

Análise de práticas matemáticas do 1.º ciclo do ensino básico

Isabel Cláudia Nogueira^{1,2}, Teresa F. Blanco³, Dolores Rodríguez Vivero³
isa.claudia@esepf.pt, teref.blanco@usc.es, lolirv19@gmail.com

¹Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, Porto, Portugal

²Centro de Investigação de Paula Frassinetti, Porto, Portugal

³Universidad de Santiago de Compostela, España

Resumo

Não negligenciando a importância de que se revestem as atividades situadas a montante e a jusante da implementação de práticas de Matemática em sala de aula – as que definem finalidades para essa área disciplinar, orientando o respetivo desenvolvimento curricular, ou as práticas de avaliação das aprendizagens atingidas, após a sua implementação, por exemplo –, a compreensão e a reflexão sobre práticas letivas afiguram-se como preponderantes na construção de um cenário ilustrativo do desenvolvimento curricular desta disciplina.

A abrangência e a complexidade que caracterizam o estudo de práticas de sala de aula exigem, em nosso entender, a adoção de um marco de análise didática que, no âmbito da Educação Matemática, disponibilize ferramentas adequadas à descrição e à compreensão de processos instrucionais nas suas múltiplas dimensões. Sustentado metodologicamente no modelo ontossemiótico do Conhecimento e Instrução Matemática e a partir de significados institucionais implementados, com este contributo propomo-nos partilhar o resultado da aplicação de alguns construtos de análise didática a um segmento instrucional centrado na exploração do Tempo, ocorrido numa aula do 4.º ano de escolaridade do 1.º Ciclo.

Palavras-Chave: análise didática; matemática; ensino básico; práticas de sala de aula; modelo ontossemiótico

1 Introdução

As aprendizagens atingidas pelos alunos assim como o tipo de competências por eles desenvolvidas estão inexoravelmente dependentes da qualidade das experiências de aprendizagem que lhes são proporcionadas, sendo por isso inegável a importância que reveste o tipo de propostas curriculares planificadas e implementadas pelo professor na sala de aula. De facto, comungamos com o *National Council of Teachers of Mathematics* que “o que os alunos aprendem está fundamentalmente relacionado com o modo como o aprendem” (NCTM, 1998, p. 23), e não obstante os múltiplos apelos a práticas promotoras do desenvolvimento de hábitos de pensamento, comunicação e processamento matemáticos (Ponte, Matos & Abrantes, 1998; NCTM, 2007; MEC, 2013), de formulação e resolução de problemas e de argumentação matemática (DEB, 1999; DGIDC, 2006; GAVE, 2009, 2010; Santos, 2013, 2014), práticas de ensino sustentadas em atividades rotineiras de exercitação, poucas vezes de forma compreensiva, são ainda apontadas como predominantes nas salas de aula.

Com este texto, pretendemos partilhar uma perspetiva de análise de práticas matemáticas: partindo de uma categorização dos tipos de conhecimento matemático e das diversas relações estabelecidas pelos intervenientes e autores de tais práticas, e passando pela identificação de normas reguladoras das atividades desenvolvidas, apresentaremos uma proposta de análise didática que possibilita uma caracterização detalhada de múltiplos e complementares aspetos inerentes à implementação de práticas de ensino e da aprendizagem desta disciplina, permitindo, por isso e em simultâneo, tanto identificar práticas potenciadoras de aprendizagens significativas como realçar a necessidade de conceção de propostas curriculares que corrijam eventuais fragilidades em processos de ensino-aprendizagem.

2 Enquadramento concetual

Independentemente do conteúdo em exploração ou do nível de ensino em que são desenvolvidas, a análise de práticas matemáticas deverá fornecer informações que nos permitam avaliar, de forma objetiva e entre outros aspetos, que atividades são realizadas e, como consequência, que solicitações são exigidas aos alunos nas aulas de matemática. Tais solicitações dependerão, naturalmente, do tipo de objetos matemáticos mobilizados nas atividades realizadas, da natureza das propostas planificadas pelo professor para esse momento ou conteúdo escolar e, naturalmente, das funções que alunos e professor desempenham aquando da concretização de tais práticas.

O modelo Ontossemiótico do Conhecimento e Instrução Matemática, doravante EOS, descrito detalhadamente por Godino, Batanero e Roa (2005), em Godino, Contreras e Font (2006), em Godino, Batanero e Font (2008) e em Font, Planas e Godino (2010), por exemplo, permite o acesso a esse tipo de informações.

Considerando os objetos matemáticos como entidades emergentes de “sistemas de prácticas manifestados por un sujeto (o en el seno de una institución) ante una clase de situaciones-problemas” (Godino, 2002, p. 242), para o EOS a realização de qualquer prática matemática implica a mobilização de um conjunto de objetos ditos primários - elementos linguísticos, situações, conceitos, proposições, procedimentos e argumentos -, que são os constituintes básicos de objetos de complexidade superior (Godino, 2002).

Tais objetos resultam de processos que poderão ser de diferente natureza - processos de comunicação, definição, enunciação, argumentação ou algoritmização: como consequência da sua interpretação e dos seus significados, estão definidas cinco dimensões duais, de acordo com o contexto e o jogo de linguagem em que participam (Godino, Font & Wilhelmi, 2008), formuladas em pares que se complementam de forma dialéctica - dimensão pessoal/institucional, dimensão ostensivo/não ostensivo, dimensão expressão/conteúdo, dimensão extensivo/intensivo e dimensão unitário/sistémico. Estas cinco dimensões são entendidas como atributos que poderão ser aplicados aos vários objetos, concedendo-lhes diferentes versões através dos respetivos processos de natureza cognitiva e/ou epistémica, a saber: personalização-institucionalização, materialização-abstração/idealização, representação-significação, generalização-particularização e decomposição-reeificação. As atividades matemáticas, para o EOS, são ainda pautadas por regras que regulam e condicionam as interações acontecidas durante o desenvolvimento dos processos de estudo e que, como tal, determinam em grande parte tanto os espaços e os tempos em que ocorrem como o tipo de participação e o grau de responsabilidade e de envolvimento dos seus protagonistas.

Em conjunto, estas entidades permitem modelar a atividade matemática como um sistema de práticas operativas, discursivas e normativas, evidenciando pressupostos de carácter epistemológico e psicológico que sustentam o EOS, a génese pessoal e institucional do conhecimento matemático e a sua mútua interdependência. A formulação destes contributos teóricos permite uma análise que identifique e caracterize configurações e trajetórias didácticas de um processo de estudo, mediante a representação das interações estudante/conhecimento, estudante/estudante e estudantes/professor e das normas que as regulam.

3 Metodologia

3.1 Abordagem metodológica

Estabelecendo a compreensão de práticas como objetivo geral deste estudo e desejando contribuir para a descoberta e o desenvolvimento de um corpo organizado de conhecimentos (Sandín, 2003), optou-se por realizar uma abordagem de natureza qualitativa (Bogdan & Biklen, 1982), de carácter essencialmente descritivo, consubstanciada na análise de práticas de sala de aula de Matemática no 1.º ciclo do ensino básico.

O processo de estudo em análise foi desenvolvido em uma instituição de ensino público, com uma turma de 18 alunos durante aproximadamente 85 minutos. A sala de aula encontrava-se organizada em quatro filas de mesas para os alunos, todas paralelas ao quadro: as três primeiras filas eram compostas por quatro mesas de dois lugares e na 4.^a fila existiam apenas duas mesas. Algumas mesas estavam ocupadas por dois alunos e outras só com um aluno.

3.2 Objetivos

Com a descrição e a análise deste processo de estudo, pretendeu-se concretizar os seguintes objetivos: (1) Identificar os tipos de conhecimento matemático visíveis ao nível do currículo implementado; (2) Mapear os papéis desempenhados pelos intervenientes nos processos de construção de conhecimento matemático; (3) Caracterizar as interações estabelecidas entre os vários atores do processo de estudo (conhecimento, professor e alunos); (4) Identificar as regras reguladoras das práticas matemáticas realizadas no processo de estudo.

3.3 Instrumentos de recolha e procedimentos de análise de dados

Uma das autoras do presente texto assumiu o papel de observadora não participante, no decorrer normal de uma aula do 4.º ano do 1.º Ciclo destinada à exploração do Tempo.

A partir da sua gravação áudio, procedeu-se à transcrição da aula e à incorporação de notas obtidas por observação naturalista (Estrela, 1986). A primeira representação escrita da aula foi submetida a uma validação preliminar por investigadores externos e o resultado produzido foi então alvo de uma primeira análise; o produto da análise final, que resultou de novo processo de validação externa, será detalhado no ponto seguinte.

4 Apresentação de resultados

4.1 Caracterização geral da aula

A primeira análise do processo de estudo permitiu discriminar três sub-episódios, designados por 'Relação entre unidades horárias', 'Resolução de situação problemática' e 'Operações com expressões complexas', respetivamente, possibilitando elaborar a representação esquemática que se apresenta na Figura 1.

No decurso deste processo de instrução, o quadro foi o recurso mais utilizado para apresentação dos conhecimentos em exploração: na parte inicial, para comunicação das relações a estabelecer pelos alunos entre quantidades de tempo; posteriormente foi utilizado pelo professor para apresentação de uma situação problemática à turma; na sequência final, e a partir de propostas de operações incluídas no manual escolar dos alunos, os procedimentos de cálculo aritmético envolvendo valores de tempo expressos no Sistema Métrico Decimal foram igualmente apresentados e explicitados ao grande grupo no quadro. Todas as inscrições realizadas neste suporte foram registadas pelos alunos nos seus cadernos individuais.

No que diz respeito às funções desempenhadas pelos alunos ao longo do processo instrucional, foram observadas essencialmente funções de receção de informação e de exercitação de técnicas (de natureza operatória), realizadas na busca de soluções às questões que foram sendo colocadas pelo professor.

A atribuição de tarefas e a regulação dessas mesmas tarefas foram as funções mais frequentemente desempenhadas pelo professor: foi o professor quem definiu quais as relações a estabelecer entre unidades do sistema horário, que formulou a situação problemática que originou os sucessivos cálculos numéricos, quem selecionou os alunos responsáveis por apresentar à turma as soluções às questões colocadas, quem avaliou as soluções apresentadas e que exemplificou técnicas de resolução de cálculos numéricos.

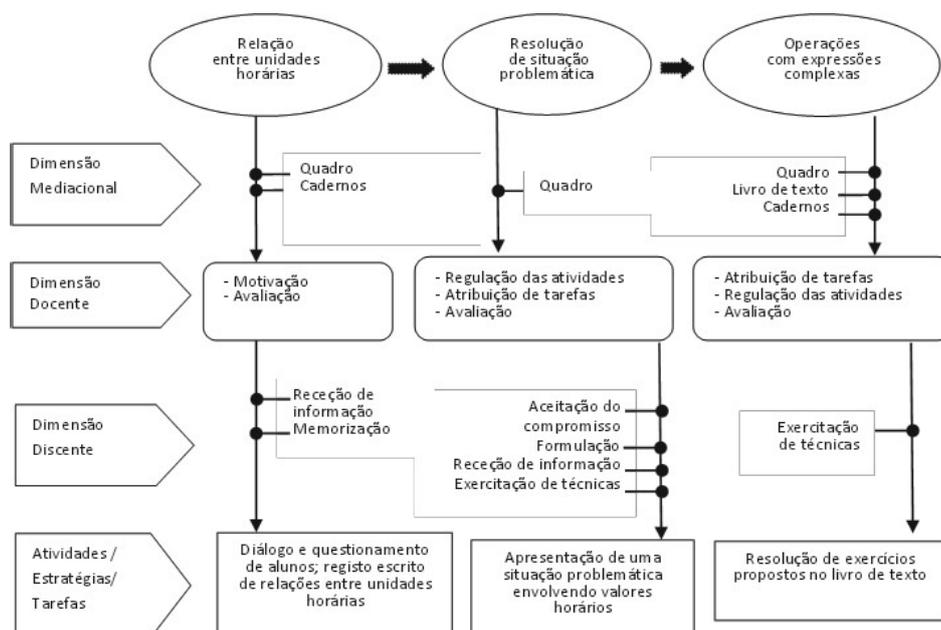


Figura 1: Estrutura geral do processo de estudo em análise

4.2 Identificação de objetos e processos matemáticos

Ao longo deste processo de estudo emergiram essencialmente objetos de natureza linguística, tanto de natureza verbal como simbólica, os da segunda categoria resultantes essencialmente de práticas realizadas pelo professor (representação escrita de equivalências de unidades horárias e de operações de subtração, adição e multiplicação). As proposições que foram enunciadas recaíram sobre relações entre unidades de tempo e os procedimentos executados incidiram em cálculos envolvendo expressões complexas.

Um conjunto bastante significativo dos objetos matemáticos emergentes das atividades realizadas durante o 1.º sub-episódio – Relação entre unidades horárias – resultou de processos de representação e materialização, com o registo no quadro suportado por linguagem matemática, traduzindo equivalências entre unidades de medida de tempo e representando procedimentos de cálculo envolvendo valores representados no sistema horário, permitindo a visualização dos sucessivos objetos de natureza não ostensiva nas igualdades estabelecidas e nas várias operações numéricas realizadas.

A aplicação do método da decomposição de aditivo como estratégia de resolução de uma subtração é visível numa trajetória argumentativa presente no 2.º sub-episódio, em que o professor, partindo de um processo de particularização, tem como finalidade a sua generalização: os objetos matemáticos presentes são reduzidos a meros procedimentos de cálculo (algoritmização) institucionalizados pelo professor para resolução de casos particulares. Parece, assim, pretender-se a geração de objetos de carácter intensivo – regras que possibilitam formar as operações aritméticas envolvendo números representados num sistema de numeração de características sexagesimais – como resultado dos objetos extensivos manipulados nos processos de particularização.

Merece especial referência a sequência algorítmica ocorrida no 3.º sub-episódio, em que os sucessivos cálculos, realizados pelo professor, visam a conversão de unidades de medida representadas na base sexagesimal: o procedimento adotado resulta numa cadeia de subtrações que, a serem entendidas tal como estão materializadas, revelam uma incorreta realização dessa operação numérica, não sendo claro que o procedimento não se refere efetivamente à operação de subtração mas sim a uma técnica adaptada pelo professor para estas situações específicas de conversão de unidades, é de supor a emergência de eventuais conflitos epistémicos nos alunos.

Ao longo de toda a aula, a apresentação coletiva e a partilha em grande grupo dos procedimentos realizados e dos resultados alcançados pelos estudantes, mediados pelas intervenções de carácter regulador do professor, permitem a este último gerir processos de institucionalização das soluções encontradas, originadas em processos de enunciação e comunicação, tanto na vertente oral como escrita. .

4.3 Descrição das interações didáticas

No desenvolvimento deste processo de estudo, professor e alunos empreenderam uma sequência de atividades em interação: para que os alunos fossem capazes de resolver as sucessivas atividades decorrentes das situações e tarefas que foram sendo colocadas, o professor assumiu a condução das atividades, colocando questões a que os alunos foram dando resposta, na grande maioria das situações de forma individual.

Apesar de se ter assistido à realização de trabalho de pares no 3.º sub-episódio identificado, não foi percebida uma intencionalidade significativa em fomentar o trabalho cooperativo entre alunos. A realização individual que precedeu a exposição geral das soluções encontradas pelos alunos poderá ser entendida como a promoção de um certo grau de autonomia na execução das tarefas propostas, mas que parece não se estender para além desses momentos: uma parte significativa da aula (2.º e 3.º sub-episódios, respetivamente) resulta da atividade do professor explicando procedimentos de natureza operatória destinados à conversão e cálculo de valores no sistema horário.

Assinale-se no 1.º sub-episódio um conflito semiótico de natureza epistémica, despoletado pelo professor quando considera que a proposta linguística associada à utilização da designação *mais* para identificação da operação de soma de números inteiros não é adequada em alunos que frequentam já o último ano de escolaridade do 1.º ciclo: tal conflito parece solucionado quando, após a intervenção do professor, três alunos propõem a designação (correta) requerida.

Um conflito interacional é percebido no 2.º sub-episódio, patente na discordância entre alunos, com diferentes propostas de solução apresentadas por vários alunos como resposta para a mesma questão, que termina com a intervenção do professor. Neste mesmo sub-episódio parece ocorrer novo conflito semiótico, quando um aluno afirma ser indiferente representar valores de medida de tempo respeitando a organização definida pelo Sistema Métrico Decimal para a utilização dessas unidades ou não as ter em consideração; por recurso ao princípio da autoridade, sem apresentação de justificação para a não validade da prática considerada válida pelo aluno mas apenas pela apresentação de uma solução requerida a outro aluno, o professor parece entender tal prática como forma de resolução deste conflito.

Os processos de avaliação formativa que tiveram lugar neste processo de estudo foram frequentemente protagonizados pelo professor, que tentou reforçar as propostas de soluções avançadas pelos alunos questionando-os sempre sobre o grau de certeza das suas respostas, mas também assistimos a momentos de avaliação dos resultados alcançados pelos alunos da responsabilidade dos próprios alunos, nomeadamente nas intervenções orais ocorridas.

Pela análise da transcrição da aula é de considerar que o tempo destinado à execução das várias atividades foi suficiente para a realização das mesmas, uma vez que não foi percebido nenhum incumprimento das tarefas propostas devido a limitações temporais, assim como parecem adequados os recursos materiais disponibilizados para a sua concretização.

No que concerne à dimensão normativa, refira-se que as principais regras reguladoras deste processo de estudo visam a dimensão interacional – estabelecendo o professor tanto como gestor das tarefas a realizar como responsável pela atribuição de responsabilidades e funções aos alunos, referem-se a regras de carácter meta-epistémico (por exemplo, estabelecendo que qualquer solução apresentada deverá ser devidamente justificada) ou regulam a utilização dos recursos materiais disponíveis.

5 Conclusões

No processo de estudo analisado registou-se uma maior prevalência em práticas operativas de natureza algorítmica. As ações dos alunos centraram-se na exercitação de técnicas de representação simbólica e de realização de cálculos numéricos para determinação de valores de medida. Em paralelo, o professor foi gerindo os processos de exercitação que iam sendo desenvolvidos, ora procedendo à sua exemplificação ora validando os resultados que vão sendo obtidos, terminando habitualmente cada configuração com a institucionalização dos conhecimentos postos em jogo.

Os registos simbólicos e gráficos assumem especial importância nas dinâmicas de aula observadas, constituindo essas representações a tradução ostensiva de conceitos (não ostensivos) envolvidos nas práticas realizadas, das propriedades nelas reconhecidas e dos procedimentos algorítmicos realizados. Foi também visível uma utilização de entidades linguísticas diretamente relacionadas com o tema em estudo; as proposições enunciadas são fruto dos resultados obtidos na resolução das situações exploradas e em alguns casos traduzem equivalências previamente instituídas.

Assinale-se a presença de conceitos e proposições essencialmente relacionados com unidades que integram o sistema horário e de objetos de tipo procedimental associados à determinação de quantidades de tempo por aplicação das operações numéricas de adição e subtração envolvendo expressões complexas (representação em uma base sexagesimal). Refira-se, porém, que o processo operatório desenvolvido pelo professor visando a conversão de unidades de medida de tempo não respeitou o algoritmo da operação de subtração, que é a operação explicitada; tal adaptação pode resultar em uma apropriação indevida do conhecimento matemático, contribuindo para eventuais desajustes entre os significados pretendidos e os significados implementados neste processo de instrução.

Ao nível das interações observadas, foi possível verificar que o professor é quem assume a orientação de praticamente todos os aspetos de implementação deste processo de estudo, competindo-lhe decidir e definir o que e como vai ser realizado, alocar tempos e espaços às atividades a ser executadas, autorizar a utilização dos vários recursos materiais e gerir as intervenções dos alunos ao longo da concretização das atividades.

O estabelecimento de regras reguladoras das relações estabelecidas por todos os intervenientes e da utilização de materiais existentes na sala de aula é assim uma responsabilidade praticamente exclusiva do professor; essa dimensão normativa evidencia também a existência de normas de natureza meta-epistémica, que de alguma maneira enformam os significados pretendidos para os sistemas de práticas matemáticas institucionais, com implicações para a relação dos alunos com o saber matemático.

Apesar de circunscrita a um único processo de estudo, parece-nos que a informação a que permitiu aceder a análise de natureza ontossemiótica exposta neste texto ilustra, em nosso entender, algumas das possibilidades disponibilizadas pelo EOS para a compreensão e análise de práticas matemáticas, apresentando-o como um modelo de análise didática ao serviço da melhoria tanto de processos de ensino dos professores como, e por consequência, das aprendizagens dos alunos.

6 Referências

- Bodgan, R., & Biklen, K. (1982). *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- DEB (1999). *Currículo nacional do ensino básico – competências essenciais*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.
- DGIDC (2006). *Provas de aferição do ensino básico: 4.º, 6.º e 9.º ano – 2004. Relatório nacional*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

- Estrela, A. (1986). *Teoria e prática de observação de classes. Uma estratégia de formação de professores*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Font, V., Planas, N., & Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje* 33, (2), 89-105.
- GAVE (2009). *Relatório sobre a prova de aferição de matemática do 1.º ciclo de 2009*. Lisboa: Ministério da Educação.
- GAVE (2010). *Prova de aferição de matemática do 1.º ciclo – relatório nacional de 2010*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2), 237-284.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Roa, R. (2005). An onto-semiotic analysis of combinatorial problems and the solving processes by university students. *Educational Studies in Mathematics*, 60(1), 3-36.
- Godino, J. D., Contreras, A., & Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 26(1), 39-88.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2008). *Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática*. [Disponível em http://www.ugr.es/jgodino/indice_eos.htm]
- Godino, J. D., Font, V., & Wilhemi, M. R. (2008). *Análisis didáctico de procesos de estudio matemático basado en el enfoque ontosemiótico*. [Disponível em http://www.ugr.es/jgodino/indice_eos.htm]
- MEC. (2013). *Programa e metas curriculares matemática – ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- NCTM (1998). *Normas para o currículo e a avaliação em matemática escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- NCTM (2007). *Princípios e normas para a matemática escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- Ponte, J. P., Matos, J. M., & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática. Implicações curriculares*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Sandin, M. P. E. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos e tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Santos, L. P. (Coord.) (2013). *Processo de avaliação externa da aprendizagem – provas finais de ciclo e exames nacionais 2013*. Lisboa: DGE-MEC.
- Santos, L. P. (Coord.) (2014). *Processo de avaliação externa da aprendizagem – provas finais de ciclo e exames nacionais 2014*. Lisboa: DGE-MEC.