



Laboratórios de Ciências: análise diagnóstica em escolas públicas portuguesas Science labs: diagnostic analysis in Portuguese public schools

Ana V. Rodrigues

CIDTFF – Universidade de Aveiro
arodrigues@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0003-1736-1817>

Ana Sofia Sousa

CIDTFF – Universidade de Aveiro
anasofiasousa@ua.pt

Mariana Almeida

CIDTFF – Universidade de Aveiro
mariana@ua.pt

Joana Paiva

CIDTFF – Universidade de Aveiro
joana.paiva@ua.pt

Rui Marques Vieira

CIDTFF – Universidade de Aveiro
rvieira@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0003-0610-6896>

Patrícia João

CIDTFF – Universidade de Aveiro
pat.joao@ua.pt
<https://orcid.org/0000-0002-0102-1191>

Fernanda Couceiro

CIDTFF – Universidade de Aveiro
fcouceiro@ua.pt

Resumo

O presente trabalho enquadra-se no domínio da Educação em Ciências e foca-se na identificação, avaliação e apresentação de propostas para a melhoria dos espaços didáticos de ciência, dada a sua importância para a construção do conhecimento científico e para o desenvolvimento de capacidades associadas ao trabalho prático.



Este estudo assumiu um paradigma sócio-crítico de natureza mista para identificar, descrever, aferir e melhorar as infraestruturas destinadas à realização do trabalho prático de ciências, particularmente de índole experimental e laboratorial, nos 152 estabelecimentos de ensino público (do Pré-escolar ao Ensino Secundário) que integram a Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo, em Portugal.

Os resultados evidenciam que a organização dos laboratórios de ciências parece não potenciar o trabalho colaborativo entre os/as alunos/as. Relativamente aos recursos materiais para o ensino prático de ciências, verificou-se que, apesar da sua diversidade, estes são, por norma, insuficientes para a utilização simultânea por diferentes grupos de trabalho, como desejável. Verificou-se, ainda, a ausência de alguns equipamentos de proteção e emergência considerados vitais para a segurança da comunidade escolar.

Os principais contributos deste estudo relacionam-se com a perceção da realidade dos espaços escolares destinados às ciências e com a apresentação de propostas para a sua melhoria. As conclusões incitam à reflexão, por parte dos agentes educativos, sobre o estado atual e a relevância para a qualidade das aprendizagens em ciências dos laboratórios de ciências escolares que devem ser alvo de uma criteriosa e cuidada planificação, construção e apetrechamento.

Palavras-chave: Educação em Ciências; Laboratórios de Ciências; Avaliação; Gestão de Recursos

Abstract

The present work falls within the field of Science Education and focuses on the identification, evaluation and presentation of proposals for the improvement of science didactic infrastructures given its importance for the construction of scientific knowledge and the development of skills associated with practical work.

This study assumed a socio-critical paradigm of a mixed nature to identify, describe, evaluate and improve the infrastructures destined to perform practical work of sciences, particularly of experimental and laboratory nature, in 152 public education establishments (from Pre-school to secondary education) that integrate the Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo, in Portugal.

The results show that the organization of the science labs does not promote collaborative work among students. Regarding the material resources for the practical science teaching, it has been found that, despite their diversity, these are, in general, insufficient for the simultaneous use by the different working groups. It was also verified the absence of some protection and emergency equipment considered vital for the safety of the school community.

The main contributions of this study are related to the perception of the reality of school science infrastructures and with the presentation of proposals for their improvement. The conclusions encourage the reflection by educational agents on the current state and relevance of school



science labs to the quality of science learning of school science laboratories that must be carefully planned, constructed and equipped.

Keywords: Science education; Science labs; Evaluation; Resources management

Résumé

Le présent travail s'inscrit dans le domaine de l'enseignement des sciences et se concentre sur l'identification, l'évaluation et la présentation de propositions d'amélioration des espaces didactiques de la science compte tenu de son importance pour la construction de la connaissance scientifique et le développement des compétences associées au travail pratique.

Cette étude a pris un paradigme sociocritique de nature mixte pour identifier, décrire, évaluer et améliorer les infrastructures destinées aux travaux pratique des sciences, en particulier de nature expérimentale et laboratoire, dans les 152 écoles publiques (de l'enseignement préscolaire au secondaire) qui composent la Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo, au Portugal.

Les résultats montrent que l'organisation des laboratoires scientifiques ne favorise pas le travail collaboratif entre les étudiants. En ce qui concerne les ressources matérielles pour l'enseignement pratique des sciences, il a été constaté que, malgré leur diversité, ils sont, en règle générale, insuffisantes pour l'utilisation simultanée par les différents groupes de travail. Il a également été vérifié l'absence de matériel de protection et d'urgence jugé vital pour la sécurité de la communauté scolaire.

Les principales contributions de cette étude sont liées à la perception de la réalité des espaces scolaires des sciences et à présentation de propositions d'amélioration. Les conclusions encouragent à la réflexion des agents éducatifs sur l'état actuel et à l'importance des laboratoires scientifiques scolaires qui doivent être soigneusement planifiés, construits et équipés.

Mots-clés: Science Education; Science Laboratoires; Évaluation; Gestion des Ressources

Introdução

A Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade tem vindo a adquirir maior relevância nas sociedades de informação contemporâneas fortemente influenciadas pela Ciência e Tecnologia e a assumir um papel preponderante no desenvolvimento de uma cultura científica e tecnológica racional e atuante crucial para uma cidadania responsável.

Por esse motivo, a Educação em Ciências deve contextualizar e explorar os conteúdos a partir de temáticas e situações sociais inter e transdisciplinares relevantes do dia-a-dia e recorrer a atividades enquadradas numa abordagem didática de cariz Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente que despertem nos/nas alunos/as o interesse e o entusiasmo pela Ciência (Bonito,



2012; Cachapuz, 2009; Osborne, 2010). Advoga-se ainda que as atividades de ciências devem ser diversificadas, possuir um caráter intelectual e prático e emanar das concepções prévias e das experiências dos/as alunos/as e alicerçar-se em estratégias que promovam aprendizagens estruturantes (conceituais, processuais e atitudinais) e a construção de imagens adequadas sobre a relevância das ciências de modo a que possam promover a (re)construção do conhecimento científico (Bybee, 2002; Hodson, 2009; Martins et al., 2007; Mendes & Martins, 2016; Millar, 2010; Osborne, 2010).

Assim, e existindo estudos que estabelecem uma relação direta entre as condições oferecidas pelas infraestruturas escolares e o desempenho dos/as alunos/as (Lyons, 2001; Sunal, Wright & Sundberg, 2008), a Educação em Ciências deve desenvolver-se em espaços que possuam as características e os recursos que possibilitem aprendizagens diferenciadas e o desenvolvimento de competências científicas (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; Henderson, Fisher & Fraser, 2000).

Contextualização Teórica

Princípios orientadores para a conceção e utilização de laboratórios escolares

Sendo relevante a existência de infraestruturas específicas para o ensino das ciências em todos os níveis de ensino, importa apresentar os princípios orientadores da conceção e utilização dos laboratórios escolares preconizados pela investigação realizada neste domínio (Motz, Biehle & West, 2007; Rodrigues & Martins, 2015). De acordo com os/as autores/as referidos, um laboratório escolar deve possuir **espaço** suficiente que possibilite a livre circulação entre as diferentes zonas de trabalho existentes num laboratório de ciências. É primordial que seja proporcionada uma dimensão de superfície de trabalho adequada (que contemple espaço para arrumar os materiais de registo das observações), de acordo com as características de cada aluno/a e da tarefa a desenvolver. Por último, o espaço deve contemplar mobiliário adequado à arrumação de todos os recursos e espaços de apoio à preparação das atividades práticas.

A **organização** de um laboratório escolar deve primar pela eficiência e permitir a rentabilização dos diferentes espaços, constituindo exemplos desta, a existência de zonas de aprendizagem comuns (ex. observação microscópica ou multimédia) e a arrumação integral dos recursos por temáticas de modo a agilizar a preparação das atividades. Desta forma, o acesso e a seleção dos recursos necessários pelos/as próprios/as alunos/as incentiva um envolvimento mais ativo nas atividades e fomenta igualmente a responsabilização não só pela utilização, mas também pela limpeza e arrumação dos itens utilizados.

Destaca-se, ainda, a importância de conceber espaços específicos destinados à exposição dos trabalhos executados pelos/as alunos/as que estimule a divulgação junto da restante comunidade escolar. Outro aspeto a salientar diz respeito à **funcionalidade** que se obtém, por exemplo, com a criação de espaços de trabalho de grupo que contemplem os indispensáveis



ponto de água, de eletricidade e fonte de calor e que possibilitem o desenvolvimento das atividades por todos os grupos em simultâneo. A opção por mobiliário móvel que flexibilize a organização do espaço e dos equipamentos é fundamental para a realização de uma ampla diversidade de atividades que envolvam os/as alunos/as e potenciam aprendizagens mais significativas e duradouras. Nesta dimensão deve considerar-se também o apetrechamento dos laboratórios com os recursos destinados ao estudo das diversas temáticas previstas para cada nível de ensino e na quantidade suficiente para que a realização das atividades práticas possa desenvolver-se em todos os grupos de trabalho existentes.

Por fim, é crucial não menosprezar a aquisição e a manutenção de equipamento de proteção (ex. luvas térmicas) e o armazenamento de materiais perigosos (ex. inflamáveis) em armários adequados devidamente ventilados de forma a garantir a **segurança** de toda a comunidade escolar que utiliza os espaços de ciências.

À luz dos princípios orientadores apresentados, o presente estudo procurou (i) identificar as escolas que disponibilizam infra-estruturas, (ii) conhecer as infraestruturas, os recursos materiais e equipamentos destinados ao ensino das ciências de 152 escolas do centro do país, e (iii) aferir se estes se adequavam à realização das atividades práticas de ciências preconizadas pelos currículos e pelas orientações da educação pré-escolar e de todos os níveis dos ensinos básico e secundário (Conhecimento do Mundo, Estudo do Meio, Ciências Naturais, Físico-Química, Física, Química, Biologia e/ou Geologia). De igual modo, pretendeu-se verificar a existência de condições físicas que viabilizassem o desenvolvimento de trabalho de grupo e se possuíam a diversidade e a quantidade dos recursos materiais que proporcionem aos/às alunos/as uma interação direta com os procedimentos científicos no estudo de dinâmicas e fenómenos físicos, químicos e naturais.

Metodologia

Considerando os objetivos indicados, este estudo centrou-se no paradigma sócio-crítico de natureza mista, tendo-se recorrido à recolha de dados qualitativos e quantitativos que, em conjunto, proporcionaram uma visão mais ampla da realidade (Coutinho, 2011). O seu propósito foi o de caracterizar, em detalhe, as infraestruturas, equipamentos e recursos destinados ao ensino prático de ciências e apresentar propostas para a melhoria do ensino de ciências nos 152 estabelecimentos de ensino públicos (pré-escolar, básico e secundário) que integram a Comunidade Intermunicipal do Médio Tejo (CIM do Médio Tejo) localizada no centro de Portugal. Para o efeito, a metodologia de trabalho adotada focou-se no levantamento e análise de dados que se dividiu em diversas fases de acordo com os procedimentos que se descrevem a seguir.

Fase 1: Compilação documental

A compilação dos dados iniciou-se com a conceção do instrumento de recolha de dados relativos à diversidade e à quantidade de recursos destinados ao ensino prático de ciências



(equipamentos, recursos materiais e consumíveis) existentes em cada um dos 152 estabelecimentos escolares que integram os agrupamentos de escolas que incorporam a CIM do Médio Tejo.

Este instrumento assumiu a forma de um formulário semiestruturado que contemplava cinco secções distintas para indicação dos equipamentos, recursos, consumíveis, mobiliário e elementos de segurança existentes nos espaços de ciências escolares. Este formulário foi enviado para cada uma das 152 escolas com a finalidade de compreender a diversidade e a quantidade dos recursos existentes nas mesmas. Foi igualmente solicitada a especificação das características do mobiliário existente nos espaços dedicados ao ensino das ciências, bem como a composição individualizada dos elementos constituintes de "kits" e de outras coleções de recursos (ex. minerais ou conjuntos de ótica). Para além destes elementos, os formulários contemplaram ainda a possibilidade de serem acrescentados outros itens existentes, para além dos expectáveis que se encontravam previamente enumerados.

Após a receção e leitura «flutuante» que correspondeu a uma pré-análise documental de todos os formulários preenchidos pelas 152 escolas, a recolha de dados foi complementada com recurso a técnicas de observação direta. Neste sentido procedeu-se à realização de pesquisas de campo em cada um dos estabelecimentos escolares que englobam este estudo. As pesquisas de campo efetuadas foram preparadas logisticamente no sentido de aferir os espaços e os recursos existentes, bem como a distribuição dos equipamentos entre os laboratórios, a sua organização e estado de conservação dos mesmos. Para tal, definiu-se um protocolo de observação estruturado na forma de lista de verificação que foi preenchida pelos elementos da equipa de investigação durante as visitas efetuadas. Completou-se esta informação com o registo de notas de campo dos membros da equipa que providenciaram outros elementos pertinentes para a caracterização pretendida (ex. tipologia dos espaços escolares, existência e localização de pontos de água).

A observação presencial permitiu, ainda, confrontar os dados indicados pelas escolas e clarificar algumas dúvidas suscitadas por imprecisões no preenchimento dos formulários pelos agrupamentos (ex. conjuntos de rochas com amostras não identificadas). Assim, os procedimentos descritos resultaram no preenchimento devido do formulário de cada uma das escolas e na listagem integral relativa à diversidade, quantidade e estado de conservação de todos os recursos existentes em cada estabelecimento escolar.

Importa, por fim, acrescentar que se concluiu cada pesquisa de campo com uma reunião de trabalho que envolveu a equipa de investigação, a direção do Agrupamento, os coordenadores e docentes de disciplinas de ciências (Pré-escolar: Conhecimento do Mundo; 1.º CEB: Estudo do Meio; 2.º CEB: Ciências Naturais; 3.º CEB: Físico-Química; Secundário: Física, Química, Biologia e/ou Geologia) de modo a envolver todos os intervenientes neste processo. Nestas reuniões apresentou-se uma síntese das visitas realizadas aos espaços de ciências das escolas, recolheram-se algumas informações complementares pertinentes (ex. indicação de planos de requalificação), bem como as opiniões e as sugestões dos diferentes intervenientes no sentido da melhoria desses espaços em prol de um melhor ensino prático das ciências. Todas estas reuniões foram audiogravadas com o consentimento dos participantes e posteriormente transcritas para elaboração e validação de cada um dos relatórios de visita enviados à CIM do Médio Tejo.



Fase 2: Elaboração de propostas de mobiliário e recursos materiais para os laboratórios de ciências

Em simultâneo com a fase anterior, procedeu-se também à conceção de propostas de recursos materiais e de mobiliário destinado aos laboratórios de ciências de acordo com as recomendações para o ensino prático de ciências tendo por base uma compilação de todas as atividades práticas preconizadas nos currículos de Ciências e os recursos necessários para a sua realização em cada nível de ensino (pré-escolar, 1.º CEB, 2.º CEB, 3.º CEB e secundário).

Estas propostas foram organizadas em cinco categorias que se descrevem seguidamente, a saber: i) **equipamentos**, em que se listaram todos os recursos utilizados nas práticas de laboratório que requerem uma utilização e manutenção mais cuidadas e exigentes (ex. microscópio, centrifugadora); ii) **recursos materiais**, que incluíram toda a "vidraria", objetos e instrumentos de uso diversificado (ex. crivos, pinças, espátulas); iii) **consumíveis**, que compreenderam os reagentes químicos e outros materiais de uso corrente sujeitos a desgaste (ex. papel indicador pH ou de cromatografia); iv) **segurança**, na qual se compilaram todos equipamentos e recursos de proteção e emergência (ex. *hotte* e chuveiro de segurança); e v) **mobiliário**, que contemplou ilhas destinadas ao trabalho de grupo, bancadas laterais com e sem pontos de água, e armários para a arrumação temática do conjunto de recursos recomendados.

Estas propostas foram designadas por "Propostas para Laboratório de Ciências – Recursos, Equipamentos e Mobiliário" (PLC-REM) e a sua elaboração considerou as/os Orientações/Programas/Metas Curriculares de Ciências do Pré-Escolar, 1.º, 2.º, 3.º CEB e Ensino Secundário e manuais escolares (em vigor, março 2017: ME, 1990, 2003, 2004, 2013, 2014a, 2014b, 2016), guiões didáticos elaborados no âmbito de programas de formação do ensino experimental das ciências do 1.º CEB (cf. <http://www.dge.mec.pt/guioes-didaticos-eb>) e a experiência dos/as professores/as e de investigadores/as em Didática das Ciências do Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Aveiro. A quantidade de recursos necessários foi definida considerando a constituição das turmas que, de modo geral, oscila entre os vinte e seis e os trinta alunos/as (Despacho normativo n.º 7 – B/2015 – Diário da República, 2.º série, n.º 88 de 7 de maio). Por este motivo considerou-se a organização dos elementos das turmas em cerca de quatro a seis grupos de trabalho, conforme a possibilidade de desdobramento das mesmas (viável nas turmas do 3.º CEB e do ensino secundário). Esta organização, que contempla grupos de quatro ou cinco elementos, é advogada como sendo a que possibilita um maior envolvimento ativo de todos/as os/as alunos/as e, em simultâneo, a diversidade suficiente de opiniões, perspetivas e pontos de vista que favorecem a discussão, a negociação e a tomada de decisão (Barkley, 2005; Jacques & Salmon, 2008).

Fase 3: Análise dos dados

À medida que os dados correspondentes à fase 1 foram sendo obtidos e tratados, procedeu-se à criação de listas comparativas com o objetivo de sintetizar e confrontar a diversidade e quantidade dos recursos inventariados pelas escolas (por meio da informação proveniente do preenchimento dos formulários e das pesquisas de campo) com os considerados necessários



para o estudo das diferentes temáticas em cada um dos níveis de ensino (PLC-REM). Este processo originou documentos comparativos relativos aos recursos materiais existentes em cada laboratório, em cada escola e em cada agrupamento o que possibilitou a caracterização e a análise interpretativa que apresentaremos na seção seguinte.

A análise de conteúdo foi realizada de acordo com as finalidades definidas e procedimentos sistemáticos e objetivos, tendo-se recorrido a uma abordagem organizativa dos dados em ficheiros do programa *Microsoft Excel*® 2016. seguidamente, aplicou-se um método de cálculo de percentagem de modo a identificar a diversidade dos recursos materiais existentes em cada uma das escolas. Para além da análise da diversidade, foi possível aferir também a existência das quantidades de recursos materiais consideradas suficientes para o trabalho simultâneo dos grupos de alunos/as em cada turma. Estas percentagens deram origem à elaboração de gráficos que serão apresentados na secção dos resultados e que tornam mais clara a leitura e compreensão dos dados recolhidos.

Importa clarificar que apesar de, inicialmente, se ter considerado a hipótese de analisar individualmente os dados por nível de ensino, esta pretensão foi inviabilizada pela complexidade e diversidade de tipologias de estruturas das redes escolares dos agrupamentos de escolas (ex. algumas escolas englobam os 2.º e o 3.º CEB enquanto outras lecionam o 3.º CEB e o Secundário). Assim, optou-se pela definição de duas categorias de organização escolar de forma a abreviar e facilitar a visualização dos dados e a interpretação dos mesmos, nomeadamente: i) Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º CEB e ii) Ensino dos 2.º, 3.º CEB e Ensino Secundário.

Fase 4: Elaboração de listas de necessidades individuais

Após a análise efetuada às listagens dos recursos materiais identificados em cada escola e tendo como referência os recomendados para o estudo de cada temática e nível de ensino (PLC-REM), elaboraram-se listas de recursos materiais personalizadas recomendados para aquisição pelos dezoito agrupamentos de escolas dos treze municípios envolvidos neste estudo, com a finalidade de contribuir para a melhoria dos espaços de ciências existentes e para o estudo de todas as temáticas em cada nível de ensino. Em algumas situações, designadamente em escolas que se encontravam em fase de requalificação, não só foram apresentadas as listagens dos recursos materiais necessários, como foram feitas sugestões e recomendações relacionadas com a seleção e disposição do mobiliário a adquirir para os laboratórios de ciências (de modo a permitir o trabalho de grupo funcional e eficiente) e, ainda, dos equipamentos relacionados com a segurança e de resposta a situações de emergência.



Resultados

Caracterização das infraestruturas

Educação Pré-escolar e Ensino do 1.º CEB

Nos estabelecimentos escolares do Pré-Escolar e do 1.º CEB ($n=121$) apenas foi identificado um laboratório de ciências que se encontra integrado numa escola do 1.º CEB. Constatou-se também a existência de infraestruturas específicas para o ensino das ciências em nove centros escolares, nomeadamente, "Salas de Ciências" (salas de aula normais, com ou sem ponto de água onde se encontravam arrumados os recursos de ciências existentes).

Ensino dos 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário

Com vista a uma melhor perceção das noventa e uma infraestruturas identificadas para o ensino de ciências nas trinta e uma escolas dos restantes níveis de ensino (2.º, 3.º CEB e Ensino Secundário), optou-se pela definição de 3 tipologias que distinguissem os diferentes espaços de acordo com as suas características.

Nesta conformidade, reconheceu-se a existência de 24% de laboratórios de ciências (espaços flexíveis devidamente apetrechados com mobiliário que incorporava pontos de água e eletricidades funcionais, superfícies adequadas e recursos diversificados e suficientes para a exploração de atividades práticas em pequenos grupos sobre as temáticas/conteúdos do(s) programa(s) de ciências).

A maioria dos espaços, 68% da totalidade das infraestruturas de ciências, enquadravam-se na tipologia que se designou "pseudolaboratórios" (espaços de aulas destinados ao ensino das ciências, mas que não possuem características adequadas à promoção de atividades práticas experimentais ou laboratoriais pelos diferentes grupos de trabalho, sendo um exemplo destes, salas de aula com bancadas laterais que incluem um ou vários pontos de água equipadas com mesas e cadeiras de sala de aula ditas "normais").

Por fim, constatou-se também a existência de Salas de Ciências (espaço/sala com mobiliário igual a qualquer outra sala de aula destinada ao ensino de outra disciplina) que representam 8% das infraestruturas que são utilizadas, sobretudo, para o ensino das Ciências Naturais no 2.º CEB, tal como se pode verificar no gráfico que se apresenta (Gráfico 1). De notar que a organização da maioria destes espaços, maioritariamente direcionados para o ensino teórico, promove pouco o trabalho de grupo.

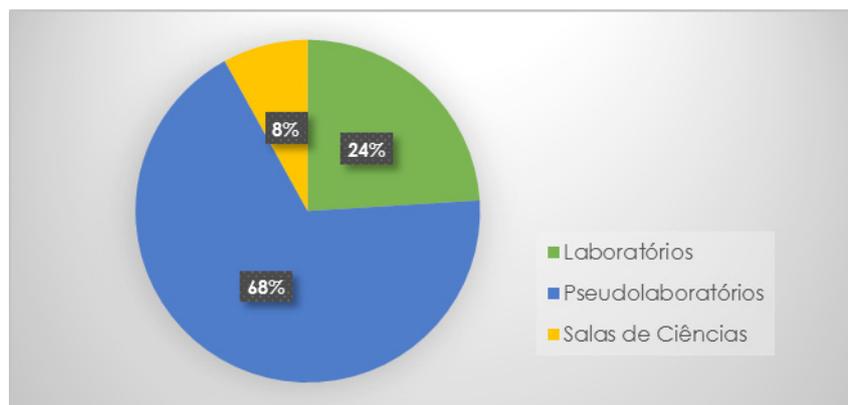


Gráfico 1. Distribuição da tipologia de espaços de ensino de Ciências nos estabelecimentos de ensino do 2.º, 3.º CEB e Secundário

Outro aspeto verificado, comumente, foi o facto de os espaços especificamente criados para o ensino prático das ciências, em algumas escolas, servirem para o ensino teórico de outras áreas curriculares o que, em diversas situações, impossibilita a realização de atividades práticas de ciências em particular pelas turmas do 2.º CEB.

Recursos - equipamentos e recursos materiais

Educação Pré-escolar e Ensino do 1.º CEB

A qualidade dos espaços para o ensino prático das ciências está, em parte, dependente dos recursos existentes (Sunal et al., 2008). Neste estudo, não foram identificados recursos para o ensino prático de ciências em 62,5% dos estabelecimentos de ensino do Pré-escolar e do 1.º CEB. Em algumas situações, os recursos existentes nas escolas encontravam-se ainda selados nas suas embalagens originais ou armazenados em locais que denotam a sua não utilização. Apenas o estabelecimento de ensino do 1.º CEB que possui um laboratório de ciências apresentou a quase totalidade dos recursos recomendados (96%) destinados ao estudo das diferentes temáticas em simultâneo por seis grupos de alunos/as.

Ensino do 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário

A análise focada em cada uma das áreas disciplinares destes níveis de ensino evidenciou os seguintes factos:



- i) para as áreas da Biologia e da Geologia, a análise dos dados (Figura 1) indicou que a percentagem dos recursos comuns a estas duas disciplinas é superior aos específicos de cada uma destas áreas científicas por si só.
- ii) relativamente às áreas de Química e Física, verificou-se que os recursos comuns às duas disciplinas apresentam percentagens aproximadas às dos específicos de Química, sendo estes superiores, em cerca de 13%, relativamente aos de Física.



Figura 1. Distribuição de recursos existentes nas escolas por áreas científicas

A título ilustrativo, foi identificada a ausência em 88% das escolas destes níveis de ensino, de equipamentos e recursos recomendados, tais como, modelos anatómicos para o ensino das Ciências Naturais e da Biologia (ex.: células animais e vegetais, os do desenvolvimento embrionário ou da pele), modelos de Geologia destinados ao estudo da dinâmica interna da Terra (ex. falhas geológicas) e de sensores para o estudo da Física (ex. velocidade, forças e luz). Verificou-se ainda a existência de alguns equipamentos específicos (ex. cabine de fluxo laminar ou termociclador) que estão para além dos recursos considerados essenciais para o estudo de algumas temáticas no laboratório escolar de uma das escolas analisadas.

Com a finalidade de tornar mais clara a leitura dos dados, criaram-se categorias que englobaram diferentes níveis de ensino de acordo com a organização dos diferentes Estabelecimentos de Ensino (EE), nomeadamente: Estabelecimentos de Ensino Secundário com 3.º CEB; Estabelecimentos de Ensino Secundário com 2.º e 3.º CEB; e Estabelecimentos de Ensino dos 2.º e 3.º CEB.

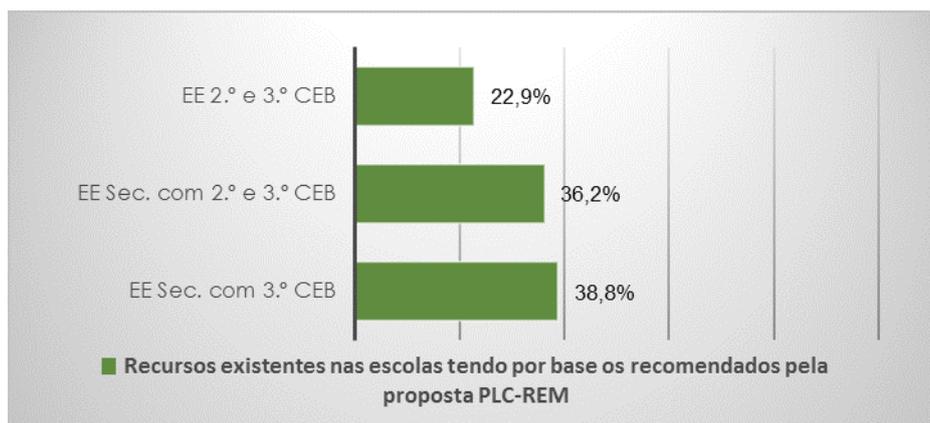


Figura 2. Distribuição de recursos existentes nas escolas por níveis de ensino tendo por base os recomendados pela proposta PLC-REM

A análise permitiu verificar que os estabelecimentos de ensino de 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário possuíam uma diversidade de recursos que possibilitam o estudo de quase todas as temáticas previstas nos currículos das diferentes áreas científicas. No entanto, os recursos existentes eram insuficientes para o trabalho simultâneo dos quatro ou seis grupos de trabalho recomendados. Este facto justifica, parcialmente, a diminuta percentagem de recursos, inferior a 40%, apresentadas por todas estas escolas. De realçar que a média das percentagens dos mesmos, tendo por base a proposta PLC-REM, aumentou com o nível de ensino, sendo as escolas secundárias as que apresentaram os valores percentuais mais elevados.

Numa outra perspetiva, direcionada para as questões de segurança necessárias, listaram-se nas PLC-REM os recursos considerados essenciais no decurso, por exemplo, do manuseamento de químicos perigosos e/ou na utilização de fontes de aquecimento (*hotte*, chuveiro de segurança, lava-olhos, mala de primeiros socorros, manta contrafogo, balde de areia e óculos de proteção). A análise destes elementos nas escolas permitiu verificar que os estabelecimentos de ensino secundário com 2.º e 3.º CEB apresentaram percentagens ligeiramente superiores às escolas dos 2.º e 3.º CEB (Figura 3), embora estes representassem apenas 19,2% da totalidade dos recursos recomendados.

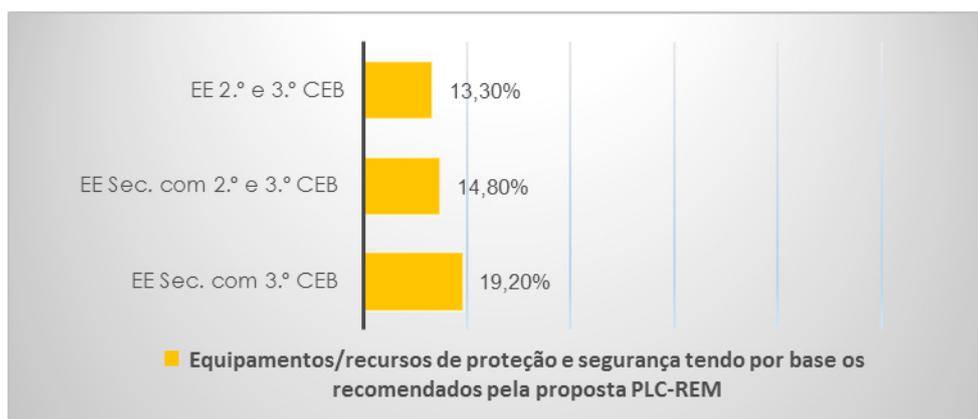


Figura 3. Distribuição de equipamentos/recursos de proteção e segurança por níveis de ensino

Constatou-se a existência de *hottes* em cerca de 60% das escolas dos 2.º e 3.º CEB e Ensino Secundário. No entanto, verificou-se a falta de equipamento de proteção e de segurança em todas as escolas destes níveis de ensino, à exceção de uma. Em particular, importa destacar a ausência de chuveiros de emergência na quase totalidade das escolas analisadas (90%).

Considerações finais

O confronto destes resultados com a literatura de referência fez emergir, ao longo da realização deste estudo, um conjunto de sugestões e recomendações que visam uma melhoria da funcionalidade e a rentabilização dos espaços de ciências escolares, dos recursos existentes e dos aspetos a ter em conta, em particular, relativamente à segurança nas escolas.

Nesta conformidade, os espaços destinados à realização do trabalho prático de ciências analisados beneficiariam, regra geral, de uma redistribuição do mobiliário existente de modo a favorecer o trabalho de grupo. Um exemplo desta poderá constituir, por exemplo, na criação de espaços de trabalho que contemplassem um ponto de água, encostando as mesas já existentes às bancadas laterais dos laboratórios que, por norma, possuem vários pontos de água. Numa outra vertente, sugere-se também uma reorganização cuidada dos recursos nos laboratórios por temáticas de modo a facilitar e rentabilizar a sua utilização e posterior arrumação. Sendo vital a utilização dos espaços específicos de ciências, por todas as turmas, durante a realização do trabalho prático seria pertinente ponderar a reestruturação geral dos horários escolares de modo a possibilitar que a utilização destes se destine, exclusivamente, às aulas práticas de ciências.

Sendo desejável que se aproxime o conhecimento disponibilizado pela investigação realizada no domínio da Didática das Ciências e a realidade das práticas didático-pedagógicas atuais, os espaços escolares de ciências devem, pois, disponibilizar a globalidade de equipamentos e recursos recomendados que possam contribuir para o sucesso das aprendizagens esperadas.



Para tal, recomenda-se a aquisição da diversidade de equipamentos e recursos indicados para o estudo de todas as temáticas de ciências dos diferentes níveis de ensino, nas quantidades suficientes para a realização simultânea das atividades práticas pelo número apropriado de grupos de trabalho. Outro aspeto importante prende-se com a atenção que deve recair sobre a necessidade constante de manutenção e reparação dos equipamentos avariados (ex. limpeza de microscópios) passando também pela sua substituição. Quando tal não for possível ou viável, recomenda-se o abate dos aparelhos inutilizados recorrendo-se para tal a estruturas preparadas para o efeito. Sugere-se, ainda, a inventariação regular dos consumíveis existentes nos laboratórios e o controlo dos prazos de validade dos mesmos.

De forma a garantir a segurança de toda a comunidade escolar nos espaços de Ciência, recomenda-se o apetrechamento destes espaços didáticos com os equipamentos de proteção, de segurança e de emergência em falta, como por exemplo, o lava-olhos de emergência, bem como a pronta reparação dos equipamentos avariados e a realização das verificações recomendadas (ex. extintores). Seria também aconselhável considerar a realocação dos equipamentos de segurança quando estes se encontram afastados das áreas de trabalho.

Em síntese, considerando o foco deste estudo e reconhecendo-se o facto de que os espaços destinados ao ensino prático de ciências devem promover o envolvimento ativo dos/as alunos/as no trabalho conjunto, conclui-se que, por norma, as infraestruturas das escolas analisadas não parecem potenciar o trabalho de grupo. Por outro lado, a quantidade dos recursos existentes é manifestamente insuficiente para a realização simultânea, por todos os grupos de trabalho, das atividades práticas indicadas para o estudo dos conteúdos pelos/as Orientações/Programas/Metas Curriculares de Ciências em vigor indicadas neste estudo.

Importa, também, salientar a necessidade de uma adequada formação ao longo de toda a carreira docente dos/as professores/as de ciências que impulse a renovação das suas conceções e práticas letivas de modo a capacitá-los/as para responderem às exigências de uma Educação em Ciências que contribua para preparar os/as alunos/as para os desafios e oportunidades do século XXI. De referir, ainda, que a existência de técnicos de laboratórios afigura-se como uma mais valia no suporte aos/as professores/as na preparação das atividades práticas e no apoio à realização das mesmas pelos/as alunos/as durante as aulas de ciências.

Numa outra perspetiva, seria também relevante alargar este estudo a outras comunidades intermunicipais, de modo a obter-se uma visão holística da realidade nacional que possa orientar a melhoria dos espaços didáticos de ciências existentes e, eventualmente, comparar com outros países.

Em suma, as conclusões resultantes deste estudo, suportadas pela investigação científica realizada ao longo das últimas décadas, pelas orientações e recomendações teóricas da literatura de referência e pela análise presencial da realidade, devem constituir-se como objeto de reflexão para os/as professores/as e para a direção das escolas. No entanto, e em especial, deveriam também ser disseminadas entre os responsáveis pela tomada de decisões pedagógicas e/ou políticas e administrativas sobre a importância do desenho, construção e apetrechamento adequados de laboratórios de ciências escolares com vista a uma Educação em Ciências de qualidade que possibilite aprendizagens ativas, relevantes, úteis e duradouras.



Referências

Barkley, E., Cross, K., & Major, C. (2005). *Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Bonito, J. (2012). *Panoramas atuais acerca do ensino das ciências*. Boa Vista: Universidade Federal de Roraima.

Bybee, R. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. In Bybee, R. (Edit.) *Learning science and the science of learning* (pp. 25-35). Arlington: National Science Teachers Association Press.

Cachapuz, A. (2009). Ensino, qualidade e formação de professores: necessidades actuais. In Bonito, J. (Org.) *Ensino, qualidade e formação de professores*. (pp.77-87). Universidade de Évora: Departamento de Pedagogia e Educação.

Coutinho, C. (2011). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática*. Coimbra: Edições Almedina.

Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse A. (Ed.). (2007). *Taking science to school: learning and teaching science in grades K-8*. Washington: National Academy of Sciences. Disponível em: http://www.nap.edu/download.php?record_id=11625

Henderson, D., Fisher, D. & Fraser, B. (2000). Interpersonal behavior, laboratory learning environments, and student outcomes in senior biology classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 26-43.

Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam: Sense Publishers.

Jacques, D. & Salmon, G. (2008). *Learning in groups: a handbook for face-to-face and online environments* (4 ed.). London: Routledge.

Lyons, J. (2001). *Do school facilities really impact a child's education? Issuetrak: a CEFPI brief on educational facility issues*. Disponível em: https://archive.org/details/ERIC_ED_458791

Martins, I., Veiga, M., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. V., & Couceiro, F. (2007). *Educação em ciências e ensino experimental*. Lisboa: Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

Mendes, A. & Martins, I. (2016). Cinco Orientações para o Ensino das Ciências: a Dimensão CTS no Cruzamento da Didática e de Políticas Educativas Internacionais. *Revista Ibero americana de ciencia, tecnología y sociedad*, 33 (11), 93-112.

Ministério da Educação (1990). *Organização Escolar e Programas: 1.º Ciclo do Ensino Básico*. Disponível em: <http://www.dge.mec.pt/estudo-do-meio>

Ministério da Educação (2003). Programa de Biologia e Geologia 11.º e 12.º anos. Disponível em: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/programa_fqa_10_11.pdf



Ministério da Educação (2004). Programa de Biologia 12.º ano (2006). Disponível em: <http://www.dge.mec.pt/biologia>

Ministério da Educação (2013). Metas Curriculares de Ciências Naturais (5.º, 6.º, 7.º, 8.º anos). Disponível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_cn_metas_curriculares_5_6_7_8_ano_0.pdf

Ministério da Educação (2014a). Metas Curriculares de Ciências Naturais (9.º ano). Disponível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/metas_curriculares_ciencias_naturais_9_ano_0.pdf

Ministério da Educação (2014b). *Programa de Física e Química A*. Disponível em: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/programa_fqa_10_11.pdf Ministério da Educação (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. Disponível em: <http://www.dge.mec.pt/orientacoes-curriculares-para-educacao-pre-escolar>

Millar, R. (2010). Practical work. In Osborne, J. & Dillon, J. (Edit.). *Good practice in science teaching what research has to say* (pp. 108-134). Glasgow: Open University.

Motz, L., Biehle, J. & West, S. (2007). *NSTA Guide to planning school science facilities*. (2 ed.). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Osborne, J. (2010). Science for citizenship. In Osborne, J. & Dillon, J. (edit.). *Good practice in science teaching what research has to say* (pp. 46-67). Glasgow: Open University.

Rodrigues, A. V. & Martins, I. (2015). Desenvolvimento de um laboratório de ciências para os primeiros anos de escolaridade. *Revista Interações*, 11 (39), 368-380.

Sunal, D., Wright, E., & Sundberg, C. (2008). *The impact of the laboratory and technology on learning and teaching science K-16*. North Carolina: Information Age Publishing.