

A renovação da caixa métrica: Um recurso potenciador da articulação curricular no 1.º CEB

Susana Silva¹

Escola Superior de Educação do Politécnico do Porto

Alexandre Pinto

Escola Superior de Educação do Politécnico do Porto

CIDTFF - Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores

Daniela Mascarenhas

Escola Superior de Educação do Politécnico do Porto

inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação

CeiED - Centro de Estudos Interdisciplinares em Educação e Desenvolvimento

RESUMO

O estudo que se apresenta centra-se na caixa métrica, um recurso ligado à história das salas de aula das nossas escolas e ainda presente nos dias de hoje no espólio de várias instituições escolares.

Assente em diretrizes educacionais e didáticas, a investigação teve como premissa a verificação da pertinência da utilização dos materiais da caixa métrica para abordagens interdisciplinares, tendo sido definido como objetivo de investigação a identificação das potencialidades do uso da balança de dois pratos e do *Arduino* na articulação de saberes de Matemática e Estudo do Meio. Os recursos referidos permitiram assim criar uma caixa métrica mais atualizada e mais abrangente a nível curricular.

Neste sentido, foi implementado um percurso didático centrado nesses recursos, numa turma do 1.º ano, que permitiu averiguar a articulação curricular nas áreas da Matemática e Estudo do Meio, bem como na Educação Artística.

Relativamente à natureza da metodologia esta é classificada com mista, visto que incorpora características da metodologia quantitativa e da qualitativa.

A concretização das sessões espelhou o desenvolvimento de díspares competências consagradas no Perfil do aluno à saída da escolaridade, bem como permitiu averiguar que os recursos referidos são excelentes instrumentos para a exploração de vários conteúdos programáticos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências Naturais e Matemática; Articulação de saberes; Abordagem manipulatória de materiais; Perfil do aluno.

ABSTRACT

The study presented focuses on the metric box, a resource connected to the history of classrooms of our schools, that it is still present today in various school institutions.

Based on educational and didactic guidelines, the investigation was based on the verification of the pertinence of the use of the materials in the metric box. Therefore, it was selected a resource from the metric box (two-scale scale) and it was inserted a new resource (*Arduino*). This created a more updated metric box which allows for a wider curricular coverage.

In this sense, a didactic path was implemented, which was centered on the mentioned resources, in a class of the 1st year, which allowed to verify the curricular articulation in the areas of Mathematics and Study of the Environment, as well as in Artistic Education.

Regarding the nature of the methodology, it is classified as mixed, since it incorporates characteristics of the quantitative and qualitative methodology.

¹ Endereço de contacto: susana_silva94@hotmail.com

The concretization of the sessions mirrored the development of different skills enshrined in the Student's Profile after leaving school, and it made it possible to confirm that the referred resources are excellent instruments for the exploration of various programmatic topics.

Keywords: Teaching of Natural Sciences and Mathematics; Articulation of knowledge; Manipulative materials approach; Student profile.

1. Introdução

A investigação centrada na caixa métrica foi definida segundo duas questões que orientaram todo o projeto. A primeira questão foi: (i) De que forma a balança de dois pratos e o *Arduino* potenciam a articulação de saberes nas disciplinas de Matemática e Estudo do Meio?; e a segunda, (ii) Quais os contributos da manipulação da balança de dois pratos e do *Arduino* para o envolvimento dos estudantes?

Perante a identificação do recurso foi reconhecida a caixa métrica com um material estruturado, que permite a abordagem de díspares conteúdos programáticos. Tendo em consideração que muitas instituições escolares, ainda, possuem este recurso e não recorrem a ele nas suas propostas didáticas, este projeto teve como finalidade identificar a potencialidade dos materiais que o compõe, bem como verificar a pertinência da introdução de materiais tecnológicos, de forma a torná-lo mais atualizada e versátil, permitindo uma utilização mais abrangente face aos conteúdos programáticos.

Dessa forma, aliado à caixa métrica recorreu-se ao *Arduino* permitindo aproximar ao contexto atual, visto que a maior parte das balanças utilizadas hoje são digitais; facilitar ações manipulativas; desmistificar a eletrónica básica; bem como, preparar futuras abordagens de iniciação à programação computacional.

Procurando identificar a ocorrência de aprendizagens eficientes e significativas, tomou-se o envolvimento dos estudantes enquanto indicador do cumprimento dos dois alicerces da prática educativa supramencionados. Por envolvimento foi considerada a definição de Lopes et al. (2009) que referem que:

O “envolvimento produtivo” na disciplina consiste no empenho dos estudantes, emocional e intelectual, nos propósitos, no discurso e nas acções que promovam progressos intelectuais numa tarefa, num tópico, num problema, qualquer que seja o ponto de partida em determinada área de conhecimento (p.1).

Desta forma, foram definidos como parâmetros de avaliação do envolvimento, a concentração, os comentários verbais e, ainda, a satisfação dos estudantes, numa escala que foi adaptada da *The Leuven Involvement Scale for Young Children* (LIS-YC) (Laevens, 1994).

No que se refere às questões orientadoras do projeto foram definidas duas: (i) De que forma a balança de dois pratos e o *Arduino* potenciam a articulação de saberes nas disciplinas de Matemática e Estudo do Meio?, e (ii) Quais os contributos da manipulação da balança de dois pratos e do *Arduino* para o envolvimento dos estudantes?

A investigação foi desenvolvida em quatro fases, seguindo uma metodologia mista, nas quais foram aplicados os seguintes instrumentos: entrevista à professora titular; questionários aos estudantes e a observação direta. Para a análise do envolvimento dos alunos utilizou-se a escala de envolvimento referida previamente. Neste sentido, o presente artigo é sustentado por diversos pilares teóricos que aliados às opções metodológicas, enquadram o estudo exploratório, cuja génese está no problema identificado e assume como alvo sua validação na resposta às questões de investigação. Têm sido realizados vários estudos com vista a analisar as fontes de informação em saúde (e.g., Norman & Skinner, 2006), sendo esta uma das áreas estratégicas no âmbito da literacia em saúde. No entanto, poucos são os estudos realizados no sentido de compreender quais as fontes de informação em saúde mais valorizadas pelas pessoas idosas, as suas necessidades de conhecimento, bem como o contexto onde a informação é mais necessária.

2. Enquadramento teórico

2.1. Articulação de saberes

Nos contextos educativos, a articulação curricular é reconhecida como uma importante aliada na sustentação do processo de ensino e de aprendizagem. Há vários receios, por parte dos docentes, que inibem que esta esteja presente na prática pedagógica, muitos deles suportados no seu desconhecimento. Uma realidade expressa na afirmação de Pombo (2004), “Um (...) tipo de obstáculos é decorrente do carácter descontínuo da organização escolar tradicional, elaborada como está segundo princípios de estrita segmentação temporal, espacial e curricular” (p.107).

Todavia, na legislação mais recente, nomeadamente o Decreto-Lei 55/2018, é expressa uma orientação política que privilegia a “Valorização da gestão e lecionação interdisciplinar e articulada do currículo, designadamente através do desenvolvimento de projetos que aglutinem aprendizagens das diferentes disciplinas” (artigo 4.º, n. º1). Com a definição da relevância da ligação das diferentes componentes do currículo nas propostas educativas é esperado que os professores estejam mais recetivos ao seu emprego na sua ação educativa.

Neste seguimento, importa clarificar os termos transdisciplinaridade e interdisciplinaridade. O conceito de transdisciplinaridade,

Representa uma abordagem pedagógica de abertura e unidade do conhecimento através da articulação de conteúdos de várias disciplinas e temas decorrentes na atualidade, bem como da inclusão do seio familiar e das experiências vividas fora da sala de aula como um todo que se complementa. É uma pedagogia da vida, vivendo em aprendizagem (Nogueira, 2013, p.v)

Enquanto que a interdisciplinaridade é a transferência de métodos de uma disciplina para a outra, patenteando dessa forma o intercâmbio de saberes.

Por conseguinte, a articulação curricular possibilita a criação de um ambiente educativo no qual o fio condutor está num conteúdo e na sua abordagem conferida por díspares disciplinas, permitindo tecer uma aprendizagem global e significativa, uma vez que a exploração de uma temática curricular invoca várias perspetivas que darão mais sustentação e possibilitarão uma melhor compreensão por parte do aluno.

Neste sentido, segundo Sá (2012), a língua materna “contribui para o desenvolvimento de competências essenciais para o sucesso escolar e a vida em sociedade e de atitudes e valores, facilitando a integração social e o exercício de uma cidadania ativa e crítica” (pp.365-366). No centro da fusão disciplinar estará sempre a língua materna, que tem a importante função de agregar e enaltecer a sua relevância enquanto disciplina, bem como de meio de comunicação dos falantes.

A aliança curricular emerge do reconhecimento de que o ensino não deve ser compartimentado temporal, espacial e curricularmente, mas sim que deve oferecer aos estudantes uma rede de conhecimentos relevantes para a sua plena inserção na sociedade, tendo como diretriz a especificidade de cada disciplina, tornando o processo de ensino e de aprendizagem mais enriquecedor (Roldão & Almeida, 2018).

Além disso, a gestão dos documentos onde são expressas as aprendizagens essenciais de cada área curricular promovem uma abordagem disciplinar, na qual são respeitados os temas e o seu respetivo desenvolvimento. Não obstante, sublinham a importância de ter como referência a atualidade dos assuntos, as características e interesses dos alunos e ainda os aspetos do âmbito local (Aprendizagens Essenciais, 2017).

2.2. Ensino em Ciências Naturais e Matemática

Na abordagem, do conteúdo da massa, o tema curricular central do projeto, é perspetivado que os estudantes desenvolvam a visualização, com o intuito de reconhecerem o conceito de grandeza e os métodos de medida (Bivar et al., 2013). Além disso, importa que a abordagem ao tema seja concebida de forma prática perfazendo, dessa forma, uma abordagem manipulatória dos recursos, visto que “o material manipulativo através de diferentes atividades, constitui um instrumento para o desenvolvimento da Matemática, que permite à criança realizar aprendizagens diversas” (Caldeira, 2009, p.223). A conjugação de todos os

parâmetros referidos possibilita um ambiente propício à aprendizagem, consagrando a aliança entre a vida escolar dos alunos e a sua vida quotidiana.

Apesar da medição da massa ser uma indicação curricular definida na área da Matemática, “A medição acompanha frequentemente a observação em ciência. Medir as propriedades de coisas e eventos, além de tornar as observações mais precisas, permite de modo mais rigoroso fazer comparações e estabelecer relações quantitativas” (Pereira, 2002, p.48). Assim sendo, é possível averiguar a articulação curricular harmoniosa entre a Matemática e o Estudo do Meio, pela aplicabilidade que o conteúdo perfaz, bem como no domínio da literacia científica, visto que tal como refere a autora supramencionada,

além de desenvolverem destrezas manuais, a criança poderá compreender que muitas medições em ciência dependem da utilização de tecnologias e de aparelhagem específica, criada especialmente para o efeito. As crianças aperceber-se-ão, por outro lado, que usar um instrumento sofisticado ou não, exige procurar saber primeiro como usá-lo, para quê e quando (Pereira, 2002, p.48).

Segundo a autora, subjaz a importância de os alunos conhecerem os materiais para saber como usá-los. Nessa perspetiva o *Arduino* possibilita que esse conhecimento ganhe uma dimensão prática, visto que proporciona que eles elaborem os instrumentos de medição, com recurso à placa de prototipagem e, assim, oferecer a possibilidade que verifiquem com detalhe a especificidade do material (Arduino, 2019).

2.3. Conceito de massa

No que concerne, especificamente, ao conteúdo programático abordado no projeto, a massa, este pressupõe a manipulação de recursos, com o intuito de lhe atribuir relevância e significado, visto tal como refere Fernandes (1994), as atividades práticas que têm na sua génese esta metodologia, “ajudam as crianças a aperceberem-se do carácter utilitário da Matemática na sua prática quotidiana, como também apoiam o desenvolvimento de várias capacidades e conceitos matemáticos” (Fernandes, 1994, p.124). A conjugação de todos os parâmetros referidos possibilita um ambiente propício à aprendizagem, consagrando a aliança entre a vida escolar dos alunos e a sua vida quotidiana.

Neste sentido, e tal como salientam os autores Ponte e Serrazina (2000), “A compreensão da grandeza massa requer que as crianças compreendam e reconheçam palavras como pesado, leve, em equilíbrio, etc. Para que isso aconteça, têm de envolver-se em muitas experiências práticas” (p.199). Atendendo à especificidade do conceito de massa, o mesmo possibilita uma abordagem de carácter prático, para que os alunos assimilem significativamente a grandeza e consigam aplicar adequadamente os termos que lhes estão associados.

2.4. Perfil do aluno

Perante as exigências conferidas ao ensino, “Educar para um perfil de competências alargado requer tempo e persistência. O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória permite fazer face à evolução em qualquer área do saber e ter estabilidade para que o sistema se adegue e produza efeitos” (Oliveira- Martins, 2017, p.14). Do mesmo modo, o pressuposto legal que define o perfil do docente, o decreto-lei 240/2001, refere que: “O professor do 1º ciclo do ensino básico desenvolve o respetivo currículo, no contexto de uma escola inclusiva, mobilizando e integrando os conhecimentos científicos das áreas que o fundamentam e as competências necessárias à promoção da aprendizagem dos alunos” (p.5574). Este é um fundamento transversal à docência nos vários ciclos de ensino, visto que incorpora a intencionalidade pedagógica, ou seja, a criação de propostas que assentam num, ou mais, propósito(s), de forma a que os alunos entendam a relevância dos conteúdos programáticos na sua formação pessoal.

A vertente formativa no percurso profissional de um docente tem um grande impacto nos seus princípios e naquilo que ambiciona alcançar com os mesmos, ou seja, os objetivos educacionais e sociais que pretende desenvolver nos seus estudantes. A este propósito Cardoso (2006) evidencia que:

O desenvolvimento de uma cidadania de qualidade é feito de socializações, de ensino e aprendizagens de qualidade; requer saberes específicos dos vários domínios que estruturam conscientemente as competências sociais, científicas e técnicas para o seu exercício. Para isso, fazem

falta competências feitas de todas de literacias sejam as literacias sejam as linguísticas, as matemáticas, as naturais ou as sociais e humanas (p.80).

Tal como referido pelo autor, não basta o domínio dos conteúdos programáticos, é imperativo capacitar os estudantes para a sua plena inserção na sociedade. Para tal os professores têm de estar sensíveis aos diversos domínios da literacia. Não é suficiente centralizar as aprendizagens na área da Matemática e do Português. A sociedade não se limita a estas duas disciplinas. Neste sentido, é importante realçar que é fundamental criar uma rede de saberes, que passa pela articulação das várias áreas curriculares, de forma a capacitar os alunos para as exigências sociais.

Acrescenta-se, também, a estes saberes científicos, os saberes afetivos dos professores. A relação que fomenta com os discentes, procurando estabelecer uma aliança forte nesta partilha de conhecimentos que é o ensino. Nesta relação mútua é construída uma base de aprendizagem forte que permitirá desenvolver aprendizagens mais sólidas e significativas para os intervenientes (Nóvoa, 2017).

A ação educativa perspetiva-se como um momento no qual são concebidos alicerces intelectuais, que servirão de suporte às exigências estabelecidas pelos díspares domínios nos quais estamos inseridos, enquanto indivíduos pertencentes a uma sociedade. Como tal, é missão da escola proporcionar um ambiente favorável à construção de aprendizagens, bem como ao desenvolvimento de competências essenciais para os alunos. Uma perspetiva partilhada pelos autores Coll e Martin (2004), quando referem que: “a escola é uma instituição utilizada pela sociedade para oferecer aos membros das novas gerações as experiências de aprendizagens que lhes permitam se incorporam ativa e criticamente a ela” (p.14).

2.5. Envolvimento dos alunos

Um dos fatores que merece a atenção dos docentes é a falta de interesse dos estudantes para com o ensino. Neste sentido, salienta-se a necessidade de centrar a ação educativa no envolvimento dos alunos. O interesse revelado pelo grupo poderá ser um bom indicador do sucesso da aula. Estando os protagonistas do processo de ensino e de aprendizagem motivados o mesmo irá fluir com mais significação.

O docente assume, por isso, uma importante função no que concerne à dimensão motivacional, de forma a desenvolver nos alunos “a sensação de que têm controlo sobre a sua própria aprendizagem” (Brookhart, 2008, p.2). Neste prisma, podem ser adotadas díspares metodologias para potenciar o envolvimento, contudo para que estas resultem no envolvimento pleno dos alunos é imperativo que sejam consideradas as características do grupo a que se destina. Assim sendo, o contributo das metodologias para o envolvimento dos estudantes, não está na sua variedade, mas sim na sua adequação aos destinatários da ação educativa. Neste sentido, a abordagem mais articulada, ou seja, menos espatilhada e de natureza manipulatória promove a motivação e o envolvimento dos alunos.

3. Estudo exploratório

3.1. Metodologia utilizada

Com uma forte influência da metodologia de investigação-ação, o projeto foi desenhado, num primeiro momento, como um estudo piloto, que se concretizou num espaço de valorização, melhoramento e aprofundamento das ideias e das opções. Assim, foi possível clarificar formas de intervenção, aferindo a investigação e permitindo conceber uma melhor ação educativa. A aproximação da investigação-ação é notória em parâmetros como: (i) a vinculação com o processo de desenvolvimento profissional docente; (ii) a experimentação de métodos de aprendizagem que surgem em contraciclo com as práticas tradicionais; e (iii) a integração complementar de instrumentos de recolha de dados e processos de análise (Mesquita- Pires, 2010).

O projeto que se encontra espelhado neste artigo foi desenvolvido, previamente, numa turma de primeiro ano de uma escola da área de Ovar, enquanto estudo piloto, visto que a professora, enquanto investigadora, sentiu a necessidade de fazer uma aproximação de forma a familiarizar-se com a abordagem de investigação, bem como com a proposta desenhada. Neste sentido, a turma que participou na fase precedente à

implementação do projeto, aproximava-se ao público com o qual foi concretizado o projeto, partilhando o mesmo ano de escolaridade.

A abordagem através do estudo piloto permitiu identificar algumas fragilidades, que foram consideradas e melhoradas para a posterior implementação do projeto. Nesta sequência importa salientar: (i) a duração das sessões, tendo sido aumentadas de duas para quatro; (ii) a cor da plasticina, um recurso usado na primeira sessão, que atendendo à variação da pigmentação, despontou algum desentendimento entre os pares; (iii) a atividade da pilha, em que era solicitado que os alunos, fizessem uma estimativa de quantas tampas precisariam para igualar a massa de uma pilha, uma proposta que pela sua imprecisão, foi excluída do projeto; (iv) o questionário preenchido pelos alunos no final da sessão, tendo sido ponderada a introdução de imagens alusivas, com o intuito de facilitar o preenchimento por parte dos alunos; e (v) a estrutura do guião, pelo facto de ter muito texto e poucas imagens, algo que, também, foi alterado. Como é possível constatar a realização do estudo piloto consentiu a avaliação, não só da implementação das propostas, como também dos recursos usados para as sessões.

3.2. Estudo de caso

O público-alvo do projeto de investigação foram os estudantes de uma turma do 1.º ano de escolaridade, composta por 23 elementos, com idades compreendidas entre os seis e os sete anos, dos quais doze eram do sexo masculino e onze do sexo feminino, sendo essa a população do projeto. A seleção desta turma justifica-se pela sua inserção no estágio curricular da investigadora, o que possibilitou uma melhor adequação do projeto aos destinatários.

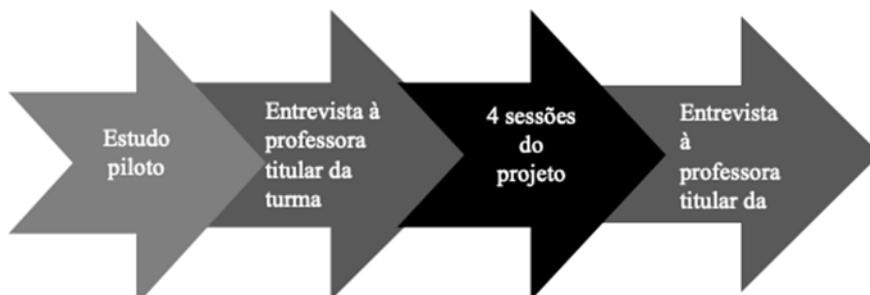
Contudo, uma vez que nas quatro sessões, não foi possível contabilizar a participação de todos, os dados analisados correspondem a 21 alunos, sendo que esse número de participantes foi constante nas quatro sessões.

Relativamente à caracterização do grupo importa salientar a clara falta de atenção e de motivação da maioria dos alunos da turma, sendo o período de envolvimentos nas propostas didáticas escassos e de pouca duração. Contudo, demonstram um grande interesse por atividades de cariz prático, não só de génese experimental, como também intrínsecas às três expressões de Educação Artística: Musical, Plástica e Dramática.

3.3. Fases do estudo

O projeto foi desenhado e organizado em quatro etapas, nas quais estão inseridas as quatro sessões do projeto (cf. Figura 1). Com a implementação do estudo piloto foi analisada a pertinência do projeto inicial. A abordagem através do estudo piloto permitiu identificar algumas fragilidades, que foram consideradas e melhoradas para a posterior implementação do projeto na turma selecionada para o projeto (Coutinho, 2014).

Figura 1. Esquema relativo às fases do estudo



Posteriormente a este estudo foi realizada uma entrevista à docente titular da turma o que possibilitou caracterizar o público-alvo e, assim, conceber uma melhor adequação do projeto à turma.

Na etapa de concretização das sessões foram implementadas as propostas. E, por último, foi realizada outra entrevista à docente, com o intuito de conhecer a sua perspetiva sobre o projeto e quanto ao cumprimento dos objetivos delineados.

No que se refere à fase da implementação das quatro sessões projeto tendo como recurso basilar das várias sessões - a balança de dois pratos-, os estudantes foram desafiados a confrontar as suas conceções relativamente à comparação da massa, mais concretamente no que se refere aos termos equilíbrio, maior massa e menor massa. Assim sendo, foram propostas um conjunto de atividades onde foram testadas algumas situações inerentes à confrontação da massa (cf. Figura 2).

Figura 2. Esquema-síntese das sessões do projeto



Na primeira sessão, os estudantes conheceram através do *voki* o Duarte, personagem criada para o projeto, que deu o mote para o desenrolar de todas as sessões. A mãe do Duarte é vendedora na feira do Bolhão e recorre à balança de dois pratos para comercializar, como o Duarte não sabia como funcionava, solicitou a ajuda da turma, para lhe responder a um conjunto de situações, ao longo das quatro sessões, sobre a massa dos materiais o que, conseqüentemente, permitia conhecer o funcionamento da balança de dois pratos. Inserido no enredo foram expostas três balanças de dois pratos com formatos diferentes e foram averiguados os conhecimentos dos estudantes perante o recurso, bem como sobre a distinção dos conceitos de peso e massa.

O primeiro desafio lançado pelo Duarte foi a identificação do objeto modelado com maior massa (a bola, ou a minhoca), sabendo que os amigos do Duarte tinham feito com a mesma quantidade de plasticina. Atendendo à questão, os alunos começaram por observar os dois objetos modelados, em seguida elaboraram hipóteses sobre a situação analisada, manipularam os objetos, procederam à verificação com a balança de dois pratos e concluíram. As etapas de trabalho de investigação acompanharam todas as sessões e possibilitaram que os alunos construíssem e assimilassem, de forma progressiva, os conteúdos abordados. A segunda sessão teve início com uma breve síntese da sessão anterior, salientando o conteúdo da conservação da massa. Seguidamente, o Duarte expôs uma nova situação que se relacionava com a relação do tamanho das bolas e a sua massa. Como tal, foi desenvolvido a abordagem recorrendo às etapas da sessão

prévia, culminando na conclusão de que o tamanho dos materiais pode não estar diretamente relacionado com a sua massa.

Na sessão seguinte, a dúvida do Duarte prendia-se com a comparação da massa de duas laranjas, cujo tamanho era igual. Verificando a variação da massa, surgiram várias conjeturas que foram investigadas, através da análise do interior dos frutos e da extração do seu sumo.

Na última sessão, tendo em consideração o desafio lançado, a organização de um conjunto de folhas segundo a sua massa, os estudantes tiveram de avaliar a pertinência do recurso - a balança de dois pratos-, verificando o seu desajuste perante a proposta. Neste sentido, foram confrontados com a necessidade de encontrar outro instrumento que os auxiliasse a identificação do valor da massa, a balança digital, tendo criado uma com o recurso a uma placa de prototipagem do *Arduino*.

Em suma, ao longo das sessões o recurso à balança de dois pratos possibilitou o entendimento sobre o conteúdo da medição da massa, desde logo a diferença entre peso e massa, bem como possibilitou a articulação curricular, tal como foi possível verificar pelos aspetos salientados anteriormente e pelo cumprimento das indicações programáticas na área da Matemática e Estudo do Meio.

3.4. Instrumentos

Com o intuito de responder às questões de investigação, foram utilizados quatro instrumentos de recolha de dados: a entrevista, o questionário, a escala de envolvimento e a observação direta. A diversidade dos instrumentos justifica-se pela natureza qualitativa da investigação.

No que se refere às entrevistas, Coutinho (2014), refere que são uma poderosa técnica de recolha de dados, porque pressupõem uma interação entre o entrevistado e o investigador, possibilitando a este último a obtenção de informação que nunca seria conseguida através de um questionário” (p. 141). Partilhando a perspetiva do autor, a professora investigadora concebeu duas entrevistas à docente titular, tendo estas finalidades díspares, porém nunca desvinculando da especificidade do instrumento.

Relativamente ao questionário, o mesmo foi selecionado para possibilitar os estudantes de expressarem a sua opinião sobre as sessões, de forma anónima. Este foi concebido com base nos objetivos da investigação e adequado à faixa etária dos estudantes (Pardal & Lopes, 2011).

No sentido de verificar o envolvimento dos estudantes foi selecionado como instrumento a escala de envolvimento *The Leuven Involvement Scale for Young Children*, que compreende nove sinais de envolvimento: (i) concentração; (ii) energia; (iii) complexidade e criatividade; (iv) expressão facial e postura; (v) persistência; (vi) precisão; (vii) tempo de reação; (viii) comentários verbais; e (ix) satisfação (Laevers, 1994). Contudo a escala de envolvimento utilizada sofreu uma adaptação à referida previamente, tendo sido considerados três indicadores de envolvimento: a concentração, os comentários verbais e a satisfação. O preenchimento da escala baseou-se na observação, o que possibilitou “selecionar informação pertinente através dos órgãos sensoriais e com recurso à teoria e à metodologia científica, a fim de poder descrever, interpretar” (Carmo & Ferreira, 2008, p.111). A observação direta da professora investigadora permitiu verificar a postura dos alunos perante os diversos parâmetros definidos na escala de envolvimento.

4. Apresentação, análise e discussão dos dados

4.1. Avaliação da docente cooperante

A entrevista, enquanto instrumento de recolha de dados, foi concretizada em duas ocasiões diferentes, no momento prévio e no posterior à implementação do projeto, visto que a sua aplicação tinha diferentes intencionalidades. Antes da implementação a docente investigadora entrevistou a professora titular para adequar o projeto aos destinatários, uma vez que a mesma possuía conhecimentos sobre os alunos e o contexto educativo. No final, a entrevista foi concretizada para a validação dos resultados do projeto, tendo em consideração a experiência profissional da docente.

As entrevistas foram analisadas por categorias, um procedimento definido pelos autores Carlomagno e Rocha (2016) como uma “metodologia de análise de conteúdo [que] se destina a classificar e categorizar qualquer tipo

de conteúdo, reduzindo [as] suas características a elementos-chave, de modo com que sejam comparáveis a uma série de outros elementos” (p.175). Por conseguinte, foram definidas três categorias de análise: (i) envolvimento das crianças; (ii) articulação curricular; e (iii) materiais. Na tabela 1 é apresentada a análise das entrevistas à docente titular nos dois momentos referidos e segundo as três categorias definidas.

Tabela 1. Análise categorial das entrevistas concebidas à professora titular

Categoria: envolvimento das crianças	
Antes da implementação do projeto	Depois da implementação do projeto
<p>A docente titular verifica a pertinência da articulação curricular para o envolvimento dos estudantes, tendo destacado os seguintes aspetos que consideram possíveis de desenvolver: (i) pensamento crítico; (ii) o raciocínio e a resolução de problemas; e (iii) uma atitude de questionador e investigador. Tal como comprovado pela afirmação da professora: “Permite desenvolver pensamento crítico e criativo. Permite desenvolver o raciocínio e resolução de problemas. Permite o aluno ser mais questionador, investigador e ter maior conhecimento do mundo envolvente.”</p>	<p>A professora realçou que: “a participação ativa das crianças no seu processo de aprendizagem, ajuda a fomentar a motivação, interesse e curiosidade”, aspetos que foram verificados pela docente na confiança e na capacidade que os alunos tiveram em debater ideias e estabelecer relações entre noções e significados.</p> <p>A título de exemplo a docente destaca a partilha das conjecturas dos alunos perante a diferença de massa das laranjas, tendo os mesmos assumindo uma postura muito ativa. Essa atitude foi observada na proposta dos alunos em abrir as laranjas verificar o seu interior e extrair o seu sumo.</p>
Categoria: Articulação curricular	
Antes da implementação do projeto	Depois da implementação do projeto
<p>Identifica que recorre a articulação curricular para a abordagem de vários conteúdos, “através de jogos ou atividades exploratórias.”</p>	<p>Afirma que o projeto potenciou a articulação curricular, em todas as sessões. Contudo afirmou que: “Recordo-me de duas sessões que são uma clara evidência dessa articulação: a referente às folhas de eucalipto, que promove o conhecimento do mundo natural e a outra sessão, atinente às propriedades de diferentes materiais”.</p>
Categoria: Materiais	
Antes da implementação do projeto	Depois da implementação do projeto
<p>Refere que utiliza a materiais na sua prática pedagógica, tendo frisado o seu uso: “sempre que considere pertinente nos domínios de: Números e Operações e Geometria e Medida.”</p>	<p>A docente salienta que o uso da balança de dois pratos e do Arduino possibilitou despertar o interesse e envolver os alunos em situações de aprendizagem, considerando que: “a balança de dois pratos, comparativamente com as digitais, permitem tirar conclusões mais rapidamente, isto porque, por exemplo, eles no imediato observam logo qual o objeto que tem mais ou menos massa.”</p>

Os questionários preenchidos pelos estudantes no final de cada sessão tiveram como propósito a identificação do(s) momento(s) preferidos em cada sessão, pelo que não foi restringido o número de atividades a destacar, possibilitando uma maior liberdade aos estudantes aquando do preenchimento.

O facto de nos questionários cada atividade da sessão ter sido acompanhada por uma fotografia, que a ilustrava, permitiu que os estudantes tivessem autonomia total para responder. A integração das fotografias só foi possível pela implementação do projeto em estudo piloto, visto que as imagens presentes nos questionários foram captadas nessa etapa do projeto (cf. Figuras 3, 4, 5 e 6).

Figura 3. Questionário relativo à 1ª sessão



Figura 4. Questionário relativo à 2ª sessão



Figura 5. Questionário relativo à 3ª sessão



Figura 6. Questionário relativo à 4ª sessão



Através da análise geral dos gráficos de barras foi possível constatar a preferência por atividades cujo a abordagem era de natureza manipulatória. Na primeira sessão destaca-se a proposta de modelagem da plasticina uma propensão de 18 alunos, em 21 que participaram (cf. Gráfico 1). A preferência na segunda sessão, também, está relacionada com a etapa de manipulação concretizada na sessão, sendo, também, importante evidenciar a observação do interior das bolas, bem como a ascensão da escolha da utilização da balança de dois pratos (cf. Gráfico 2). No que se refere à terceira sessão, houve um maior número de votações por atividade, destacando-se a manipulação e a proposta de espremer laranjas (cf. Gráfico 3). Por último, na quarta sessão, a preferência foi dada à estratégia de gravação dos procedimentos com recurso a um telemóvel e à aplicação *Screen Cast* (cf. Gráfico 4).

Gráfico 1. Dados referentes aos questionários da 1ª sessão

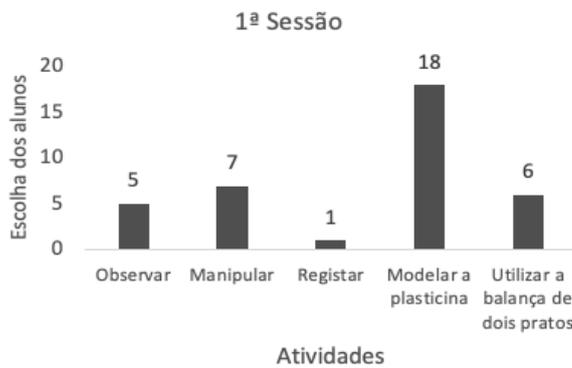


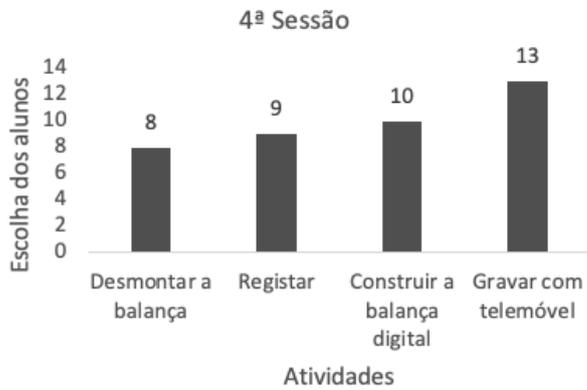
Gráfico 2. Dados referentes aos questionários da 2ª sessão



Gráfico 3. Dados referentes aos questionários da 3ª sessão



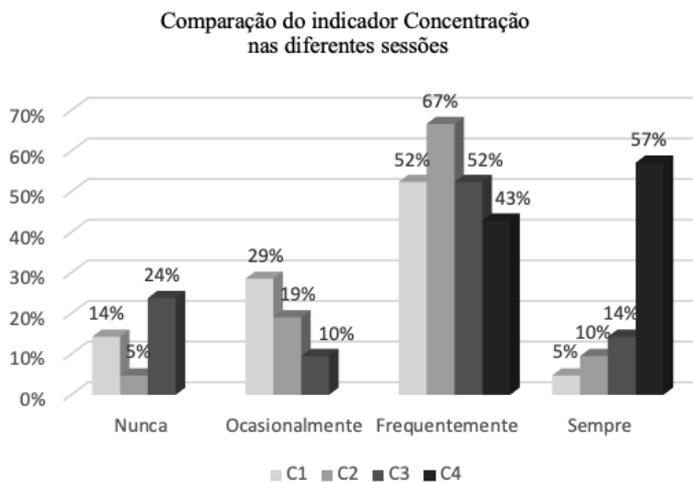
Gráfico 4. Dados referentes aos questionários da 4ª sessão



4.2. Envolvimento dos alunos

A escala de envolvimento teve como referência os parâmetros concentração, comentários verbais e satisfação, dispondo cada parâmetro de uma avaliação de 0 a 3, sendo 0 referente a “nunca”, 1 “ocasionalmente”, 2 “frequentemente” e 3 “sempre”. As variáveis da escala de envolvimento são ordinais e qualitativas e, por isso, foi concebida uma análise com gráfico de barras, com o propósito de auxiliar a sua interpretação. Ademais, de forma a facilitar a análise foi concebido um gráfico por indicador e comparada a sua presença ao longo das quatro sessões (cf. Gráfico 5).

Gráfico 5. Comparação do indicador Concentração nas diferentes sessões



No parâmetro concentração foram definidos quatro rótulos: C1- nível de concentração na sessão 1, C2- nível de concentração na sessão 2, C3- nível de concentração na sessão 3 e C4- nível de concentração na sessão 4. Através da análise do nível de atenção dos alunos, no decorrer do projeto, foi possível reconhecer o seu interesse pelas propostas, bem como identificar uma clara ascensão da concentração dos estudantes ao longo das sessões. Nas primeiras sessões a concentração foi menor, identificando-se uma percentagem de alunos que nunca esteve concentrada, contudo o nível de concentração frequente e sempre atingiu uma grande percentagem na segunda e quarta sessão, sendo relevante destacar que mais de metade dos estudantes (57%) esteve sempre concentrado, uma evidência espelhada no seguinte diálogo entre a docente investigadora e os alunos, a propósito da criação da balança digital com recurso a uma placa de prototipagem do *Arduino*.

Docente investigadora: “O fio laranja é em cima, ou em baixo do fio vermelho?”

M.C.S.: “Em cima.”

Docente investigadora: “E agora onde vamos colocar? Temos que contar os buracos da placa.”

J.R.: “Um, dois, três, quatro, cinco, seis. É no seis.”

No que concerne ao parâmetro comentários verbais a determinação dos rótulos foi concebida da seguinte forma: CV1- comentários verbais da sessão 1, CV2- comentários verbais da sessão 2, CV3- comentários verbais da sessão 3 e CV4- comentários verbais da sessão 4. Com a interpretação do gráfico deste parâmetro (cf. Gráfico 6) foi possível verificar uma diminuição da frequência dos comentários dos estudantes, o que pode relacionar-se com o facto dos alunos estarem mais atentos às intervenções dos colegas e, por isso, não expuseram ideias repetidas. A percentagem de frequência dos comentários verbais foi notória na primeira sessão (67%) e na última (62%), sendo que na primeira e segunda sessão 33% esteve sempre a conceber comentários verbais. Contudo, é importante evidenciar que, independentemente da regularidade dos comentários, todos os alunos ao longo das sessões tiveram uma atitude ativa no que se refere ao diálogo concebido em torno das propostas das sessões, tal como comprovado posteriormente.

Docente investigadora: “Porque é que a laranja 1 tem maior massa que a laranja 2 e têm o mesmo tamanho?”

R.S.: “É por causa do sumo.”

M.M.S.: “Eu sei! É porque a que tem maior massa tem mais caroços.”

Docente investigadora: “O que podemos fazer para verificar as hipóteses?”

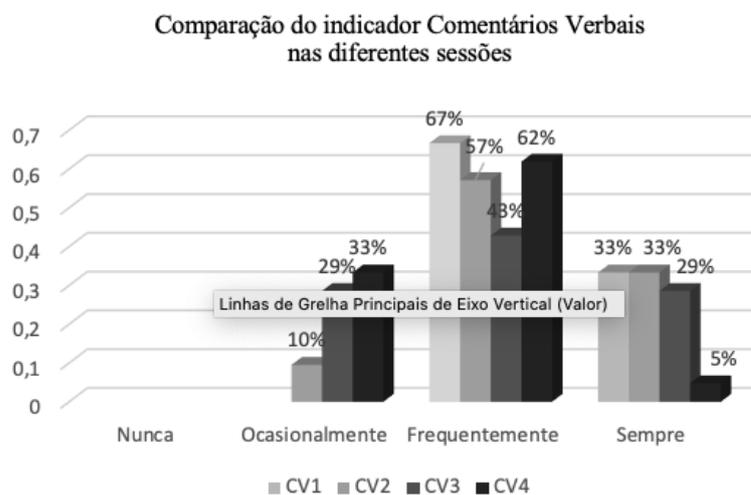
L.S.: “Abrir.”

M.C.S.: “Abrir para ver o que tem lá dentro.”

R.C.: “Tenho mais uma hipótese, a casca.”

B.S.: “Uma pode ter a casca mais grossa que outra.”

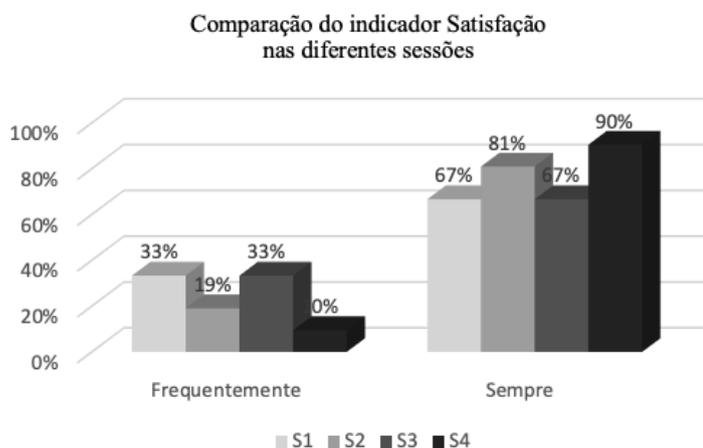
Gráfico 6. Comparação do indicador Comentários Verbais nas diferentes sessões



A satisfação do grupo foi constante nas quatro sessões, um indício claro na análise do gráfico que compara o indicador nas quatro sessões (cf. Gráfico 7). Tal como nos gráficos anteriores foram estipulados quatro rótulos diferentes associados às sessões: S1- Satisfação na sessão 1, S2- Satisfação na sessão 2, S3- satisfação na sessão 3 e S4- Satisfação na sessão 4. O parâmetro da satisfação foi evidente no entusiasmo e atenção que os estudantes demonstraram nas várias atividades das sessões. Importa destacar o nível sempre no indicador de satisfação na segunda sessão com 81% e na última sessão cujo a grande maioria dos estudantes, 90%, esteve sempre satisfeita. Apresenta-se em seguida um diálogo a título exemplificativo da satisfação demonstrada pelos alunos.

Docente investigadora: Vou testar com esta bola. Vou colocar a bola num prato e não vou colocar nada no outro. O que acham que vai acontecer?”
 J.S.: O prato com a bola vai para baixo.”
 Docente investigadora: Todos concordam?”
 Vários alunos: Sim!”
 Docente investigadora: Então vamos testar!”
 Vários alunos: Uauh! (reação no momento de verificação)
 Docente investigadora: Tal como disseram, o prato desceu.”
 L.R.: “Agora vamos experimentar com a minhoca.”

Gráfico 7. Comparação do indicador Satisfação nas diferentes sessões



5. Conclusões

O projeto investigativo presente neste artigo parte da premissa que o envolvimento dos estudantes é um indicador fundamental do sucesso do processo de ensino e de aprendizagem. Perante esta proposição, foi selecionada a articulação curricular, bem como a manipulação de materiais para a verificação deste parâmetro. Atendendo às características do projeto e ao público alvo (alunos do 1.º ano de escolaridade), apenas foram utilizados dois recursos: a balança de dois pratos - um instrumento de medida presente na caixa métrica original - e o *Arduino*, mais especificamente uma placa de prototipagem eletrónica e um sensor de carga, com o intuito de fomentar a articulação entre as disciplinas da Matemática e Estudo do Meio e de abordar o conceito de massa e de desmitificar a eletrónica básica, possibilitando aos estudantes aproximarem-se do contexto atual, através da construção de uma balança digital.

Retomando as questões que nortearam a investigação: (i) De que forma a balança de dois pratos e o *Arduino* potenciam a articulação de saberes nas disciplinas de Matemática e Estudo do Meio?; e (ii) Quais os contributos da manipulação da balança de dois pratos e do *Arduino* para o envolvimento dos estudantes?, é pertinente conceber uma análise reflexiva, com o intuito de responder às questões, tendo por base os dados recolhidos ao longo do projeto. dos comentários, todos os alunos ao longo das sessões tiveram uma atitude ativa no que se refere ao diálogo concebido em torno das propostas das sessões, tal como comprovado posteriormente.

No que se refere à questão (i), os recursos selecionados otimizaram a articulação curricular, pela abordagem manipulatória do conceito de massa. A balança de dois pratos possibilitou a comparação da massa dos objetos, o que conseqüentemente fomentou o emprego dos termos equilíbrio, maior massa e menor massa. Por sua vez, a construção da balança digital com o *Arduino* permitiu a identificação do valor da massa dos objetos. As medições, ainda que estejam explicitamente presentes no Programa e Metas Curriculares de Matemática, são um processo inerente às duas disciplinas e, por isso, a articulação das mesmas flui naturalmente nas sessões. É importante referir que a massa, apesar, de ser um conteúdo programático previsto para o 2.º ano, a sua abordagem revelou-se muito pertinente, visto que permitiu desmistificar a diferença entre peso e massa, bem

como explorar algumas situações da relação entre a massa, o tamanho e o volume dos objetos. Assim, os saberes dos estudantes sobre este conteúdo foram aprofundados, o que possibilita uma melhor compreensão no ano de escolaridade seguinte (Pereira, 2002).

Quanto à questão (ii), o caráter prático das propostas associado à manipulação dos recursos permitiu uma maior integração dos estudantes, identificada pelo seu nível de concentração, comentários verbais e satisfação. Esta evidência foi, também, salientada pelos alunos aquando do preenchimento dos questionários, nos quais identificaram a sua preferência pelos momentos das sessões onde ocorreu uma abordagem manipulatória.

A implementação do projeto possibilitou verificar a pertinência no uso dos materiais presentes na caixa métrica, com a salvaguarda da inclusão de outros recursos mais inovadores, para conseguir atender a uma maior abrangência na sua utilização. Ademais, com o projeto foi notório que as propostas que apresentam um cariz mais prático são as que cativam mais os alunos e, por isso, a manipulação de materiais assume uma grande importância na envolvimento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Nesse parâmetro os autores Damas, Oliveira, Nunes e Silva (2010) destacam que: “Ao manipular os materiais, os alunos entusiasma-se, refletem, discutem e acabam por alcançar um sentido de conquista, próprio da idade” (p.7).

O projeto de investigação permitiu, ainda, perspetivar a investigação para outros recursos da caixa métrica, de forma a que sejam verificadas as suas potencialidades e os conteúdos programáticos abrangidos com a exploração dos materiais. Estas futuras linhas de investigação subjazem dos resultados obtidos na investigação e na ambição de rentabilizar ao máximo os recursos que as salas de aulas dispõem.

Referências

- Arduino. (2019). *Teaching, inspiring and empowering!* Retirado de <https://www.arduino.cc/en/Main/Education>.
- Bivar, A., Grosso, C., Oliveira, F., & Timóteo, M. C. (2013). *Programa e Metas Curriculares Matemática. Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Brookhart, S. (2008). *How to give effective feedback to your students*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Caldeira, M. F. (2009). *A importância dos materiais para uma aprendizagem significativa da Matemática*. Málaga: Universidade de Málaga.
- Cardoso, C. (2006). *Os professores em contexto de diversidade*. Porto: Editora Profedições, lda.
- Carlomagno, M. C., & Rocha, L. C. (2016). Como criar e classificar categorias para fazer análise do conteúdo: uma questão metodológica. *Revista Eletrônica de Ciência Política*, 7(1), 173-188.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem (2ª ed.)*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Coll, C., & Martín, E. (2004). *Aprender conteúdos & desenvolver capacidades*. Porto Alegre: Artimed Editora.
- Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática*. Coimbra: Almedina.
- Damas, E., Oliveira, V., Nunes, R., & Silva, L. (2010). *Alicerces da Matemática. Guia prático para professores e educadores*. Lisboa: Areal Editores.
- Decreto-Lei nº55/2018, de 6 de julho: *Autonomia e Flexibilidade curricular*.
- Fernandes, D. M. (1994). *Educação matemática no 1º Ciclo do Ensino Básico*. Porto: Porto Editora.
- Laevers, F. (1994). *The Leuven Involvement Scale for Young Children LIS-YC. Manual and video tape, Experiential Education Series, 1*. Leuven: Centre for Experiential Education.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., Silva, A. A., Tavares, A., Cunha, A. E., Pinto, A., Santos, C., Viegas, C., Saraiva, E., & Branco, J. (2009). *Como promover o envolvimento produtivo dos alunos na aprendizagem de ciências físicas- Ferramenta de ajuda à mediação (1 de 5)*. Vila Real: UTAD.
- Machado, E. A., Alves, M. P., & Gonçalves, F. R. (2011). *Observar e avaliar as práticas docentes*. Santo Tirso: De facto Editores.
- Mesquita-Pires, C. (2010). A investigação-acção como suporte do desenvolvimento profissional docente. *EDUSER: revista de educação*, 2(2), 66-83.

- Nogueira, I. (2013). *Transdisciplinaridade em Filosofia no Ensino Secundário* (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade da Beira Litoral, Covilhã, Portugal. Disponível em https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/4795/1/3009_5953.pdf
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Caderno de Pesquisa*, 47(166), 1106-1133.
- Oliveira-Martins, G. (2017). *Perfil dos alunos para o século XXI. Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Pardal, L., & Lopes, E. (2011). *Métodos e técnicas de investigação social*. Porto: Areal.
- Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pombo, O. (2004). *Interdisciplinaridade: ambições e limites*. Lisboa: Relógio D'Água Editores.
- Ponte, J.P., & Serrazina, M. L. (2000). *Didática da Matemática do 1ºciclo*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Roldão, M. C., Peralta, H., & Martins, I. P. (2017). *Para a construção de aprendizagens essenciais baseadas no perfil dos alunos*. Lisboa: República Portuguesa-Educação.
- Roldão, M. C., & Almeida, S. (2018). *Gestão curricular para a autonomia das escolas e professores*. Lisboa: Direção-Geral da Educação.
- Sá, C. (2012). Transversalidade da língua portuguesa: representações, instrumentos, práticas e formação. *Exedra*, 28, 363-372.