

Eco-sensores como recursos de participação em saúde ambiental nas escolas

Maria João Silva, Bianor Valente, Ana Caseiro

Escola Superior de Educação de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa

mjsilva@eselx.ipl.pt, bianorv@eselx.ipl.pt, anac@eselx.ipl.pt

Resumo

O presente workshop tem como objetivo central envolver os participantes no uso de eco-sensores, como ferramentas didáticas de participação em saúde ambiental. Pretende-se dar a conhecer as potencialidades dos eco-sensores na aquisição de informação ambiental e consciencializar para o papel que aquela informação ambiental pode desempenhar nas tomadas de decisão por alunos/as e professores/as relativas ao ambiente e consequentemente à saúde ambiental das escolas.

Na última década, a utilização de sensores, nomeadamente dos sensores integrados em dispositivos móveis, como os tablets e os smartphones, tornou-se quotidiana, em todos os momentos e em qualquer lugar (Sagl & Resch, 2015). Desta forma, cidadãos e cidadãs adquirem informação do seu ambiente e publicam-na em ambientes diversos, como redes sociais, plataformas de projetos de informação geográfica voluntária, projetos de ciência cidadã, criando conhecimento que influencia decisões na vida social, mas também na vida política e na ciência (Boulos, et al., 2011).

Neste workshop, os/as participantes serão convidados/as a usar eco-sensores no ambiente da escola, em conjunto com telemóveis e tablets, para adquirir informação indicadora de problemas de saúde ambiental. A referida informação será usada como base para a criação de soluções para esses problemas, ligando as ações quotidianas à qualidade do ambiente e à saúde ambiental das escolas. Refletir-se-á sobre a ação desenvolvida, o conhecimento criado e o potencial de participação de crianças e docentes na saúde ambiental das escolas.

I. Introdução

Este artigo apresenta os objetivos, fundamentação, métodos e propostas de um workshop sobre eco-sensores como recursos para a participação em saúde ambiental nas escolas. Trata-se de um workshop integrado no projeto Eco-Sensors4Health, que visa apoiar a participação das crianças na melhoria dos fatores ambientais das escolas que podem afetar a saúde da comunidade escolar. Para a Organização Mundial de Saúde, a saúde ambiental inclui a avaliação e o controlo dos fatores físicos, químicos e biológicos que podem potencialmente afetar a saúde (WHO, 2018).

Os sensores são globalmente definidos como dispositivos que recebem e respondem a um estímulo (Fraden, 2016). Este autor refere dois tipos de sensores: i) os naturais que respondem

com sinais eletroquímicos, baseados no transporte de iões, por exemplo num nervo ótico; ii) os sensores produzidos pelos seres humanos, que respondem com sinais elétricos. O mesmo autor especifica que o estímulo é a quantidade, propriedade ou condição que é recebida, como a intensidade da luz ou o som.

Os sensores não são normalmente usados de forma isolada, são frequentemente partes de um sistema de aquisição de dados, que incluem outros sensores, processadores, memórias e gravadores de dados (Fraden, 2016). Neste artigo, a expressão eco-sensores designa sensores, integrados em objetos portáteis, que detetam grandezas ambientais e transmitem sinais a dispositivos eletrónicos móveis ou fixos, através de interfaces. Por sua vez, os dispositivos eletrónicos transformam os sinais dos sensores em representações múltiplas, como dígitos, tabelas ou gráficos.

Para a participação de crianças e docentes em saúde ambiental das escolas em Portugal, destaca-se a relevância de sensores como o de nível sonoro, de dióxido carbono no ar e de temperatura e humidade, por se relacionarem com problemas realçados pelo Programa Nacional de Saúde Escolar (von Amann, 2015), como:

- **A qualidade do ar interior e exterior.** A má qualidade do ar interior, associada à sobrelotação da sala de aula, repercute-se na saúde, na qualidade de vida e nas aprendizagens;
- O **ruído** prejudica a concentração, cria dificuldades de comunicação, causa perturbações do sono, transtornos cognitivos e deficiências auditivas;
- O **calor e o frio em excesso** têm sido também apontados como fatores de risco para a saúde e o bem-estar, conduzindo à dificuldade de concentração e à diminuição do desempenho escolar.

Por outro lado, as condições de luminosidade, em conjunto com as condições acústicas e térmicas, são parâmetros de avaliação da saúde ambiental nas escolas, no que se refere às salas de aula (von Amann, 2015). O Programa Nacional de Saúde Escolar também indica que as crianças devem ser participantes na promoção da saúde ambiental nas escolas, enfatizando o papel das Tecnologias da Informação e Comunicação nessa promoção (von Amann, 2015).

Neste contexto, o projeto Eco-Sensors4Health, no qual este workshop e artigo se enquadram, visa desenvolver a literacia em saúde ambiental das crianças e docentes, para que estejam aptos a: usar sensores para monitorizar o ambiente; compreender melhor as interações entre as ações quotidianas na escola e o ambiente; eco-inovar na melhoria da saúde ambiental da escola.

O presente artigo está estruturado tendo como início esta introdução, seguindo-se um enquadramento científico-tecnológico. No capítulo subsequente, apresentam-se os materiais e estratégias a usar no workshop, visando-se a utilização de sensores em saúde ambiental por crianças e docentes do Jardim de Infância e 1º ciclo do Ensino Básico.

2. Enquadramento

Na última década, a utilização de sensores por crianças, jovens e adultos, nomeadamente dos sensores integrados em dispositivos móveis, como os tablets e os smartphones, tornou-se quotidiana, em todos os momentos e em qualquer lugar (Sagl & Resch, 2015, Ferreira, Ponte, Silva & Azevedo, 2015). Neste contexto, os sensores podem ser usados como extensões dos sentidos humanos, por exemplo para gravar imagens e sons e também para adquirir informação geográfica e corporizada em atividades nas áreas da saúde e do ambiente (Silva, et al., 2009; Klasnja & Pratt, 2012).

Assim, cidadãos e cidadãs adquirem informação do seu ambiente e publicam-na em ambientes diversos, como redes sociais, plataformas de projetos de informação geográfica voluntária, projetos de ciência cidadã, criando conhecimento que influencia decisões na vida social, mas também na vida política e na ciência (Boulos, et al., 2011).

A ciência cidadã pode, no entanto, ser mais do que equipar cidadãos com sensores de baixo custo para adquirirem informação sobre saúde e ambiente (Lupton, 2015). A aquisição participada de informação ambiental pode ser centrada nas pessoas, que passam a ser simultaneamente produtoras e consumidoras dos dados adquiridos com os sensores, podendo usar tais dados para promover a saúde ambiental (Boulos et al., 2011; Castell, 2015; Campbell et al., 2006; Lupton, 2015). A ciência cidadã pode por isso ser educativa informal e formalmente.

Desde o princípio do século XXI, vários projetos foram pioneiros na utilização de plataformas e smartphones, em conjunto com sensores GPS e outros eco-sensores, construídos ou montados especificamente para o efeito, com o objetivo de permitirem a monitorização participativa do ambiente e da saúde ambiental por crianças em diversos contextos. São exemplos de tais projetos: Ambient Wood (Rogers et al., 2005), MobGeoSens in Schools, (Kanjo et al., 2008), Urban Tapestries and Social Tapestries (Angus et al., 2007). Mais recentemente, Sharples et al. (2015) desenvolveram um kit móvel e pessoal de sensores (nQuire) para apoiar crianças e docentes em atividades de pesquisa na escola, mas também no espaço exterior e em casa, sobre várias áreas do currículo escolar de ciências, por exemplo a saúde pessoal.

Com a disponibilidade de sensores económicos e fáceis de usar, tornaram-se disponíveis para as escolas não só telemóveis e tablets com sensores integrados, mas também conjuntos específicos de sensores didáticos móveis, prontos a ligar a data-loggers, e a usar na exploração do ambiente. Desta forma, os sensores didáticos foram sendo integrados, de forma mais alargada, em atividades de ensino e aprendizagem centradas nas crianças, sendo que tais tecnologias móveis com sensores permitem pesquisas didáticas com aquisição, processamento e apresentação de representações múltiplas de informação ambiental (Peskin, 2012; Shuler, Winters & West, 2013).

Alguns projetos, como o TEEMSS2 (Zucker, Tinker, Staudt, Mansfield & Metcalf, 2007) e POLLEN (van den Berg, Schweickert & van den Berg, 2010) criaram módulos com atividades de pesquisa para o currículo de ciências de escolas básicas, com vista a apoiarem os docentes no desenvolvimento dessas atividades com as crianças, nomeadamente no uso de sensores pelas crianças para a exploração do ambiente e de múltiplas representações desse ambiente.

Nas investigações anteriormente referidas, a população-alvo inclui principalmente as crianças a partir dos 8 anos e os seus professores. Neste workshop e artigo, exploram-se sugestões para a utilização de sensores, por crianças e docentes, no Pré-Escolar e nos primeiros anos do 1º Ciclo do Ensino Básico, com vista à exploração da saúde ambiental das escolas e à participação para a melhoria da referida saúde ambiental.

3. Estratégias de utilização de sensores em saúde ambiental por crianças e docentes do Jardim de Infância e 1º ciclo do Ensino Básico

No presente workshop, serão utilizados, em conjunto com laptops /tablets /smartphones e o software SPARKvue, os seguintes eco-sensores Pasco: Sensor Meteorológico (PASPORT Weather Anemometer Sensor PS-2174); Sensor de Dióxido de Carbono (PASPORT Carbon Dioxide Gas Sensor, PS-2110); Sensor de Luminosidade (PASPORT Light Sensor, PS-2106A). A aplicação SPARKvue permite utilizar os sensores de som de tablets e smartphones e os sensores de luz de alguns modelos daqueles, como por exemplo o Samsung Galaxy S6. Os sensores a que se recorre neste workshop, e atrás especificados, são de fácil utilização e têm-se revelado robustos em múltiplas utilizações pelas crianças em ambiente escolar (Silva et al., 2016).

Serão lançados, aos participantes do workshop, desafios de exploração da saúde ambiental da/s escola/s, com recurso a eco-sensores, sendo pedidas propostas para solução de problemas identificados. Pretende-se que os participantes se familiarizem com os eco-sensores e com a sua utilização na identificação e tomada de decisão sobre problemas de saúde ambiental. Numa segunda fase será pedido aos participantes que criem atividades, para o pré-escolar e para os primeiros anos do 1º ciclo do Ensino Básico, de exploração da saúde ambiental dos espaços escolares e de tomadas de decisão que melhorem a referida saúde ambiental.

A Tabela 1 confronta possíveis desafios a colocar a docentes (participantes do workshop) e com desafios a colocar a crianças do pré-escolar ou dos primeiros anos do 1º ciclo do Ensino Básico. Para responder a estes desafios, é necessário recorrer aos eco-sensores e refletir sobre a informação adquirida com os mesmos.

No caso dos participantes do workshop, para conseguirem responder aos desafios, é necessário compararem os valores (quantitativos) das grandezas ambientais adquiridos com os sensores, com os valores indicados como adequados para cada grandeza e cada ambiente. Por exemplo, no caso do nível sonoro, numa sala de aula vazia, segundo a European Agency for Safety and Health at Work, o nível sonoro deve estar entre os 30 e os 40 db(A), enquanto que os American National Standard Acoustical Performance Criteria (ANSI/ASA S12.60 PART 1) referem o limite de 55 dB(C) (Lilly, 2010). Este último limite é especialmente útil neste workshop, em que o sensor de nível sonoro apresenta valores em dB(C). Desta forma, os participantes podem comparar os valores adquiridos com os valores recomendados, verificando se estão, ou não, perante um problema de saúde ambiental.

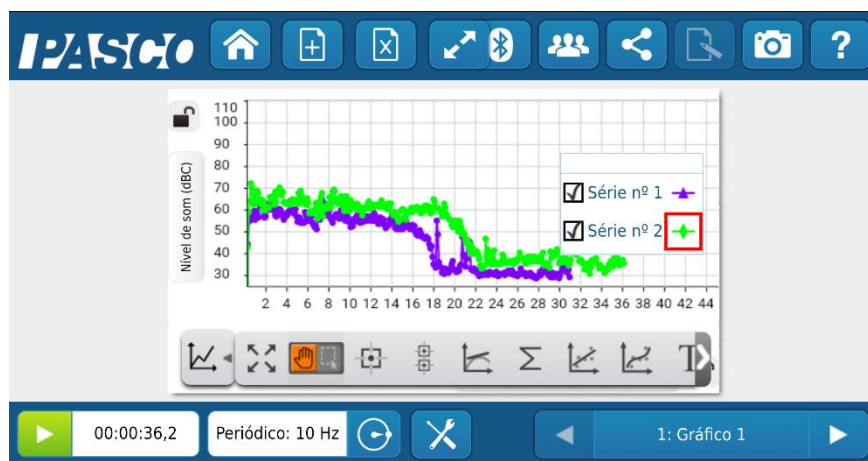
Por outro lado, os participantes podem usar os eco-sensores, para explorar potenciais soluções para os problemas. Por exemplo, podem usar o sensor de som, para verificar o efeito de determinadas barreiras sonoras. Na figura 1, é possível observar duas séries de valores do nível sonoro, adquiridas com o sensor de um telemóvel e com a app SPARKvue, enquanto o telemóvel se afastava de uma fonte sonora (reprodução de um CD) e se fechava uma porta de

madeira entre a fonte sonora e o sensor. Na série 2, a intensidade do som produzido pela fonte sonora era maior (aumentámos o volume). Tornou-se óbvio que o nível sonoro baixou muito consideravelmente aos 16s, na primeira série, e aos 18s, na segunda série, quando se fechou a porta. Seria interessante explorar o efeito produzido por diferentes barreiras sonoras de diferentes materiais.

Tabela 1. Exemplos de desafios de exploração e de resolução de problemas de saúde ambiental da/s escola/s, com recurso a eco-sensores

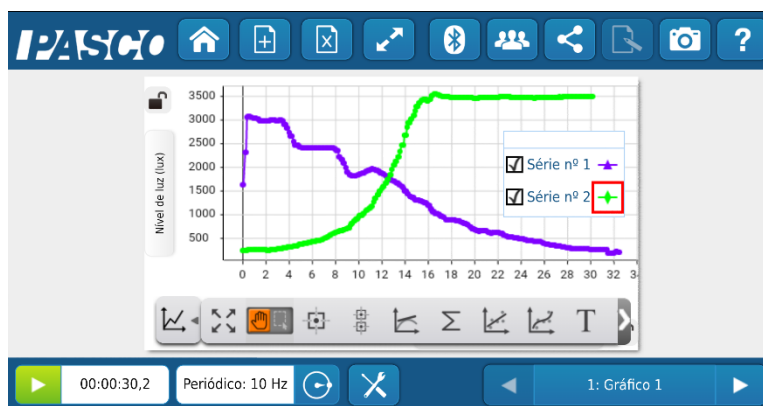
Tópico de saúde ambiental / Sensor	Exemplos de desafios aos participantes do workshop	Exemplos de potenciais desafios para o pré-escolar e para os primeiros anos do 1º ciclo do Ensino Básico
Conforto acústico/ Nível sonoro	Em que locais do edifício o nível sonoro pode ser considerado incomodativo? O nível sonoro da minha sala está adequado? Como posso melhorar o conforto acústico da minha sala ou do refeitório?	Quais os locais do edifício com menor/mais elevado nível sonoro? Como me posso proteger de níveis sonoros elevados? Como posso diminuir o nível sonoro de um local?
Conforto luminoso/ Nível de luz	O nível de luz da minha sala está adequado? Como posso melhorar as condições de luz nas zonas de trabalho das crianças?	Quais os locais da minha sala com menor/mais elevado nível de luz? O que acontece ao nível de luz se eu estiver de frente ou de costas para a fonte de luz? Como me devo colocar para receber um nível de luz adequado?
Conforto térmico/ Temperatura	A temperatura do ar da minha sala está adequada? E de outros locais do edifício? Como posso melhorar o conforto térmico da minha sala ou de outros locais do edifício?	Quais os locais do edifício com temperatura mais elevada/mais baixa? Como posso melhorar a temperatura da sala? E a minha sensação térmica, como posso melhorá-la?
Qualidade do ar/ Dióxido de carbono	A concentração de dióxido de carbono da minha sala é adequada ao longo do dia? Como posso melhorar a concentração de dióxido de carbono, e portanto a qualidade do ar, da minha sala?	Em que local do edifício, e do exterior, a qualidade do ar é melhor? O que faz piorar ou melhorar a qualidade do ar ou o que faz aumentar ou diminuir a concentração de dióxido de carbono?

Figura 1 – Nível sonoro medido aumentando a distância à fonte sonora e fechando uma porta entre a fonte e o sensor



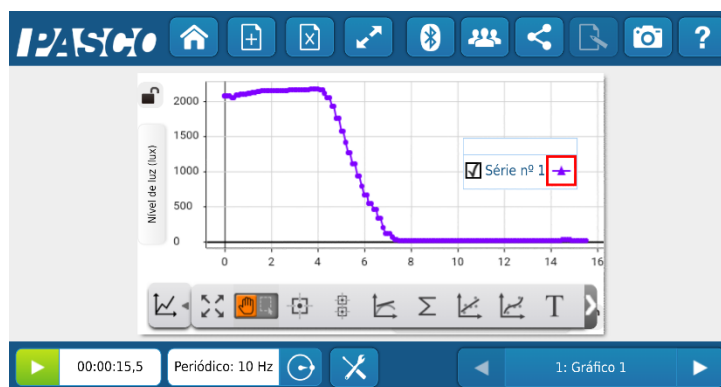
Nos exemplos de desafios para o pré-escolar ou para os primeiros anos do 1º ciclo do Ensino Básico, já não é pedida uma avaliação quantitativa, mas antes uma avaliação qualitativa. Pede-se às crianças que usem os sensores para explorarem diferentes grandezas ambientais, analisando os gráficos para identificarem quando há aumentos ou diminuições, ou onde se atingiu o valor mais baixo e o valor mais elevado de uma dada grandeza. Neste sentido, o gráfico da figura 1 também pode ser interpretado por crianças, que poderão identificar a porta como barreira sonora, podendo ainda sugerir e explorar outras barreiras sonoras.

Figura 2 – Gráfico de variação do nível de luz com o afastamento (série 1) e aproximação (série 2) a uma fonte de luz (janela)



As figuras 2 e 3 apresentam gráficos que podem ser criados pelas crianças, para responderem aos desafios: “O que acontece ao nível de luz se eu estiver de frente ou de costas para a fonte de luz?”; “Como me devo colocar para receber um nível de luz adequado?”. Desta forma, as crianças podem procurar qual a melhor posição para as suas mesas e cadeiras de trabalho. Uma possibilidade complementar para encontrarem uma posição adequada será a de o/a docente escrever no quadro o valor de nível de luz adequado (500 lux, para o plano de trabalho, numa sala de aula, de acordo com a ISO 8995:2002) e as crianças usarem a apresentação em dígitos, para encontrarem valores iguais ou superiores na sala de aula. Se não os encontrarem, poderão tentar criar essas condições, com o apoio dos/as docentes.

Figura 3 – Gráfico de variação do nível de luz quando se move o sensor para a janela e para o sentido contrário ao da janela



Os docentes poderão apoiar as crianças na interpretação dos gráficos, ajudando a identificar níveis que não deverão ser ultrapassados e a identificar os valores mais elevados e mais reduzidos. Os gráficos poderão ser editados, justapondo emoticons aos diferentes níveis medidos, identificando assim situações mais e menos saudáveis.

No caso das grandezas nível sonoro, nível de luz e temperatura, as crianças podem mais facilmente fazer pontes com a sua informação sensorial concreta, baixando o nível de abstração da tarefa. Será por isso aconselhável que os/as docentes peçam às crianças que verbalizem as suas sensações (som mais forte ou mais fraco, mais luz, menos luz, mais quente, mais frio...) e as vão comparando com os resultados nos gráficos, sendo facilitador que os/as docentes representem essas sensações em anotações dos gráficos.

No caso da concentração de dióxido de carbono, já não se torna fácil fazer pontes com a informação adquirida pelos sentidos das crianças. Para reduzir o nível de abstração da tarefa, uma possibilidade será relacionar a poluição com o aumento de concentração de dióxido de carbono no ar. As crianças poderão observar o aumento na presença de fontes poluidoras, como numa amostra de ar colhida perto do escape de um automóvel, e a diminuição num recipiente transparente fechado com uma planta a receber luz. Será interessante que as crianças entendam que a nossa respiração retira qualidade ao ar de ambientes fechados. Neste contexto, docentes e crianças poderão consciencializar que existem ambientes com melhor qualidade do

ar (por exemplos espaços verdes) que outros (espaços com muito trânsito e espaços fechados) e conceber propostas de ações de melhoria da qualidade do ar, que podem incluir não só o arejamento das salas de aula, mas também a ocupação mais racional das mesmas e a presença de plantas.

4. Conclusão

Este artigo enquadrou e apresentou os materiais e estratégias de um workshop sobre eco-sensores, como recursos para a participação de docentes e crianças (do pré-escolar e dos primeiros anos do 1º ciclo do Ensino Básico) em saúde ambiental nas escolas.

O workshop recorre a sensores robustos e fáceis de utilizar, em conjunto com tablets e telemóveis e com a app SPARKvue. Dois dos sensores, o de nível de som e o de nível de luz, estão integrados nos próprios tablets e telemóveis, o que os torna mais acessíveis às escolas e famílias. A possibilidade de visualização dos dados adquiridos na forma de dígitos ou de gráficos aumenta a flexibilidade destas ferramentas, permitindo análises quantitativas, mais adequadas a níveis etários mais elevados, mas também análises qualitativas, mais acessíveis às crianças mais pequenas.

Propõe-se que os/as docentes se familiarizem com os sensores e os problemas de saúde ambiental na escola, ganhando, para cada problema, competências de análise dos dados e de compreensão da relação entre as ações do quotidiano na escola e os seus impactes na qualidade do ambiente local e global, nomeadamente na saúde ambiental das escolas. Só após esta familiarização dos/as docentes se torna possível a reconstrução didática de tais atividades para crianças do pré-escolar e dos primeiros anos do 1º ciclo do Ensino Básico.

As atividades com sensores, aqui propostas, permitem a docentes e crianças criar novo conhecimento sobre a saúde ambiental das suas escolas e agir de forma relevante sobre as condições de saúde ambiental dos seus espaços, exercendo assim uma participação cidadã, ao mesmo tempo que desenvolvem a sua literacia tecnológica, científica e de saúde.

5. Acknowledgement

O trabalho de investigação, que produziu o presente artigo e o workshop, integra-se no projeto Eco-Sensors4Health (Eco-sensores na promoção da saúde: Apoiar as crianças na criação de escolas ecosaudáveis). O projeto Eco-Sensors4Health (LISBOA-01-0145-FEDER-023235) é apoiado pelo FEDER (PORTUGAL2020) e pelo Orçamento do Estado Português.

6. Referências

Angus, A. Lane, G. Martin, K. Papadogkonas, D. Papamarkos, G. Roussos, G. Thelwall, S. Sujon, Z. and West, N. (2007). *Urban Tapestries: Exploring Public Authoring in the City*, SCSIS Technical Report. Birkbeck: University of London.

Boulos, M. K., Resch, B., Crowley, D., Breslin, J., Sohn, G., Burtner, R., Pike, W., Jezierski, E., and Chuang, K. (2011). *Crowdsourcing, citizen sensing and sensor web technologies for public and environmental health surveillance and crisis management: trends, OGC, standards and application examples*. *International Journal of Health Geographics*, 10 (67).

Campbell A., Eisenman S., Lane N., Miluzzo E., and Peterson R. (2006) People-centric urban sensing. *Proceedings of the 2nd annual international workshop on Wireless internet, WICON '06* New York, NY, USA: ACM.

Castell, N. Kobernus, M., Liu, H., Schneider, P., Lahoz, W., Berre, A., and Noll, J. (2015). Mobile technologies and services for environmental monitoring: The Citi-Sense-MOB approach. *Urban Climate*, 14 (3), 370-382.

European Agency for Safety and Health at Work (2005). *Noise in figures, Risk observatory*. Thematic Report, n° 2, Luxemburgo

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

Fraden, J. (2010). *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. New York: Springer-Verlag.

Kanjo, E., Benford, S., Paxton, M., Chamberlain, A., Fraser, D. S., Woodgate, D., Crellin, D., and Woolard, A. (2008). MobGeoSen: Facilitating Personal Geosensor Data Collection and Visualization Using Mobile Phones. *Personal and Ubiquitous Computing*, 12(8), Springer-Verlag.

Lilly, J. (2010). Acoustical Performance Standards For Schools: Updated Standards Provide Recommendations For Acoustic Criteria For Background Noise, Reverberation, And Sound Isolation For Schools. Available at <http://www.gearypacific.com/docs/Acoustical%20Performance%20Standards%20For%20Schools.pdf>

Lupton, D. (2015), Health promotion in the digital era: a critical commentary. *Health Promotion International*, 30 (1), 174-183.

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

Peskin, S. (2012). Is mobile health revolution made for managed care? *Managed Care*. Retrieved May 10, 2017, from <http://www.managedcaremag.com/archives/1012/1012.mobile.html>

Rogers, Y. Price, S. Randell, C. Stanton-Fraser, D. Weal, M. and Fitzpatrick, G. (2005). Ubi-learning: Integrating Outdoor and Indoor Learning Experiences, *Communications of the ACM*, 48(1), 55-59.

Sagl, G. and Resch, B. (2015) *Mobile Phones as Ubiquitous Social and Environmental Geo-Sensors*. In Z. Yan, (ed.) *Encyclopedia of Mobile Phone Behavior* (pp. 1194-1213). Hershey PA, USA: IGI Global.

Shuler, C., Winters, N., and West, M. (2013). *The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners*. Paris: UNESCO.

Silva, M. J., Gomes, C. A., Pestana, B., Lopes, J. C., Marcelino, M. J., Gouveia, C., and 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., Aboim, S., Teixeira, S., Pinto, J. A., and Pereira, T. (2016). Using Senses and Sensors in the Environment to Develop Abstract Thinking: Evaluating the Utility and Usability of Electronic Sensors. In Marcelino, M. J., Mendes, A. J. and Gomes, C. (Eds.) *ICT in Education: Multiple and Inclusive Perspectives* (pp.133 – 149). Cham: Springer International Publishing.

van den Berg, E., Schweickert, F., and van den Berg, R. (2010). Science, Sensors and Graphs in Primary schools, in *Proceedings of the GIREP Conference 2010*.

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

World Health Organization (WHO) (2018). *Health topics: Environmental health*. Available at goo.gl/BGhEsp

Zucker, A., Tinker, R., Staudt, C., Mansfield, A. and Metcalf, S. (2007). Increasing Science Learning in Grades 3-8 Using Computers and Probes: Findings from the TEEMSS II Project. In *Proceedings of the NARST 2007 Annual Meeting*.