



## Análise ontossemiótica de processos instrucionais de matemática, melhoria de práticas e desenvolvimento profissional docente

### Onto-semiotic analysis of instructional processes in mathematics, practices improvement and teacher professional development

Isabel Cláudia Nogueira

Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti – Porto, Portugal

#### Resumo

A descrição do tipo de conhecimento matemático presente num processo de estudo e das suas formas de exploração em aula constitui uma valiosa ferramenta para uma reflexão criteriosa sobre práticas educativas, com efeito no âmbito da melhoria da qualidade de processos educativos e no desenvolvimento profissional docente. Ao longo deste texto partilharemos o resultado da aplicação de uma ferramenta disponibilizada pelo modelo de análise ontossemiótica para descrição de processos de instrução matemática: a técnica de análise semiótica. A partir de um segmento instrucional desenvolvido numa aula de Matemática do Ensino Básico, apresentaremos um exemplo das possibilidades oferecidas por este modelo à compreensão de processos instrucionais e à melhoria tanto de processos de ensino dos professores como das aprendizagens dos alunos.

*Palavras-chave:* análise didática, práticas educativas, matemática, modelo ontossemiótico, desenvolvimento profissional docente

#### Abstract

The description of mathematical knowledge types present in a study process and its forms of exploitation in class can be a powerful tool for a thorough reflection on educational practices, with impact both in the quality improvement of educational processes as on teacher professional development.

Throughout this text we will share results of applying a tool provided by the onto-semiotic approach designed for describing mathematical processes: the semiotic analysis technique. From an instructional segment developed in a mathematics class of Primary Education, it will be presented an example of the possibilities offered by this model to the understanding of instructional processes and to the improving both of teaching processes and students learning.

*Keywords:* didactic analysis, educational practices, mathematics, onto-semiotic approach, teacher professional development

Entendendo a análise didática como um conjunto estruturado de instrumentos que possibilitam a exploração e o aprofundamento de múltiplos significados dos contextos, dos conteúdos e das práticas realizadas em sala de aula, a identificação e a descrição de práticas escolares desenvolvidas na aprendizagem e no ensino da Matemática constituem dois dos seus aspetos essenciais. Importa, pois, dispormos de mecanismos de análise dos processos de instrução que nos permitam avaliar, entre

outras dimensões e de uma forma objetiva, *o quê e como* acontece na sala de aula, patentes no tipo de solicitações de natureza cognitiva são requeridas aos alunos nas aulas de Matemática.

Assim, a descrição e reflexão sobre os processos instrucionais afigurasse-nos como indispensável a qualquer processo de melhoria da escola, não apenas porque permitirá distinguir práticas eficazes para a aprendizagem dos seus alunos de outras menos conseguidas mas também porque possibilitará a qualquer professor aceder às suas formas de intervenção, criando oportunidades de validar ou reconfigurar as suas práticas, contribuindo dessa forma para o seu próprio desenvolvimento profissional. Recordamos a esse propósito Schön (1992) – e a importância da reflexão sobre a ação educativa, neste caso depois da ação, aqui entendida como prática de sala de aula – e os contributos da investigação que apontam as práticas reflexivas como uma ferramenta essencial à melhoria das práticas de ensino (Honigsfeld & Schiering, 2004; Kane, Sandretto & Heath, 2002; McAlpine & Weston, 2002).

Para que a reflexividade docente não se restrinja a um mero princípio pragmático ou tecnicista, o professor deverá apropriar-se teórica e criticamente não apenas das realidades em que se movimenta, mas também “de metodologias de acção, de formas de agir, de procedimentos facilitadores do trabalho docente e de resolução de problemas de sala de aula” (Libâneo, 2002), que lhe permitam atuar na realidade de forma consciente e fundamentada. Nesta perspetiva, destaca-se a necessidade da reflexão sobre a prática, considerando a apropriação de teorias e metodologias como elementos fundamentais à melhoria de práticas de ensino, porque ajudam o professor a compreender o seu próprio pensamento e a refletir criticamente sobre sua prática. Deste novo paradigma de pensamento e ação (Alarcão, 2001) emergem múltiplas implicações à escola, à formação, ao currículo e à maneira como os professores percebem e exercem a sua prática pedagógica de agir.

#### Práticas matemáticas na Educação Básica

Proporcionar e promover a aquisição de conhecimentos, práticas, capacidades, atitudes e valores, de forma a contribuir para uma consciente participação e tomada de decisões numa perspetiva democrática, constituem objetivos gerais definidos para o Ensino Básico na Lei de Bases do Sistema Educativo Português.

Para tal, o Ensino Básico deverá assegurar a formação geral comum a todos os portugueses, equilibrando saber/saber fazer, teoria/prática, cultura escolar/cultura do quotidiano. As exigências da sociedade atual deverão, assim e na nossa perspetiva, ser tidas em consideração no que a escola deve oferecer aos alunos, nomeadamente sobre o que hoje significa saber matemática, saber fazer matemática e saber pensar sobre a matemática. A ideia (ainda bastante generalizada) de que a matemática consiste apenas na aprendizagem de um conjunto de factos, regras e procedimentos previamente definidos e, como tal, a serem aprendidos e aplicados, deverá dar lugar à ideia que a matemática pode e deve ser construída, experimentada e compreendida: a realização de experiências, a demonstração de processos e a justificação de resultados são alguns exemplos de práticas que deverão ser correntes na realização de atividades matemáticas, nomeadamente logo no 1º Ciclo do Ensino Básico.

Partilhamos a ideia de que “o que os alunos aprendem está fundamentalmente relacionado com o modo como o aprendem” (NCTM, 1994: 23): assim, para a promoção da autonomia e da aprendizagem de cada um e de todos os alunos, será determinante fomentar hábitos e práticas autónomas, nomeadamente na construção de conhecimento. As atividades que o professor planifica e posteriormente concretiza junto dos seus alunos deverão, assim, não esquecer que os alunos deverão saber explicar as suas ideias, saber justificar de forma fundamentada as suas opiniões e serem capazes de descrever os processos que desenvolveram na realização de actividades; no entanto, e no que se refere ao ensino da Matemática nos primeiros anos, diversos estudos apontam ainda como persistentes práticas de ensino de cariz mais elementar, que não valorizam o desenvolvimento de hábitos de pensamento, de discussão e de processamento matemáticos (Becker & Selter, 1994; Baroody, 1993; Ponte, Matos & Abrantes, 1998; Serrazina, 1998). As situações de formulação de problemas, de discussão sobre métodos e estratégias de carácter lógico-matemático, de realização de atividades de investigação e de argumentação deverão constituir-se como práticas sistemáticas na sala de aula com os alunos, nomeadamente pelo papel que poderão desempenhar na construção da sua própria autonomia.

Importa, pois, dispormos de mecanismos de análise dos processos de instrução matemática que nos permitam avaliar, forma objetiva e entre outros aspectos, que solicitações de natureza cognitiva são requeridas aos alunos nas aulas de Matemática: tais solicitações dependerão, naturalmente, (i) da natureza dos objetos matemáticos envolvidos nas atividades realizadas; (ii) do tipo de propostas planificadas pelo professor para esse momento ou conteúdo escolar e, naturalmente, (iii) das funções que os alunos desempenham aquando da concretização do trabalho proposto pelo professor. No parágrafo seguinte, apresentamos um exemplo de aplicação de um modelo de análise de processos de instrução matemática proposto pela perspetiva Ontossemiótica da Cognição e Instrução Matemática (Godino & Batanero, 1998; Godino, 2002; Godino, Contreras & Font, 2006) – a Técnica de Análise

Semiótica –, ferramenta que, em nosso entender, poderá revelar-se extremamente útil na identificação e caracterização de práticas de sala de aula.

### **A análise de processos de instrução na perspetiva Ontossemiótica da Cognição e Instrução Matemática**

A perspetiva Ontossemiótica da Cognição e Instrução Matemática (EOS) considera os objetos matemáticos como entidades emergentes de “sistemas de práticas manifestados por un sujeto (o en el seno de una institución) ante una clase de situaciones-problemas” (Godino, 2002: 242). A realização de qualquer prática matemática implica, para a EOS, a mobilização de um conjunto de objetos ditos primários que poderão ser dos seguintes tipos: linguagem, situações, definições (ou conceitos), proposições, procedimentos e argumentos. Esta classificação constitui a primeira categorização das entidades que configuram qualquer sistema de práticas e serão os constituintes básicos de objetos de complexidade superior (Godino, 2002: 246).

Dada a importância central da análise de práticas de sala de aula, a EOS propõe um modelo teórico – Técnica de Análise Semiótica – que define a tipologia de aplicação dessa perspetiva aos vários tipos de objetos e às dimensões do conhecimento matemático envolvidos em qualquer processo de instrução. Esta técnica propõe seis categorias que poderão ser alvo de análise em qualquer processo de instrução: a análise epistémica, a análise das atividades docentes, a análise das atividades discentes, a análise mediacional, a análise cognitiva e a análise emocional. Neste texto, iremos centrar-nos na análise de natureza epistémica, na análise das tarefas docentes e na análise das atividades discentes.

A análise epistémica recai sobre a distribuição temporal do ensino das componentes dos sistemas de práticas operativas e discursivas implementadas. Nesta análise epistémica, é efetuada a decomposição do processo de instrução em unidades de análise que possibilitem a caracterização do tipo de atividade matemática que foi implementada. Para esta caracterização, estão definidos seis possíveis estados de acordo com o tipo de entidade presente em cada momento: situacional, actuante, linguístico, conceptual, proposicional e argumentativo. Quando é enunciado/apresentado um exemplo de um certo tipo de problemas estaremos perante um estado do tipo situacional; já o estado actuante identifica o desenvolvimento ou estudo de uma determinada forma de resolver um problema. A introdução de designações, notações ou representações corresponde a um estado linguístico; estaremos perante um estado conceptual sempre que se formulam ou interpretam definições dos objetos em questão. Enunciar ou interpretar propriedades corresponde a um estado proposicional, sendo que sempre que são explicadas, justificadas ou validadas propriedades enunciadas ou ações executadas, estamos perante um estado argumentativo. Assim, a análise da trajetória epistémica de um processo de instrução permitirá caracterizar o significado institucional efetivamente implementado e a sua complexidade ontossemiótica.

A análise das atividades docentes permite qualificar a distribuição das tarefas desempenhadas pelo docente durante o processo de instrução. Centrada na sequência de atividades realizadas, a análise da atividade docente elege seis entidades primárias como constituintes dos sistemas de práticas matemáticas, determinadas pelo tipo de ação desenvolvida: planificação, motivação, atribuição de tarefas, regulação, avaliação e investigação. O desenho do processo de instrução corresponde a uma atividade de planificação; uma atividade de motivação tem lugar cada vez que o professor tenta envolver os alunos no processo em causa, criando um clima de afetividade, de respeito e de estímulo. A gestão e o controle do processo de estudo, a definição dos tempos, a orientação e adaptação das tarefas configuram um estado de atribuição de tarefas, sendo que o estado de regulação ocorre quando há lugar à fixação de regras, ao apelo à mobilização de conhecimentos prévios necessários à progressão do estudo ou à readaptação da planificação prevista. A observação e determinação do estado de aprendizagem atingido e a resolução de dificuldades individuais detectadas definem um estado de avaliação pelo que quando tem lugar a reflexão a análise do desenvolvimento do processo de instrução, nomeadamente tendo em vista a introdução de modificações em futuras implementações desse processo ou a articulação entre os distintos momentos do processo em estudo estamos perante o estado de investigação.

O tipo de ações desempenhadas pelos alunos é o objeto da análise das atividades discentes. Nesta dimensão de análise, são definidos nove tipos de atividade/função do aluno no processo de instrução: aceitação do compromisso educativo, exploração, memorização, formulação, argumentação, procura de informação, receção de informação, exercitação de técnicas específicas e avaliação. O estado de aceitação do compromisso educativo corresponde à adoção de uma atitude positiva perante o trabalho proposto; estamos perante um estado de exploração sempre que é colocada uma questão, quando são formuladas conjeturas e formas de resposta às questões que emergiram. A interpretação e aplicação quer de definições e/ou proposições, quer do significado dos elementos linguísticos, configuram uma ação de memorização. Já o estado de formulação corresponde à apresentação de soluções para as situações ou tarefas que foram propostas, sendo que, no estado de argumentação, ocorre a apresentação e justificação de conjeturas. Quando os alunos solicitam informação sobre, por exemplo, o significado de determinado conceito ou sobre algum conhecimento prévio necessário, configura-se um estado de procura de informação e estamos perante o estado de receção de informação sempre que são apresentados conhecimentos, efetuadas descrições ou elencadas formas de execução, por exemplo. O estado de exercitação corresponde à realização de tarefas de carácter rotineiro, para treino de práticas específicas, e quando é proposta pelo professor alguma forma de avaliação, o aluno está num estado de avaliação.

## Método

De acordo com o anteriormente exposto, apresentamos uma análise do desenvolvimento de um processo de instrução de Matemática baseada na perspetiva EOS. Nas linhas que se seguem, iremos apresentar as análises de natureza epistémica e das tarefas realizadas pelo docente e pelos discentes, identificadas ao longo de um processo de instrução matemática.

A partir de um segmento de aproximadamente 50 minutos de uma aula do 4º ano de escolaridade do Ensino Básico dedicada à exploração do comprimento, realizaram-se a análise epistémica e a análise das atividades docente e discente das tarefas realizadas. Os dados obtidos permitiram, para cada uma dessas categorias, a elaboração de representações gráficas elucidativas da distribuição verificada pelas diversas categorias definidas por esta perspetiva metodológica.

## Resultados

### Análise epistémica

Como podemos constatar na Figura 1, durante a realização deste processo de instrução, verificou-se uma total ausência de atividade matemática que implicasse a explicação e/ou justificação das tarefas realizadas, não sendo assim promovidas a capacidade de argumentação, de justificação de resultados e de procedimentos executados. De facto, e apesar de terem sido identificados elementos de natureza proposicional – claramente propícios a atividades de análise, argumentação ou justificação –, nesta implementação predominaram os momentos de natureza actuante, que privilegiam essencialmente aplicações de carácter procedimental, necessários obviamente à prática da Matemática, mas insuficientes à sua compreensão.

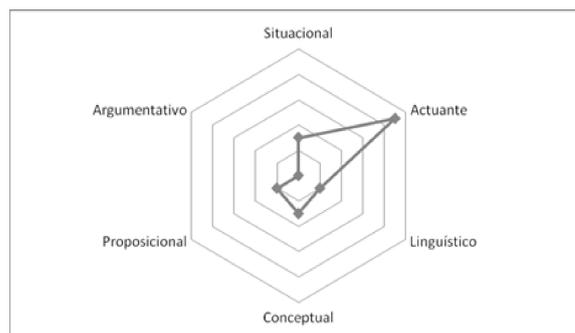


Figura 1. Distribuição epistémica das atividades

### Análise da atividade docente

A atividade docente repartiu-se quase exclusivamente por atribuição de tarefas e atividades de avaliação do desempenho dos alunos. Analisando a Figura 2, podemos concluir que neste processo de instrução matemática, o papel do professor foi essencialmente de orientação e gestão do processo de estudo, não tendo sido observadas tarefas docentes de outra tipologia.



Figura 2. Distribuição da atividade docente

Saliente-se que neste texto nos limitámos a representar exclusivamente o desenvolvimento do processo de instrução aquando da sua concretização: não nos surpreende totalmente, por isso, a ausência de atividades de planificação e investigação, tradicionalmente realizadas antes e após a implementação do processo de instrução.

### Análise da atividade discente

A informação representada na Figura 3 permite identificar as funções desempenhadas pelos alunos durante este processo de estudo:



Figura 3. Distribuição da atividade discente

Podemos constatar que as atividades realizadas pelos discentes foram essencialmente de três tipos: recepção de informação, memorização e exercitação. De facto, durante este processo de estudo, os alunos ativaram conhecimentos anteriores, necessários à realização das atividades propostas pelo professor, que teve de fornecer indicações que permitissem aos alunos realizarem o trabalho definido para este processo de estudo. Note-se a ausência de tarefas que apelem à mobilização de competências cognitivas mais complexas, como atividades de exploração, de procura de informação e de argumentação, por exemplo.

### Conclusões

Ao longo deste texto, centrado na análise de práticas na aprendizagem/ensino da Matemática e no papel essencial que a reflexão sobre práticas desempenha na melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos e, portanto, da Escola, tentámos mostrar quão relevante é a análise de práticas de sala de aula também na ótica do desenvolvimento profissional do professor.

As questões ligadas à aprendizagem dos estudantes estão fortemente relacionadas com a qualidade das experiências formativas que lhes são proporcionadas pelos seus professores, constituindo-se estes simultaneamente como principais promotores da tão desejada melhoria da ação educativa (Rodríguez Marcos, 2006) e protagonistas verdadeiramente determinantes no acompanhamento das inovações pelo seu envolvimento nos processos de mudança educativa (Hargreaves, 1998). Entendendo como prática de desenvolvimento profissional toda a atividade que vise a (re)construção de conhecimento, o aperfeiçoamento de capacidades e o aumento da sua eficácia profissional, assumimos que só uma descrição precisa dos tipos de conhecimento matemático implementado num processo de estudo e das suas formas de exploração e, portanto, de construção, desse conhecimento por parte dos alunos, permitirá ter consciência do tipo de competências que são promovidas pelo professor na sua atividade em sala de aula: por esse motivo, consideramos que a técnica de análise semiótica proposta pela perspectiva Ontossemiótica da Cognição e Instrução Matemática (EOS) pode constituir-se uma ferramenta extremamente interessante e reveladora, atendendo não só às dimensões que contempla como também à categorização que propõe para cada uma dessas dimensões. De facto, é a reflexão do professor sobre as suas próprias práticas que lhe possibilita, quando e se necessário, a construção de alternativas para intervenções futuras, habilitando e promovendo a construção de um saber pensado e pronto para ser testado na prática. O exemplo de análise de práticas de sala de aula que partilhamos neste texto não terá a pretensão a ser mais do que isso mesmo, quer pela sua duração, quer por ser visto isoladamente: pretende apenas evidenciar a técnica de análise semiótica como uma ferramenta que poderá auxiliar o professor a refletir sobre sua prática, a re(significar) as suas teorias e a compreender as bases do seu próprio pensamento, ajudando-o a tornar-se um investigador da sua própria ação e podendo, por isso, modificá-la com mais propriedade, qualificando-a.

### Referências

- Alarcão, I. (Org). (2001). *Escola Reflexiva e Nova Racionalidade*. Porto Alegre: Artmed.
- Baroody, A. (1993). Fostering the mathematical learning of young children. In B. Spodek (Ed.), *Handbook of early childhood research*. Hillsdale, N.J: MacMillan, 151–175.
- Becker, J. & Selter, C. (1994). Elementary school practices. In Alan Bishop, Ken Clements, Christine Keitel, Jeremy Kilpatrick & Collette Laborde (Eds.). *Internacional HandBook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer, 511–564.
- Godino, J. D. & Batanero, C. (1998). Clarifying the meaning of mathematical objects as a priority area of research in mathematics education. In A. Sierpiska & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics Education as a research domain: A search for identity*. Dordrecht: Kluwer, 177–195.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22, (2/3): 237-284.

- 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 Mathematiques*, 26 (1): 39-88.
- Hargreaves, A. (1998). *Os professores em tempo de mudança*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Honigsfeld, A. & Schiering, M. (2004). Diverse approaches to the diversity of learning styles in teacher education. *Educational Psychology*, 24 (4), 487–508.
- Kane, R., Sandretto, S. & Heath, C. (2002). Telling half the story: A critical review of research on the teaching beliefs and practices of university academics. *Review of Educational Research*, 72, 177–228.
- Libâneo, J.C. (2002). Reflexividade e formação de professores: outra oscilação do pensamento pedagógico brasileiro?. In Pimenta, S.G. & Ghedin, E. (Orgs.). *Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*. São Paulo: Cortez.
- McAlpine, L. & Weston, C. (2002). Reflection: Issues related to improving professors' teaching and pre-service teachers' learning. In N. Hativa & P. Goodyear (Eds.), *Teacher thinking, beliefs and knowledge in higher education* (pp. 59–78). Dordrecht: Kluwer.
- NCTM (1994). *Normas Profissionais para o Ensino da Matemática*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática e Instituto de Inovação Educacional.
- Ponte, J., Matos, J. & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática – Implicações curriculares*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Rodriguez Marcos, A. (2006). Análisis y Mejora De La Propia Enseñanza, In *Revista Contexto & Educação*, 76. Universidad Autónoma de Madrid. Grupo de investigación EMIPE, 127-150
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Barcelona: Paidós.
- Serrazina, L. (1998). *Teacher's professional development in a period of radical change in primary mathematics education in Portugal* (Tese de Doutoramento). Lisboa: Associação de Professores de Matemática.