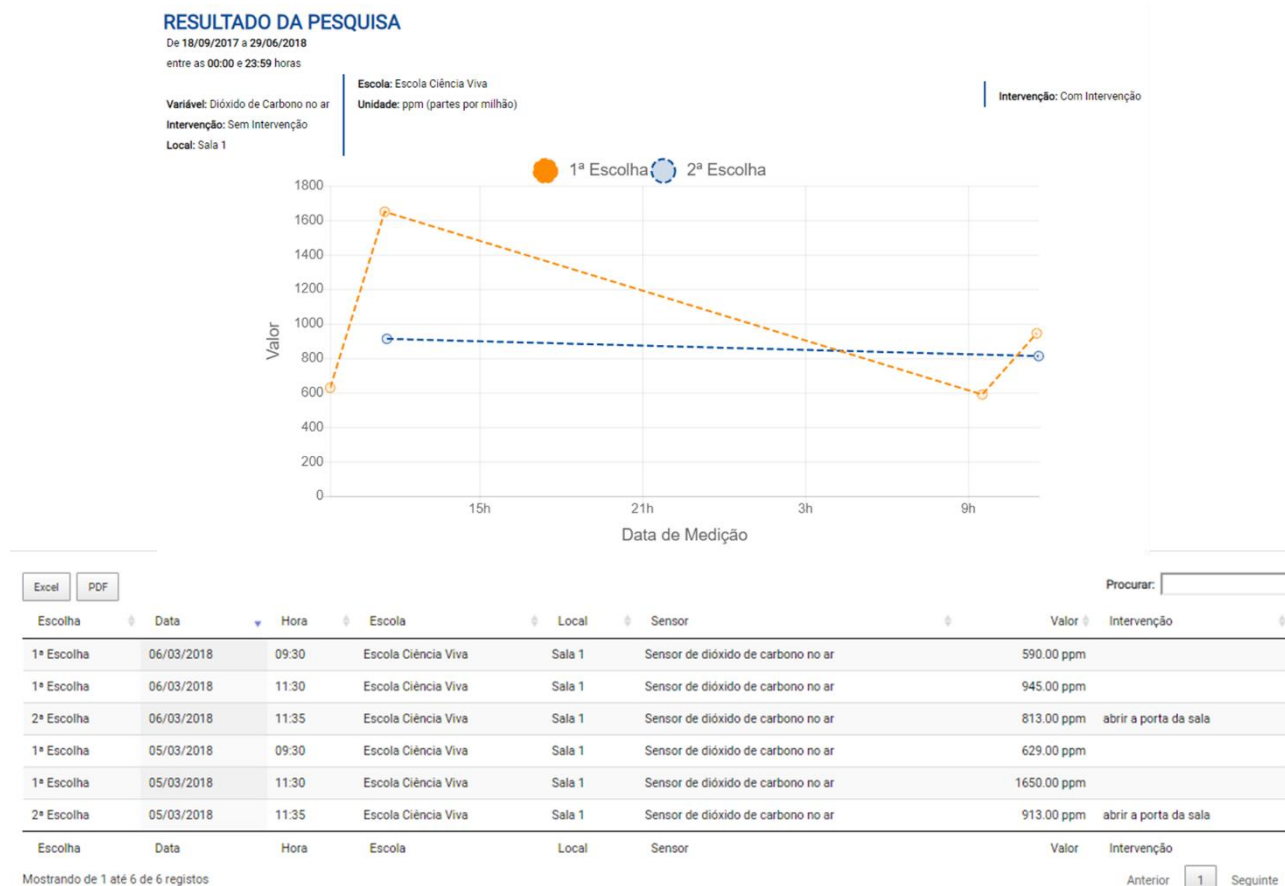


Figura 7. Gráfico de comparação de dados de nível de som na atividade “fazer silêncio” na sala de aula e no jardim

Na Figura 7, é possível observar um gráfico e a tabela de dados resultantes de uma pesquisa de dados que consistiu na comparação da concentração de dióxido de carbono medida na sala 1 da Escola Ciência Viva, no ano letivo 2016-2017, sem e com intervenção (abrir a porta da sala). A análise deste gráfico permite concluir que as concentrações de dióxido de carbono na sala são mais baixas no início das aulas (cerca das 9h30m) e muito mais elevadas duas horas depois de as aulas terem iniciado (11h30m). É ainda possível concluir que as concentrações de dióxido de carbono descem significativamente, quando a porta da sala de aula é aberta.

A plataforma Eco-Sensors4Health foi desenvolvida no contexto de uma investigação baseada em *design*, tendo esta investigação permitido desenvolver atividades de pesquisa em saúde ambiental, em que as crianças se constituem como pesquisadoras e agentes

de mudança. A investigação, sendo o *design* da plataforma uma parte fundamental da mesma, permitiu a participação cidadã das crianças na saúde ambiental das suas escolas.

7. Conclusão

Este trabalho apresentou o processo de conceção e desenvolvimento de uma plataforma de participação educativa em saúde ambiental, a plataforma Eco-Sensors4Health. A equipa responsável incluiu especialistas em educação ambiental, saúde ambiental e tecnologias da informação e comunicação (TIC). As quatro áreas principais da plataforma Eco-Sensors4Health foram definidas com base no conhecimento criado por projetos anteriores: área de notícias do projeto Eco-Sensors4Health; uma área de dados, onde crianças e docentes podem introduzir os dados de saúde ambiental, adquiridos com eco-

sensores nas escolas, e pesquisar (consultar e comparar) esses mesmos dados das diversas escolas; uma área com um blogue de cada escola; e uma área de documentos colaborativos, que retratam o processo de pesquisa em saúde ambiental de cada turma.

A investigação, apresentada neste artigo, tem as características de uma investigação baseada em *design* (Amiel e Reeves, 2008), situando-se no contexto das escolas do 1º ciclo do ensino básico portuguesas, dos seus problemas de saúde ambiental, bem como das aprendizagens curriculares essenciais de educação científica das escolas de 1º ciclo do ensino básico (Ministério da Educação, 2018).

A investigação desenvolvida baseou-se no processo de *design* da plataforma Eco-Sensors4Health. Foi um processo de *design* iterativo, continuado, que partiu de uma abordagem a problemas complexos, nomeadamente problemas de saúde ambiental das escolas do 1º ciclo do ensino básico, como o ruído e a poluição do ar interior pelo dióxido de carbono, em contextos reais, como a Escola Ciência Viva (Reeves, 2006).

Nas experiências desenvolvidas na Escola Ciência Viva, docentes/investigadoras e estudantes foram uma parceria ativa na identificação, caracterização e proposta de soluções para os problemas de poluição sonora e de poluição do ar interior por dióxido de carbono em contexto escolar, utilizando fichas de registo de dados, que foram sendo desenvolvidos iterativamente, com vista à integração na plataforma e à criação dos formulários *online*.

Esta investigação constatou que as crianças foram capazes de observar o seu ambiente, utilizar os sensores em diversas circunstâncias (atividades e intervenções) e espaços, ler os dados fornecidos pelos sensores, registar esses dados nas fichas de registo, interpretar os dados registados e concluir com sugestões para a solução dos problemas estudados. Todas estas são práticas criadoras de aprendizagens e de conhecimento científico situado, ou seja práticas epistémicas (Eriksson and Lindberg, 2016), que são parte integrante de uma pesquisa, neste caso, de uma pesquisa em saúde ambiental, realizada por crianças. Estas pesquisas informaram e validaram a criação, por investigação, das fichas de registo e os formulários *online* de dados de saúde ambiental nas escolas, adquiridos e significados pelas crianças.

Os documentos colaborativos, que serão preenchidos colaborativamente por docentes e crianças e disponibilizados na plataforma, retratam o processo de

investigação de saúde ambiental de cada turma e foram baseados em cartas de planificação, utilizadas e validadas, em projetos de investigação anteriores (Martins et al., 2006; Silva, Lopes e Silva, 2013).

A implementação da plataforma permite a continuação da investigação, com a sua utilização em estudos de caso, que evidenciarão a utilidade da plataforma na avaliação da saúde ambiental de cada escola e dos processos e resultados de aprendizagem das crianças nas áreas ambiental, tecnológica e da saúde.

8. Acknowledgements

O projeto Eco-Sensors4Health (LISBOA-01-0145-FEDER-023235) é cofinanciado pelo FEDER (PORTUGAL2020) e Orçamento de Estado Português (FCT).

9. Referências

Akker, J. V. D., Gravemeijer, K., McKenney, S. e Nieveen, N. (Eds.) (2006). *Educational design research*. New York: Routledge.

Amiel, T., e Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Educational Technology & Society*, 11(4), pp. 29-40.

ANACOM (2018). *Digital Agenda for Portugal*. <https://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1150167>

Martínez, A. C., Merodio, J. A. M., Martínez, J. M. G., Delgado, J. A., Heredero, C. P. e Tortosa, S. O. (2018). Evaluation and Improvement of Lighting Efficiency in Working Spaces. *Sustainability*, 10(4).

Eriksson, I. e Lindberg, V. (2016). Enriching ‘learning activity’ with ‘epistemic practices’ – enhancing students’ epistemic agency and authority. *Nordic Journal of Studies in Educational Policy*, 2016(1), Article 32432.

Kafai, Y. B. (2005). The classroom as ‘living laboratory’: Design-based research for understanding, comparing, and evaluating learning science through design. *Educational Technology*, January/February, pp. 28-34.

Madureira, J., Paciencia, I., Rufo, J., Severo, M., Ramos, E., Barros, H. e Oliveira Fernandes, E. (2016). Source apportionment of CO₂, PM₁₀ and VOCs levels and health risk assessment in naturally ventilated

primary schools in Porto, Portugal. *Build Environ*, 96, pp. 198–205.

Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V. e Couceiro, F. (2006). Explorando materiais...Dissolução em Líquidos, in *Caderno de Registos para crianças*. Lisboa: Ministério da Educação.

Mealings, K. (2016). Classroom acoustic conditions: Understanding what is suitable through a review of national and international standards, recommendations, and live classroom measurements, in *Proceedings of ACOUSTICS 2016*, 2016. Available at https://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AASNZ2016/papers/p145.pdf

Ministério da Educação. (2018). *Aprendizagens Essenciais do 2.º ano – 1.º Ciclo do Ensino Básico – Estudo do Meio*. Lisboa: Ministério da Educação.

Muséum national d'Histoire naturelle (2018). *Vigie-Nature École*. Available at <https://www.vigienature-ecole.fr/>

Otago Science Into Action (2015). *Participatory Science Platform*. Available at <http://scienceintoaction.nz/psp/>

Pinho, P., Pinto, M., Almeida, R. M. S. F., Lopes, S. M. e Lemos, L. T. (2016). Aspects concerning the acoustical performance of school buildings in Portugal. *Applied Acoustics*, 106, pp. 129-134.

Reeves, T. (2006). Design research from a technology perspective, in J. V. D. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney e N. Nieveen (Eds), *Educational design research* (pp. 52–66). New York: Routledge.

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

Silva, M. J., Lopes, J. B., e 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, pp. 99-119.

Silva, M. J., Lopes, J. C., Silva, P. M. e Marcelino, M. J. (2010). Sensing the schoolyard: using senses and sensors to assess georeferenced environmental dimensions, in *Proceedings of ACM 1st International*

Conference and Exhibition on Computing for Geospatial Research & Application (COM.Geo '10), Article 40. New York: ACM.

Sleggers, P. J. C., Moolenaar, N. M., Galetzka, M., Pruyn, A., Sarroukh, B. E. e van der Zande, B. (2013). Lighting affects students' concentration positively: findings from three Dutch studies. *Light Res Technol*, 45, pp.159-175.

Souza, A., Alves, A. R., Gomes, C., Rodrigues, S. e Silva, M. J. (2017). Children using sound sensors to improve school environmental health, in *Proceedings of the 2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2017. Available at http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?pu_number=8241703

The Design-Based Research Collective (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), pp. 5-8.

The Globe Program (2018). *The GLOBE Program: Global Learning and Observations to Benefit the Environment*. Available at <https://www.globe.gov/>

The Open University (2018). *iSpot share nature*. Available at <https://www.ispotnature.org/>

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

Wenger, E., White, N., Smith, J. D. e Rowe, K. (2005), *Technology for communities*. Available at http://technologyforcommunities.com/CEFRIO_Book_Chapter_v_5.2.pdf