

DOI: <https://doi.org/10.23925/2358-4122.74524>

Em direção a novos sistemas de documentação para professores de matemática? *Towards new documentation systems for mathematics teachers?*¹

Ghislaine Gueudet²
Luc Trouche³

RESUMO

Neste artigo, estudamos o trabalho de documentação de professores de matemática: a busca por recursos, a seleção/elaboração de tarefas matemáticas, o planejamento de sua sequência, a gestão de artefatos disponíveis etc. Consideramos que esse trabalho de documentação está no cerne da atividade profissional e do desenvolvimento profissional dos professores. Introduzimos uma distinção entre recursos disponíveis e documentos desenvolvidos pelos professores por meio de um processo de gênese documental, numa perspectiva inspirada pela abordagem instrumental. Ao longo de seu trabalho de documentação, os professores desenvolvem sistemas de documentação, e a digitalização de recursos acarreta evoluções desses sistemas. A abordagem que propomos visa capturar essas evoluções e, de forma mais geral, estudar a transformação profissional dos professores.

Palavras-chave: *Artefatos. Material curricular. Recursos digitais. Documentos. Gêneses documentais. Instrumentos. Invariantes operacionais. Crenças dos professores. Desenvolvimento profissional.*

ABSTRACT

We study in this article mathematics teachers' documentation work: looking for resources, selecting/designing mathematical tasks, planning their succession, managing available artifacts, etc. We consider that this documentation work is at the core of teachers' professional activity and professional development. We introduce a distinction between available resources and documents developed by teachers through a documental genesis process, in a perspective inspired by the instrumental approach. Throughout their documentation work, teachers develop documentation systems, and the digitizing of resources entails evolutions of these systems. The approach we propose aims at seizing these evolutions, and more generally at studying teachers' professional change.

Keywords: *Artifacts. Curriculum material. Digital resources. Documents. Documentational geneses. Instruments. Operational invariants. Teacher beliefs. Professional development.*

4

1. Introdução

A disponibilidade generalizada de recursos digitais para professores de matemática acarreta uma metamorfose completa do material curricular (Remillard, 2005). Também produz uma mudança profunda no conhecimento e desenvolvimento profissional dos professores. Propomos aqui uma abordagem teórica com o objetivo de elucidar as consequências desse fenômeno. No entanto, o escopo dessa abordagem vai além da simples identificação das mudanças trazido por recursos digitais.

¹ Este artigo é reprodução em português de artigo publicado pela Educ Stud Math (2009) 71:199–218 DOI 10.1007/s10649-008-9159-8. Os autores autorizaram a republicação como convidados da EMD, volume 12, no 3

² G. Gueudet (*) CREAD and IUFM de Bretagne, IUFM site de Rennes, 153 rue Saint-Malo, 35043 Rennes Cedex, France e-mail: Ghislaine.Gueudet@bretagne.iufm.fr

³ L. Trouche professeur émérite, Institut français de l'éducation, École normale supérieure de Lyon, luc.trouche@wanadoo.fr

De fato, optamos, para analisar essas mudanças, por considerar os conjuntos de recursos utilizados pelos professores, não nos restringindo apenas aos recursos digitais. Queremos introduzir aqui uma perspectiva geral para o estudo da evolução profissional dos professores, na qual a atenção do pesquisador se concentra nos recursos, em sua apropriação e transformação pelo professor ou por um grupo de professores que trabalham em conjunto. Questões semelhantes já foram investigadas por Adler (2000), que afirma que, “na formação de professores de matemática, os recursos na prática e em contexto precisam se tornar um foco de atenção” (p. 221). Concordamos plenamente com essa afirmação e mencionamos ao longo desse artigo diversas conexões com a conceituação de recursos de Adler. Mantemos, contudo, um interesse específico em recursos digitais. Esse interesse não se destina à promoção desses recursos, mas sim a esclarecer o uso de recursos em geral, incluindo elementos digitais e não digitais, e a evolução profissional dos professores.

Estudos sobre a integração de novas tecnologias na sala de aula têm destacado a necessidade de abordagens de pesquisa holísticas, adequadas para captar a totalidade das práticas dos professores (Monaghan, 2004). Lagrange, Artigue, Laborde e Trouche (2003), em seu estudo multidimensional sobre pesquisa em tecnologia no ensino da matemática, observaram um crescente interesse na articulação entre tecnologia e outros recursos. Diversas características interligadas do contexto da sala de aula devem ser consideradas ao se estudar questões de integração. Ruthven (2008) distingue cinco dimensões relevantes: ambiente de trabalho; sistema de recursos; formato da atividade; roteiro curricular (“um modelo vagamente ordenado de objetivos e ações relevantes que serve para orientar o ensino do tópico [pelo professor]”, p. 61); e economia de tempo. Consideramos, assim como Ruthven, que cada recurso deve ser visto como parte de um “conjunto de recursos” mais amplo (usado aqui em vez de “sistema de recursos”, que sugere uma estrutura *a priori* dos conjuntos de recursos). Ruthven afirma que os recursos e o roteiro curricular interagem. Essa perspectiva se aproxima da visão de Adler sobre recursos e daquela desenvolvida em um tipo de pesquisa sobre o uso de material curricular por professores, que Remillard (2005), em sua revisão de literatura, denomina “Uso do currículo como participação com o texto” (p. 221). A evolução do material curricular efetivamente utilizado e o desenvolvimento profissional do professor são dois processos interligados. Nossa abordagem se situa em uma perspectiva similar; contudo, desejamos enfatizar as seguintes especificidades:

– Partimos do pressuposto de que examinar a atividade dos professores exige uma análise do seu ambiente de trabalho (Cohen, Raudenbush & Ball 2003). Assim, dedicamos especial atenção a três fatores ambientais que provavelmente influenciam o trabalho dos professores: condições e restrições institucionais (Chevallard, 2005), uso das TIC e participação em coletivos profissionais (não analisamos aqui o trabalho de documentação coletiva dos professores, que merece um estudo específico e faz parte do nosso trabalho em andamento);

– O conjunto estudado de recursos não se limita ao material curricular, mas inclui tudo o que possa interferir no trabalho de documentação dos professores: discussões entre professores, orais ou online; fichas de exercícios dos alunos etc. De acordo com Adler (2000), “os recursos para a matemática escolar vão além dos recursos materiais e humanos básicos, incluindo uma gama de outros recursos humanos e materiais, bem como recursos matemáticos, culturais e sociais” (p. 210). Adler propõe uma distinção entre recursos materiais, humanos e socioculturais. Cohen et al. (2003) também propõem uma abordagem abrangente para os recursos: “Os recursos convencionais incluem as qualificações formais dos professores, livros, instalações, tamanho da turma e tempo. Os recursos pessoais incluem a vontade, a habilidade e o conhecimento dos profissionais. Os recursos ambientais e sociais incluem as diretrizes estaduais para o ensino, as normas acadêmicas, a liderança profissional e o apoio familiar” (p. 127). Não utilizamos as distinções introduzidas por esses autores; no entanto, nós também adotamos uma perspectiva ampla sobre recursos e consideramos que os recursos incluem todas as categorias mencionadas nas citações acima;

– Dedicamos especial atenção à atividade dos professores fora da sala de aula. Como afirmam Ball, Hill e Bass (2005) em seu estudo sobre “conhecimento matemático para o ensino”, o ensino não se reduz ao trabalho em sala de aula, mas também inclui planejamento, avaliação, elaboração de avaliações, discussões com os pais etc. Assim, concentramo-nos no que Remillard (2005) denomina “a arena do mapeamento curricular” e “a arena do planejamento”. Essas arenas estão naturalmente muito ligadas ao que acontece em sala de aula (“a arena da construção”, segundo Remillard), e nós frequentemente mencionamos isso, mas nossa atenção está voltada principalmente para as atividades extraclasse. Nos concentramos mais precisamente no que chamamos de trabalho de documentação dos professores: busca por recursos, seleção/elaboração de tarefas matemáticas, planejamento de sua sequência e a gestão do tempo associada etc. Esse trabalho é considerado central por diversos autores, em particular quando um novo currículo é proposto (Christou, Eliophotou-Menon & Philippou 2004), ou na perspectiva de programas de desenvolvimento profissional baseados no trabalho com material curricular, ou em estudos relacionados à seleção, adaptação e aprimoramento de tarefas matemáticas (Ball & Cohen 1996, Arbaugh & Brown 2005). Consideramos aqui que, mesmo fora de um contexto específico de reforma ou programa de desenvolvimento profissional, o trabalho de documentação está no cerne da atividade profissional e da mudança profissional dos professores.

– Mantemos uma visão ampla da mudança profissional. Naturalmente, consideramos, como sugerem Ball e Cohen (1996), a adoção de novos materiais como um componente do desenvolvimento profissional; mas não limitamos nosso estudo a esse tipo de mudança. Mantemos todos os tipos de evolução da prática profissional. Na abordagem que desenvolvemos, a mudança de prática e a mudança de conhecimento ou crenças profissionais estão conectadas (de maneira específica, como exposto na Seção 3); assim, consideramos ambas como processos simultâneos (como, por exemplo,

em Cooney 1999, 2001). Em sua conceituação do conhecimento dos professores, Shulman (1986) distingue entre conhecimento do conteúdo da matéria, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. O trabalho de documentação obviamente modifica o conhecimento curricular; mas também pode gerar evoluções em outros tipos de conhecimento. Em nosso estudo, consideramos o conhecimento dos professores em sua totalidade, sem separar seus diferentes tipos. Isso pode representar um refinamento adicional da teoria, mas merece um estudo específico. Por fim, em nossas análises de evolução profissional, distinguimos entre a integração de novos materiais, outras mudanças na prática e mudanças no conhecimento ou nas crenças.

Optamos por situar nosso estudo no contexto do ensino secundário devido ao nosso foco em recursos digitais: as escolas secundárias na França são muito mais bem equipadas com computadores do que as escolas primárias (Ministério da Educação da França, 2007). Realizamos uma série de entrevistas com professores; além disso, utilizamos pesquisas anteriores (sobre o uso de exercícios online e uma abordagem específica para a formação de professores) para obter dados adicionais. Apresentamos esses dados e nossa metodologia na Seção 2.

Uma referência central para os elementos teóricos que desenvolvemos é a abordagem instrumental em matemática (Guin, Ruthven & Trouche 2005) e o trabalho de Rabardel (1995) que a fundamenta. Relembramos os princípios dessa abordagem e apresentamos os primeiros passos de uma generalização que propomos na Seção 3. Introduzimos, em particular, uma distinção entre recursos e documentos, e a noção de gênese documental. Os documentos são desenvolvidos ao longo dessas gêneses documentais. Para um determinado professor, esses documentos são organizados em um sistema de documentação, e as gêneses estão profundamente interligadas com o desenvolvimento profissional do professor. Analisar o sistema de documentação e sua evolução permite o estudo do desenvolvimento profissional do professor. Abordamos esses tópicos na Seção 4.

2. Coleta de dados e metodologia

Propomos aqui as sementes de uma nova abordagem para o trabalho de documentação e desenvolvimento profissional dos professores. Essa elaboração teórica baseia-se em elementos teóricos anteriores, fornecidos em particular pela abordagem instrumental, e em dados de campo. Mais precisamente, os dados e o desenvolvimento teórico que propomos articulam-se em duas direções. Por um lado, as análises dos dados são utilizadas no artigo como exemplos para demonstrar e ilustrar a aplicação da teoria. Por outro lado, essas análises fornecem evidências da consistência e relevância da teoria no âmbito do trabalho de documentação dos professores. Os dados também contribuíram para moldar os conceitos, levando-nos a focar em aspectos específicos da teoria de

Rabardel (1995, 2005) ou a introduzir novos refinamentos. Esses dados de campo têm três origens distintas, sendo as duas primeiras correspondentes a pesquisas anteriores que realizamos:

- Investigamos durante vários anos as consequências do uso de bases de exercícios eletrônicos em sala de aula (Gueudet 2006). Estudamos, em particular, o uso, por professores, de um software chamado ‘Mathenpoche’ (‘Matemática no bolso’, abreviado para MEP1 a seguir), desenvolvido por uma equipe de professores voluntários e que propunha exercícios abrangendo todo o currículo do 6º ao 9º ano (Bueno-Ravel & Gueudet 2008). Os professores cadastrados como ‘usuários do MEP’ podiam escolher entre os exercícios para programar suas próprias aulas com o MEP⁵. Participamos de diversos projetos de pesquisa envolvendo o MEP, em particular o projeto GUPTEn⁶ (Lagrange, Bessières, Blanchard, Loissy & Vanderbrouck 2007), dedicado ao uso de TIC por professores. Nesse contexto, observamos o uso do MEP4 em sala de aula e coletamos descrições do uso em sala de aula feitas por professores durante um período de 3 anos;

- O SFoDEM7 (Guin & Trouche 2005) é uma organização de formação a distância para professores de matemática do ensino secundário (anos finais do Fundamental, no Brasil), criada entre 2000 e 2006 para prestar apoio contínuo aos professores na concepção, apropriação e experimentação de recursos que integram as TIC. Baseava-se na ideia de que o trabalho colaborativo é necessário para superar as dificuldades inerentes à integração das TIC. Grupos de professores reuniam-se para conceber e experimentar diversos recursos. O seu trabalho consistia numa comunicação contínua, com workshops de um dia três vezes por ano, e discussões e troca de ficheiros no resto do tempo através de uma plataforma partilhada. Desta forma, foi possível acompanhar estas discussões, bem como a evolução dos recursos nesta plataforma;

- O último tipo de dado, central para este estudo, foi uma série de entrevistas. Todos os casos apresentados a seguir provêm dessas entrevistas. Encontramo-nos com 9 professores para lhes perguntar sobre os recursos que utilizam no seu trabalho fora da sala de aula. Receberam-nos em suas casas e a conversa decorreu nos locais onde normalmente trabalham, junto ao computador, livros, pastas... A entrevista, com a duração de uma hora, foi gravada e transcrita. O roteiro completo da entrevista, apresentado no Apêndice 1, é composto por três partes principais:

- Uma descrição geral de tudo o que a professora considerou útil para o seu trabalho de documentação, com a identificação do que foi mais importante;

- Uma apresentação detalhada de três itens selecionados: um livro, um site, um plano de aula etc. (pelo menos uma produção pessoal), com uma explicação da sua história e utilização;

⁵ <http://mathenpoche.sesamath.net>

⁶ GUPTEn. Significa, em francês: Gênese do Uso Profissional de Tecnologias por Professores. Este projeto nacional de pesquisa francês é liderado por Jean-Baptiste Lagrange.

– Uma reflexão sobre as evoluções vivenciadas e as esperadas (o que era utilizado há 10 anos, o que elas acham que usarão ou o que gostariam de usar daqui a 10 anos).

Selecionamos as professoras a serem entrevistadas de acordo com várias especificações. Em primeiro lugar, consideramos a idade e a experiência profissional: a maioria tinha entre 40 e 50 anos e pelo menos 10 anos de experiência profissional (o que lhes permitiu responder à terceira parte da entrevista). Mas o mais importante para nós foi constituir um grupo de professoras suficientemente diversificado em relação aos três fatores importantes que enfatizamos na Seção 1: aspectos institucionais, envolvimento coletivo e uso das TIC. Um resumo dos perfis dessas professoras é apresentado no Apêndice 2; aqui, apresentamos uma breve descrição. envolvimento coletivo, uso das TIC. Um resumo dos perfis desses professores é fornecido no Apêndice 2; aqui apresentamos uma breve descrição.

Em relação aos aspectos institucionais, cinco deles lecionam no ensino fundamental (do 6º ao 9º ano) e quatro no ensino médio (do 10º ao 12º ano). Além disso, possuem diversas responsabilidades institucionais: alguns não têm nenhuma, outros são formadoras de professores, outros ainda são examinadores nacionais etc. Seu envolvimento nas comunidades de professores varia, alguns estando particularmente envolvidos em comunidades relacionadas ao MEP ou ao SFoDEM. Apresentam também diferentes graus de integração das TIC (Assude, 2008). Dois deles trabalham apenas com papel e lápis (grau zero), dois integram as TIC de forma escassa em sala de aula (baixo grau) e cinco em alto grau. Esse último ponto, em particular, indica claramente que esses 9 professores não devem ser considerados representativos dos professores franceses em geral. Devido ao nosso foco em recursos digitais, selecionamos uma maioria de professores familiarizados com o uso das TIC.

Os dados, que coletamos, são as transcrições das entrevistas, observações da organização dos locais de trabalho dos professores em casa, da organização dos arquivos digitais em seus computadores e materiais selecionados (folhas de exercícios dos alunos, trechos de livros didáticos, agenda etc., alguns em papel e outros digitais). Retivemos das entrevistas todas as informações relevantes: lista de recursos mencionados, evocação de interações com colegas e de participação em programas de desenvolvimento profissional e, para os três recursos selecionados como os mais importantes, descrição de seu uso em sala de aula, sua história, suas evoluções e as causas dessas evoluções. Capturar o trabalho realizado por um professor fora da sala de aula é difícil por razões materiais. Somos muito gratos aos professores que aceitaram nos receber em suas casas. Naturalmente, os resultados correspondentes baseiam-se em reconstruções do trabalho e da evolução desse trabalho, bem como em suas declarações e recursos coletados, e não em observações diretas de atividades em sala de aula ou fora dela. Essas reconstruções foram, naturalmente, controladas por nossa experiência em observação em sala de aula e pelo conhecimento que construímos ao longo dos anos sobre os usuários do MEP e os participantes do SFoDEM; contudo, esse aspecto metodológico

cria uma limitação óbvia para o nosso trabalho. No entanto, também produz consequências interessantes para o nosso propósito, na medida em que pode levar a um equilíbrio entre o trabalho em sala de aula e o trabalho fora dela, e até mesmo direcionar um pouco mais o foco para esse último, que muitas vezes é negligenciado pelos pesquisadores.

O caráter nacional do nosso estudo impõe outra limitação. A França é um país desenvolvido; os professores que entrevistamos trabalham em escolas equipadas com laboratórios de informática conectados à internet, e a maioria deles também possui um ou mais computadores em casa. Outra característica francesa é a forte orientação pedagógica nacional, com um currículo nacional complementado por comentários e orientações adicionais publicados em “guias curriculares”. No entanto, o Ministério da Educação não controla o mercado de livros didáticos, e existe uma grande variedade de livros disponíveis. A associação de professores de matemática e os IREMs (Institutos de Pesquisa sobre o Ensino da Matemática) são bastante influentes, e suas publicações são muito populares. Mas o trabalho coletivo ainda é escasso. A maioria dos professores permanece na escola apenas para as aulas e retorna para casa para realizar o trabalho extraclasse. Todas essas características nacionais certamente influenciam nossos resultados, pois a gênese da documentação e seus desfechos dependem naturalmente dos recursos disponíveis, da cultura nacional (Leung, Graf & Lopez-Real 2006), das instituições e dos coletivos. Nossa hipótese é que os conceitos expostos nas Seções 3 e 4 provavelmente serão úteis para elucidar o trabalho de documentação em contextos muito diversos. No entanto, estudos adicionais em outros países são certamente necessários para avaliar com maior precisão a influência das características nacionais.

3. Recursos e documentos: uma relação dialética

3.1 Distinguindo entre recursos e documentos

Apresentamos aqui uma distinção entre recursos e documentos, ampliando a distinção introduzida por Rabardel (1995) entre artefato e instrumento.

Segundo Rabardel, um artefato é um meio cultural e social fornecido pela atividade humana, oferecido para mediar outra atividade humana. Uma bicicleta, um computador, são artefatos, e uma determinada língua também é um artefato. O sujeito envolvido em uma atividade orientada a um objetivo desenvolve uma apropriação do artefato. Rabardel distingue o artefato do instrumento, sendo esse último construído a partir do artefato por um sujeito por sua atividade. Um instrumento resulta de um processo, denominado gênese instrumental, pelo qual o sujeito constrói um esquema de utilização do artefato para uma determinada classe de situações. Um esquema, como Vergnaud (1998) o definiu a partir de Piaget, é uma organização invariante da atividade para uma determinada classe de situações. Compreende objetivos e subobjetivos, expectativas, regras de ação, de coleta de

informações e exercício de controle, e possibilidades de inferências. É estruturado por invariantes operacionais, que consistem em conhecimento implícito construído por meio de vários contextos de utilização do artefato. Representamos essa distinção pela fórmula:

$$\text{Instrumento} = \text{Artefato} + \text{Esquema de Utilização}$$

As gêneses instrumentais têm uma natureza dual. Por um lado, o sujeito guia a maneira como o artefato é usado e, em certo sentido, molda o artefato: esse processo é chamado de instrumentalização. Por outro lado, as *affordances* e as restrições do artefato influenciam a atividade do sujeito: esse processo é chamado de instrumentação. Como observam Noss e Hoyles (1996, p. 58) em relação aos artefatos computacionais: “Longe de investir o mundo com sua visão, o usuário do computador é dominado por suas ferramentas”.

O trabalho de Rabardel fundamentou o desenvolvimento, no âmbito da didática matemática, da abordagem instrumental (Guin et al. 2005). Esse quadro teórico tem sido utilizado em um número considerável de estudos de pesquisa, a maioria dos quais considerando, como componentes das gêneses instrumentais, os alunos como sujeitos e as ferramentas de TIC como artefatos. As observações de longo prazo que realizamos dos usos do MEP, e no projeto SFoDEM, corroboram nossas interpretações a respeito das gêneses para professores. Professores que integraram o MEP em sua prática organizam um ensino mais individualizado do que antes, porque o MEP oferece a possibilidade de programar diferentes sessões para diferentes alunos (instrumentação: influência das *affordances*⁷ do MEP na atividade dos professores). Em um dos grupos do SFoDEM, ao trabalharem na resolução de problemas, os professores introduziram as produções digitalizadas dos alunos na plataforma, uma nova forma de compartilhamento de informações (instrumentalização = apropriação da plataforma). Também observamos processos de estabilização, regularidades surgindo na atividade dos professores em diferentes contextos, consistentes com o desenvolvimento de esquemas. E outra consequência disso Pesquisas anteriores evidenciaram a necessidade de levar em consideração não apenas um artefato específico, mas também uma ampla gama de artefatos de diferentes tipos. Isso nos levou a propor uma abordagem teórica inspirada na abordagem instrumental, com características distintas e um vocabulário específico que detalharemos a seguir.

Usamos o termo recursos para enfatizar a variedade de artefatos que consideramos: um livro didático, um software, uma folha de exercícios de um aluno, uma discussão com um colega etc. Um recurso nunca está isolado; ele pertence a um conjunto de recursos. Os sujeitos que estudamos são os professores. Um professor utiliza conjuntos de recursos para seu trabalho de documentação. Ocorre

⁷ possibilidades

um processo de gênese, produzindo o que chamamos de documento. O professor constrói esquemas de utilização de um conjunto de recursos para a mesma classe de situações em diversos contextos. Adler (2000) sugere "pensar em um recurso como o verbo 're-source', buscar novamente ou de forma diferente" (p. 207). Concordamos com essa sugestão; os documentos podem ser pensados de forma semelhante como o verbo 'document': apoiar algo (aqui, a atividade profissional do professor) com documentos. Consideremos, por exemplo, a classe de situações profissionais (Rabardel & Bourmaud 2003): “propor uma tarefa de casa sobre a adição de números positivos e negativos”. Para essa classe de situações, um determinado professor reúne recursos: livros didáticos, seu próprio curso, uma lista de exercícios previamente fornecida... Ele escolhe, dentre esses recursos, uma lista de exercícios, que é entregue a uma turma. Essa lista pode então ser modificada, de acordo com o que acontece com os alunos, antes de ser usada com outra turma no mesmo ano, no ano seguinte ou até mesmo posteriormente. O documento se desenvolve ao longo dessa variedade de contextos. Os invariantes operacionais podem ser muito gerais, como “a tarefa de casa deve ser extraída do livro didático”, ou mais precisamente vinculados ao conteúdo matemático, como: “as adições propostas devem incluir os casos de números mistos positivos e negativos, e somente de números negativos” etc. Esses invariantes operacionais podem ser inferidos a partir da observação de comportamentos invariantes do professor para a mesma classe de situações em diferentes contextos. São crenças dos professores, e são tanto forças motrizes quanto resultados da atividade docente, instrumentadas por um conjunto de recursos. Assim, o documento é muito mais do que uma lista de exercícios; ele é permeado pela experiência dos professores, assim como uma palavra, para uma determinada pessoa, é permeada de sentido em uma perspectiva vygotskiana (Vygotsky, 1978). A fórmula que adotamos aqui é:

$$\textit{Documento} = \textit{Recursos} + \textit{Esquema de Utilização}$$

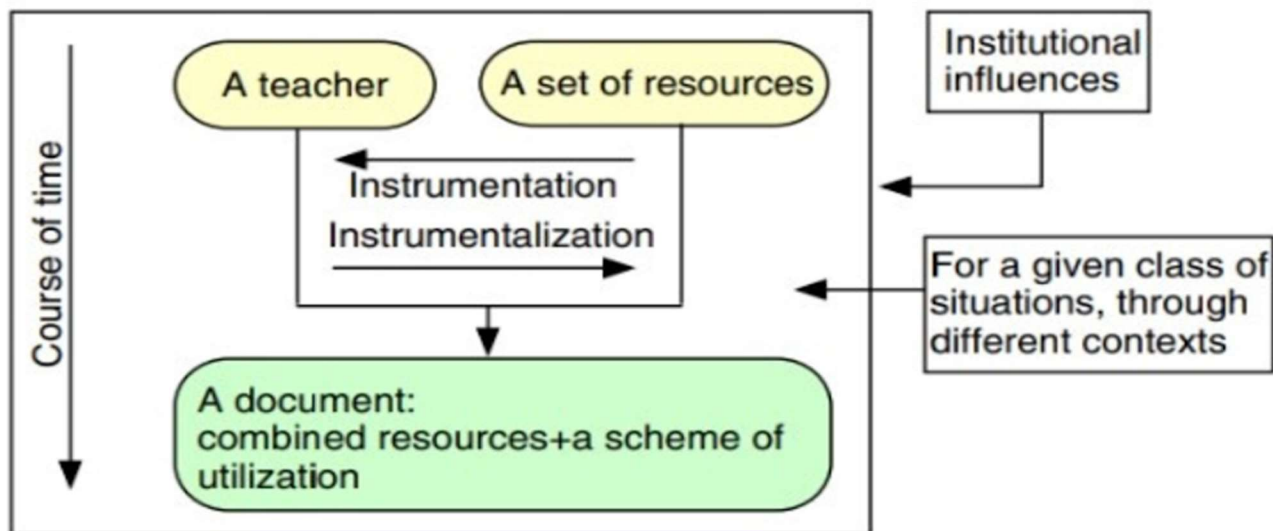
Nossa escolha de vocabulário teve o objetivo de corresponder à terminologia da pesquisa em gestão documental. De acordo com Pédaque (2006), “Um documento não é nada, mas qualquer coisa pode se tornar um documento, assim que fornece informações, evidências, em suma, assim que for autoritativa” (p. 12, tradução nossa).

3.2 Gênese documental: um processo contínuo

A Figura 1 representa um processo de gênese documental. A dimensão da instrumentalização conceitualiza os processos de apropriação e reformulação, bem conhecidos por pesquisadores que estudam o *design* e a difusão de sequências instrucionais: “uma sequência instrucional desenvolvida por um grupo é necessariamente reformulada e transformada enquanto outros a utilizam” (Cobb et al., 2008, p. 117). A dimensão da instrumentação conceitualiza a influência dos recursos utilizados

pelo professor sobre sua atividade. Vejamos um primeiro exemplo extraído de nossas entrevistas. Frédéric leciona há 15 anos para alunos do 6º ao 10º ano.

Figura 1 - Representação esquemática de uma gênese documental



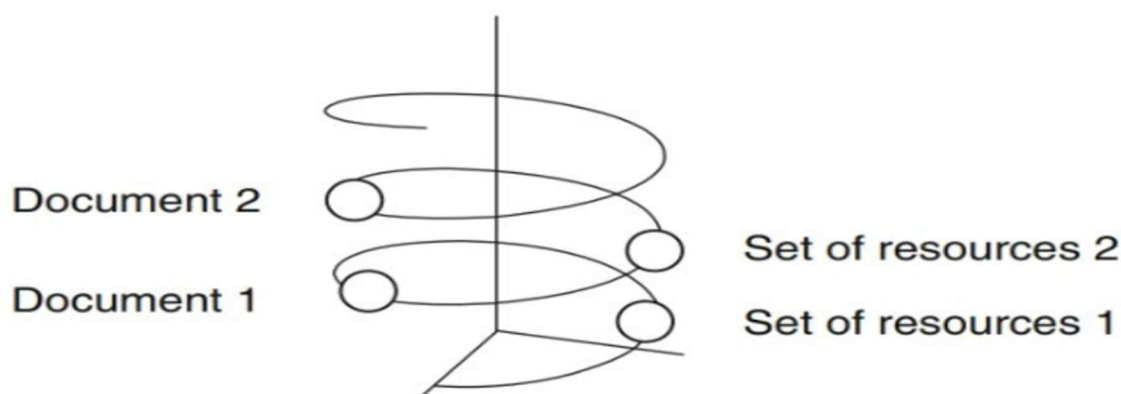
Fonte: G. Gueudet, L. Trouche-Educ Stud Math, 2009, p.206

Durante a entrevista, ele nos apresentou uma tarefa matemática elaborada para introduzir o conceito de raiz quadrada no 9º ano. Essa tarefa aborda as áreas de quadrados: são dados vários comprimentos de lados, os alunos devem calcular as áreas, posicionar os pontos com suas coordenadas (comprimento, área) em um gráfico, traçar uma curva passando por esses pontos e usar a curva para encontrar valores aproximados do comprimento do lado para as áreas dadas. Esses valores aproximados são então comparados com os valores obtidos com uma calculadora, usando a tecla de raiz quadrada. Frédéric declarou que utiliza essa tarefa há mais de 10 anos (ela sofreu alterações ao longo dos anos e foi inicialmente usada no 8º ano antes de uma mudança curricular; mas as características descritas acima sempre estiveram presentes). Para a aula de situações práticas: “Preparando a introdução da raiz quadrada no 9º ano”, Frédéric agora utiliza um conjunto de recursos que inclui o trecho original do livro didático; a folha de exercícios proposta no ano anterior, com anotações sobre as mudanças que ele considerou ao utilizá-la em sala de aula; um *slide* com os pontos e a curva que os une; e as calculadoras dos alunos. Afirmamos que Frédéric desenvolveu um esquema de utilização desse conjunto de recursos, para esta classe de situações.

Este esquema implica invariantes operacionais gerais: “uma nova noção deve ser introduzida por meio de uma tarefa matemática que forneça evidências do significado dessa noção”; e invariantes ligados ao conteúdo matemático: “buscar o comprimento do lado de um quadrado para uma determinada área fornece evidências do significado de raiz quadrada”; “a raiz quadrada é o processo

inverso de elevar ao quadrado”; “a tecla de raiz quadrada da calculadora suporta a introdução do símbolo”. A análise das entrevistas e nossa pesquisa anterior nos levaram a perceber um aspecto muito importante das gêneses que queremos enfatizar aqui. Uma gênese documental não deve ser considerada como uma transformação com um conjunto de recursos como entrada e um documento como saída. É um processo contínuo. Rabardel e Bourmaud (2003) afirmam que o design continua em uso. Consideramos aqui, portanto, que um documento desenvolvido a partir de um conjunto de recursos fornece novos recursos, que podem estar envolvidos em um novo conjunto de recursos, o que levará a um novo documento etc. Devido a esse processo, falamos da relação dialética entre recursos e documentos. Consideramos conveniente representá-la por uma hélice, enrolada em torno de um eixo que representa o tempo (Figura 2).

Figura 2 - Recursos/documentos dialeticamente relacionados



Fonte: G. Gueudet, L. Trouche-Educ Stud Math, 2009, p.206

No exemplo de Frédéric, o documento desenvolvido para introduzir a raiz quadrada em um determinado ano forneceu um texto anotado que se tornou um recurso para o ano seguinte. Vejamos outro exemplo. Marie-Françoise trabalha com alunos do 10º ao 12º ano. Ela organiza para eles "narrativas de pesquisa": sessões de resolução de problemas, em que os alunos trabalham em grupo em um problema e registram suas soluções e seus processos de pesquisa. Assim, uma classe de situações para Marie-Françoise é a de "elaboração de problemas para sessões de narrativa de pesquisa". Para essa classe de situações, ela se baseia em um conjunto de recursos que inclui vários livros e *sites*, ideias comunicadas por colegas; mas, como ela nos disse: "Há o problema e a maneira de abordá-lo, porque os alunos têm liberdade para inventar coisas, e depois nos beneficiamos da riqueza de todas essas ideias, e podemos construir a partir disso." Nós não, observa Marie-Françoise em sala de aula; contudo, a partir dessa citação, fica indicado que a sessão de narrativa de pesquisa depende das ideias e proposições dos alunos. Assim, o processo de elaboração continua em sala de

aula. Mas a hélice representa mais do que a evolução trazida pela prática; o eixo temporal sugere uma consideração de processos de longo prazo, ao longo dos anos. Marie-Françoise coleta as produções dos alunos, faz cópias de produções selecionadas (“na maioria das vezes, eu copio, quando há coisas interessantes nelas, às vezes todas, às vezes algumas”) e mantém versões digitais das produções dos alunos em seu computador, em uma pasta intitulada “narrativas de pesquisa” para cada nível de turma. Dessa forma, o documento produzido em um determinado ano fornece novos recursos: um texto-problema; produções dos alunos, que também podem incluir novas versões do problema; textos históricos encontrados em um *site* e relacionados ao problema etc. E uma etapa posterior no processo de gênese leva a um novo documento para o ano seguinte, que posteriormente fornecerá recursos para uma nova elaboração. O eixo temporal da hélice é um aspecto importante. Os recursos evoluem, são modificados, combinados; os documentos desenvolvem-se de acordo com os processos de gênese e incorporam novos recursos... Evoluções de longo prazo, mas também eventos mais limitados, devem ser levados em consideração....

3.3 Componentes, esquemas e utilizações

Apresentamos aqui conceitos adicionais para tornar mais precisos diversos aspectos da gênese documental. Primeiramente, expomos um exemplo, cuja análise ilustra as distinções teóricas que propomos.

3.3.1 Componentes: material, matemático, didático

Considerar um conjunto de recursos, ou um documento, requer levar em conta três componentes interligados:

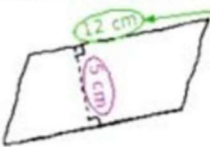
- O componente material: papel, computador, *pen drive*, fichário...
- O componente de conteúdo matemático: noções envolvidas, tarefas e técnicas matemáticas;
- O componente didático: elementos organizacionais, que vão desde o planejamento do ano letivo completo até a elaboração de uma única aula de uma hora. Consideremos, no caso de Marie-Pierre, a seguinte classe de situações: “preparar uma aula sobre a fórmula da área de um paralelogramo para o 7º ano” (o recorte em papelão na Figura 3 corresponde a essa classe de situações; durante a aula anterior, a professora propôs aos alunos uma atividade que demonstraria a eficácia dessa fórmula e a relação entre a área de um paralelogramo e a área de um retângulo). Ela utiliza um conjunto de recursos para essa classe de situações e elabora um documento.

I. Aire d'un parallélogramme :

Pour calculer l'aire d'un parallélogramme, on multiplie la **longueur d'un côté** par la **hauteur** relative à ce côté :

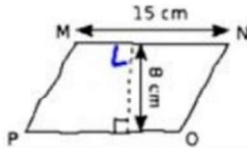
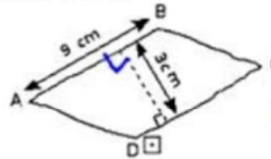
$$A = b \times h$$

Application : calculer l'aire de ce parallélogramme



On repère la longueur d'un côté.
On repère la hauteur relative à ce côté.
On multiplie la longueur du côté repéré par la hauteur relative à ce côté :
 $A = 12 \times 5 = 60$
L'aire du parallélogramme vaut 60 cm^2 .

À toi de jouer
Détermine l'aire des parallélogrammes MNOP et ABCD ci-contre :

$A_{MNOP} = 15 \times 8 = 120 \text{ cm}^2$
 $A_{ABCD} = 9 \times 3 = 27 \text{ cm}^2$

Fig. 3 Marie-Pierre's case. Elements of documentation work and example of interactive whiteboard display. Translation of the screen: 1. Area of a parallelogram. To compute the area of a parallelogram, we multiply the length of one side by the associated altitude. Application: compute the area of this parallelogram. We identify the length of one side. We identify the corresponding altitude. We multiply the length of the side by the altitude: $A = 12 \times 5 = 60$. The area of the parallelogram is 60 cm^2 . Your turn to play. Compute the area of the parallelograms MNOP and ABCD

Dois aspectos dos dados indicam aqui uma regularidade. O primeiro são os quadros de papel; no caso de Marie-Pierre, o quadro interativo permite acompanhar, por meio dos quadros de papel, os estados sucessivos do quadro durante todas as suas sessões. Para diversos conteúdos matemáticos, ela prepara planos de aula com textos e espaços em branco, especialmente quando uma nova fórmula é apresentada. O segundo aspecto está mais ligado ao conteúdo: Marie-Pierre declarou usar a mesma aula há 3 anos (a maior parte proveniente de seu livro didático digital). O componente material desse conjunto de recursos compreende um software de processamento de texto, diversos *sites*, o livro didático digital, o quadro interativo e um formulário em papel para ser preenchido pelos alunos. O aspecto material do documento produzido é um arquivo preparado para exibição no quadro branco e uma folha de papel a ser preenchida por cada aluno. A parte matemática desse documento compreende diversas propriedades e tarefas matemáticas relacionadas à área de um paralelogramo: a fórmula da área, o cálculo de áreas em diversos casos... Parte da organização planejada para a aula, pertencente à componente didática, pode ser observada no documento elaborado por Marie-Pierre: ela escreverá os elementos faltantes da fórmula no quadro branco, enquanto os alunos farão o mesmo em suas folhas de papel. Esses elementos faltantes provavelmente serão determinados durante uma

discussão em sala de aula. Em seguida, os alunos deverão aplicar a fórmula em exercícios de aplicação direta (Figura 3) e, posteriormente, em exercícios mais complexos.

3.3.2 Esquema de utilização e usos

Um esquema de utilização de um conjunto de recursos envolve uma parte observável e aspectos invisíveis. Os aspectos invisíveis são os invariantes operacionais, a estrutura cognitiva que guia a ação. A parte observável corresponde às regularidades na ação do professor para a mesma classe de situações em diferentes contextos. Essa parte é o que chamamos de usos. Distinguimos entre utilizações: quando um professor utiliza um recurso uma ou algumas vezes, mas sem desenvolver um comportamento estável para uma determinada classe de situações; e usos, que correspondem a uma organização estável da atividade e fazem parte de um esquema. Assim, podemos tornar nossa fórmula mais precisa escrevendo:

$$\textit{Documento} = \textit{Recursos} + \textit{Usos} + \textit{Invariantes Operacionais}$$

Para começar a descrever um esquema, a ação do professor deve ser observada a longo prazo. As regularidades identificadas em vários eventos correspondentes a uma determinada classe de situações permitem descrever os usos, em particular as regras de ação. Então, o pesquisador pode tentar inferir invariantes operacionais a partir dos usos. No trabalho que apresentamos aqui, como mencionado anteriormente (Seção 2), reconstruímos as regularidades no trabalho de documentação dos professores a partir de nossos dados. Assim, nossas análises em termos do esquema devem sempre ser vistas como possíveis interpretações; propomos, em particular, invariantes operacionais plausíveis. Voltemos a Marie-Pierre e à classe de situações: “preparar uma aula sobre a fórmula da área de um paralelogramo para o 7º ano”. Observamos que ela criou um arquivo para o quadro interativo, com uma figura e o texto incompleto: “Para calcular a área de um paralelogramo, multiplicamos o pelo correspondente”. Assim, os usos, para essa classe de situações, incluem as seguintes regras de ação: “propor um texto com espaços vazios, cada um correspondendo a apenas uma palavra ou expressão”; “propor exercícios de aplicação imediata” (regras gerais); “propor uma figura onde os comprimentos que intervêm na fórmula possam ser observados”; “propor diferentes posições do paralelogramo e das alturas” (regras específicas). E inferimos dos dados que o esquema compreende, em particular, as seguintes invariantes operacionais: ‘os alunos compreendem e memorizam melhor uma fórmula quando uma discussão em sala de aula é organizada antes de o professor escrever a fórmula no quadro’; ‘imediata aplicação dos exercícios auxiliam na compreensão de uma fórmula’ (invariantes operacionais gerais); ‘a associação lado-horizontal e altura-vertical deve

ser evitada'; 'os alunos devem especificar a unidade ao calcular uma área' (invariantes operacionais específicos).

O trabalho de documentação de Marie-Pierre implica uma evolução profissional de vários tipos. Uma dessas evoluções é, naturalmente, a integração do quadro interativo. Mas também levou a uma evolução mais geral em sua prática. Em particular, o quadro interativo levou Marie-Pierre a usar em sala de aula cartazes correspondentes às aulas anteriores, estabelecendo assim muito mais conexões com as sessões anteriores. Como escrevem Cohen et al. (2003): "A aprendizagem depende de alunos e professores desenvolverem e conectarem partes das aulas" (p. 126). Marie-Pierre expandiu sua prática pedagógica e, em particular, a maneira como conecta partes das aulas. O que queremos enfatizar aqui é que o trabalho de documentação da professora está fortemente ligado ao seu desenvolvimento profissional; portanto, ambas as questões devem ser estudadas em conjunto.

4. Sistemas de documentação e evolução profissional

4.1 Adler (2000) conclui seu estudo sobre recursos considerando a relação dialética produtiva/construtiva declarando:

Nossa atenção se desvia de demandas não problematizadas por mais [recursos] e se volta para a inter-relação entre professor e recursos e como, em contextos e práticas diversos e complexos, os professores de matemática utilizam os recursos que possuem, como isso muda ao longo do tempo e como e com que consequências, novos recursos são integrados à prática matemática escolar. (p. 221).

Estudamos aqui, da mesma forma, não apenas a maneira como os professores utilizam os recursos, mas também a evolução, a longo prazo ou não, resultante desses usos em sua prática profissional. Rabardel (2005) introduz a relação dialética produtiva/construtiva, essencial para a compreensão da dinâmica do desenvolvimento profissional dos professores. A atividade profissional tem uma dimensão produtiva: o resultado do trabalho realizado. Mas a atividade também implica uma modificação da prática e das crenças profissionais do sujeito, dentro de uma dimensão construtiva. Naturalmente, essa modificação influencia outros processos de produção; portanto, a relação produtiva/construtiva tem uma natureza dialética. Em pesquisas anteriores, e na análise das entrevistas, observamos que a dimensão produtiva, por exemplo, o planejamento e a execução de uma sessão, estava associada à evolução na prática, não se limitando à integração de um novo recurso. Já observamos essa relação dialética no final da seção anterior, no caso de Marie-Pierre. Vejamos outro exemplo. Benoîte utiliza com seus alunos apresentações de slides de aritmética mental. Ela começou a elaborar essas apresentações há 2 anos, após uma conversa com um colega (na escola de Benoîte, a equipe de professores de matemática está acostumada a trabalhar em conjunto). Essa conversa levou

Benoîte a uma atividade produtiva: a elaboração e utilização de apresentações de slides de aritmética mental.

O exemplo apresentado na Figura 4 está relacionado à classe de situações: ‘organizar sessões de aritmética mental em sala de aula sobre o produto de números decimais’. Os recursos envolvidos no trabalho de preparação têm componentes materiais: a apresentação de slides, um computador e um projetor associado. Elas também incluem componentes matemáticos: uma lista dos produtos de dois números decimais, uma lista dos produtos dos números inteiros correspondentes; e componentes didáticos: a organização planejada envolve toda a turma observando o slide projetado e, em seguida, respondendo à pergunta no papel, dentro de um tempo limitado (programado por Benoîte dentro da apresentação de slides). O documento produzido inclui os recursos selecionados; regras de ação como "preparar um cronograma preciso para os slides", "propor uma tarefa sobre deduzir produtos de números decimais a partir dos resultados dos produtos inteiros correspondentes"; e invariantes operacionais como "calcular em tempo limitado aprimora os procedimentos de aritmética mental" e "os alunos devem ser capazes de reconhecer e usar a propriedade: se $a \times b = c$, então $m \times a \times n = b \times m \times n \times c$ ". Os alunos de Benoîte apreciam essas apresentações de *slides*; ela as usa regularmente e até pratica mais aritmética mental do que antes. Assim, além da óbvia mudança de prática envolvendo a utilização de apresentações de slides na aritmética mental, o processo de gênese também envolve uma dimensão construtiva. Isso provocou, de fato, uma mudança mais geral na prática: a organização de mais cálculos mentais. Corresponde também a uma mudança nas crenças de Benoîte. Há três anos, ela relutava em praticar cálculos mentais em sala de aula devido a problemas de comportamento com alunos que os consideravam pouco atraentes.

Fig. 4 A slide used by Benoîte for mental arithmetic

<p><i>Question N°1</i></p> <p>On sait que $245 \times 147 = 36\,015$</p> <p>Combien vaut $2,45 \times 14,7$?</p>	<p>Translation</p> <p>Question 1</p> <p>We know that</p> <p>$245 \times 147 = 36\,015$</p> <p>How much is $2,45 \times 14,7$?</p>
---	---

Fonte: Gueudet e Luc, p.210

Agora ela está convencida de que é possível motivar os alunos e despertar o interesse deles pelo cálculo mental. Estudar a evolução dos documentos de um professor contribui para o estudo de sua

evolução profissional. Naturalmente, esse estudo não deve se limitar ao aspecto material dos documentos, mas também investigar a evolução dos usos (por exemplo, Arnaud, outro professor que entrevistamos, agora usa com turmas inteiras as "folhas de apoio" que elaborou anos atrás para alunos com dificuldades específicas) e os invariantes operacionais.

4.2 Sistemas de documentação

De acordo com Rabardel e Bourmaud (2005), os instrumentos desenvolvidos por um sujeito em sua atividade profissional constituem um sistema, cuja estrutura corresponde à estrutura da atividade profissional do sujeito. Hipotetizamos aqui, de forma semelhante, que um determinado professor desenvolve um sistema de documentação estruturado e que esse sistema de documentação e a prática profissional do professor evoluem em conjunto. Do ponto de vista da pesquisa, a observação e a análise do sistema de documentação permitem uma melhor compreensão do desenvolvimento profissional do professor e, em particular, permitem captar a evolução introduzida pelos recursos digitais. Não detalhamos a estrutura de um sistema de documentação, que merece um estudo específico (em andamento).

Apresentamos aqui apenas algumas evidências da existência de tal estrutura, analisando o caso de Céline (Fig. 5). Essa descrição oferece apenas uma visão muito incompleta dos documentos de Céline. Permite, no entanto, uma percepção da organização estruturada desses documentos, que corresponde à estrutura da classe de situações profissionais que ela encontra. Céline usa o MEP (Seção 2) para organizar exercícios técnicos para meia turma. Isso permite que ela proponha uma tarefa de pesquisa por escrito para a outra metade da turma e permaneça com os alunos para ajudá-los em seus processos de pesquisa.

Figura 5 - Caso de Céline. Trabalho de documentação e sistema de documentação

Céline tem 36 anos e leciona há 10 anos para alunos do 6º ao 9º ano. Ela tem um computador em casa, com conexão à internet via modem, um scanner e uma impressora. Seu computador está equipado com softwares de matemática (planilha eletrônica, software de geometria dinâmica...). Ela usa o MEP há quatro anos, na maior parte do tempo para propor exercícios técnicos para uma metade da turma enquanto trabalha com a outra metade. Céline usa os textos curriculares oficiais (baixados da internet) para planejar seu ensino ao longo do ano. Ela divide esse currículo em listas de competências matemáticas específicas. Ela usa essas listas para escolher o conteúdo matemático de seus cursos e para programar sessões de MEP extraclasse para a preparação de avaliações. Céline participa de muitas sessões de treinamento. Ela compra várias publicações recomendadas pelos formadores de professores. Ela seleciona ideias para tarefas matemáticas nessas publicações e elabora suas próprias tarefas a partir dessas fontes. Trabalha com seus colegas apenas para preparar avaliações conjuntas duas vezes por ano para os alunos do 9º ano que fazem um exame no final do ano, e para organizar o acompanhamento individual de alunos com necessidades especiais. Céline possui várias pastas para cada componente da disciplina, contendo elementos de planejamento, cursos, exercícios e tarefas. Na maioria dos casos, os arquivos digitais correspondentes podem ser encontrados em seu computador.

O MEP se encaixa perfeitamente no planejamento que ela elabora, pois, esse planejamento se baseia em suas análises curriculares; assim, é fácil para Céline organizar sessões do MEP. O MEP, como recurso, está presente em diversos documentos elaborados por Céline, e esses documentos estão interligados dentro de seu sistema de documentação. Isso indica o alto grau de integração do MEP por Céline. Por outro lado, a integração do MEP por Céline depende de sua capacidade de associá-lo a outros recursos disponíveis, em particular aos recursos provenientes de documentos anteriores. A integração de um novo recurso corresponde a um processo de gênese, desenvolvendo um documento a partir dele e de outros recursos. E esse documento deve ter seu lugar dentro do sistema de documentação. Queremos enfatizar, neste exemplo, as seguintes dimensões essenciais de nossa abordagem:

- Os processos de gênese se aplicam a um conjunto complexo de recursos;
- Eles envolvem aspectos produtivos e construtivos;
- As razões para o envolvimento de um novo recurso no desenvolvimento de um documento (chamamos esse processo de integração de um recurso em um documento) são complexas, mas o estudo do sistema de documentação permite esclarecer algumas dessas razões.

4.3 Integração de novos recursos

A evolução dos recursos utilizados e dos documentos desenvolvidos por um professor deve ser considerada em diferentes escalas de tempo relevantes. O ano letivo tem, naturalmente, uma importância específica: uma tarefa matemática organizada em sala de aula em um determinado ano gera recursos para outro ano, no qual o professor se depara novamente com o mesmo nível de ensino. Um período mais curto, no entanto, pode intervir: o ensino planejado para um determinado tópico pode ser modificado de acordo com o que aconteceu em sala de aula. E períodos mais longos também podem trazer mudanças importantes, como reformas curriculares ou uma mudança de escola para o professor. Seja qual for a escala de tempo, a integração e a apropriação de novos recursos é uma questão complexa. Um estudo dos sistemas de documentação e sua evolução pode esclarecer essa questão. Ilustramos aqui com dois exemplos (Fig. 6). Sonia desenvolve, para a aula de situações “manter a continuidade do curso para um aluno ausente”, um documento que envolve diversos recursos. Seu componente material compreende o AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) da escola e o curso e exercícios de Sonia em arquivos PDF. O AVA também é usado por Sonia para coletar os trabalhos dos alunos para correção após as sessões com planilhas. Neste caso, o AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) está envolvido em um documento desenvolvido para a classe de situações: “correção de trabalhos de alunos obtidos por computador”. Sonia integrou o recurso AVA: ele esteve envolvido com outros recursos nos processos de gênese que levaram à criação do

documento. Esse documento está fortemente conectado a outros dentro do sistema de documentação de Sonia: seu curso, as tarefas matemáticas para as sessões de planilha.

Figura 6 - O caso de Sonia e Céline: integração ou não integração de novos recursos?

Sonia (50 anos) trabalha em um colégio (do 6º ao 9º ano) equipado há dois anos com um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Quando um aluno falta à aula, Sonia disponibiliza o curso e os exercícios (em formato PDF) no AVA para ele/ela. O aluno acessa os arquivos, resolve os exercícios e envia as soluções. Sonia corrige o trabalho do aluno e o devolve. Sonia também utiliza o AVA para coletar os trabalhos dos alunos após as sessões com planilhas. Céline utiliza o MEP e o site que o hospeda. Diversos recursos podem ser encontrados nesse site, em particular, listas de exercícios e problemas chamadas "Mathenligne" (matemática online) apresentadas em formato PDF. Céline nunca utiliza essas listas; ela declara na entrevista: "Nunca encontrei nelas nada que fosse satisfatório do começo ao fim".

A existência desses documentos desempenhou um papel crucial na integração do AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) por Sonia: foi fácil para ela disponibilizar seus cursos no AVA porque todos estavam em formato digital; e ela já buscava há vários anos maneiras de coletar as produções digitais dos alunos. A integração do AVA contribuiu para o desenvolvimento da ideia de possível trabalho a distância com seus alunos, que agora faz parte das crenças de Sonia sobre o ensino. No caso de Céline, várias explicações para sua recusa do "Mathenligne" podem ser propostas. Ela considera seu conteúdo matemático insatisfatório. Além disso, os arquivos correspondentes são em PDF, portanto, não podem ser facilmente modificados. Mesmo a estrutura do conteúdo matemático torna uma "folha do Mathenligne" difícil de modificar: ela propõe uma mistura de exercícios técnicos e problemas mais complexos, concebidos para serem usados como um todo. As "folhas do Mathenligne" não servem nem para exercícios de aperfeiçoamento, nem para tarefas de pesquisa. Elas não podem ser combinadas com os recursos fornecidos pelos documentos de Céline. E essas crenças entram em conflito com as convicções de Céline sobre seu trabalho de preparação: ela prefere criar produções muito pessoais a partir de ideias encontradas em diversas publicações. Essa é uma crença bastante geral; não a interpretamos em termos de invariantes operacionais, pois ela se estende para além do contexto de uma determinada classe de situações, mesmo que geral. A entrevista de Céline indica claramente que essa crença molda seu trabalho de documentação. Todos os professores que entrevistamos expressaram crenças gerais semelhantes. Arnaud declarou: "Nunca fui um bom aluno de matemática, então minha pergunta sempre foi: o que posso fazer para evitar que meus alunos larguem os lápis, para motivá-los a fazer algo... Matemática precisa ser divertida, então você tem que sair do convencional, abandonar os livros didáticos e tentar criar coisas. É o que eu gosto de fazer, gosto de criar coisas.

É sabido que "a idealização da autonomia profissional leva à visão de que bons professores não seguem livros didáticos, mas sim criam seu próprio currículo" (Ball & Cohen, 1996, p. 6). Nosso objetivo aqui não é identificar essa tendência entre os professores entrevistados (embora tal tendência

certamente influencie fortemente o trabalho de documentação de alguns professores). Queremos chamar a atenção para um tipo de sensibilidade profissional que contribui para moldar o trabalho de documentação e o sistema de documentação, condicionando, em particular, os fenômenos de integração ou não integração. Isso certamente se aproxima do que Ruthven (2008) chama de roteiro curricular (Seção 1). Em um estudo mais amplo sobre práticas profissionais, Béguin (2005) propôs a noção de mundo. Um mundo é uma estrutura, guiada por características profissionais, que oferece um recorte particular da realidade. Ele molda o ponto de vista do sujeito, sua percepção da realidade circundante, dentro de sua atividade em um determinado contexto. Nossas entrevistas evocaram expressões de sensibilidade, tanto profissional quanto pessoal, que interpretamos como constituintes do mundo do professor. A conversa com Ingrid demonstra essa sensibilidade:

– Qual seria o recurso dos seus sonhos, ideal para o seu trabalho?

– Uma base para exercícios e tarefas. Estou sempre à procura de exercícios não convencionais, o que é difícil de encontrar. Deve ser possível adaptar as tarefas de acordo com os alunos com quem se trabalha. [...] Para um curso, por outro lado, penso que não pode haver um recurso ideal. Cada professor tem a sua própria sensibilidade e tenta expressá-la.

Os mundos dos professores que entrevistámos (ou, pelo menos, as partes que conseguimos observar ou inferir) são todos muito diferentes uns dos outros. Resultam da sua própria formação profissional, social e pessoal. Os seus sistemas de documentação também são muito diferentes. E os processos subjacentes de génese devem ser tidos em conta porque fazem parte da memória do professor. Cada professor tem uma ligação particular ao seu próprio sistema de documentação. O mundo de um professor influencia o desenvolvimento do seu sistema de documentação. E o sistema de documentação revela características do mundo do professor.

5. Conclusão

Neste artigo, desenvolvemos uma abordagem documental, com foco no trabalho de documentação do professor fora da sala de aula (mesmo que esse trabalho de documentação continue em sala de aula). Introduzimos uma distinção crucial nessa abordagem: a distinção entre recurso e documento, sendo este último gerado a partir de um conjunto de recursos dentro de um processo de génese. Ele pode ser representado por uma primeira equação:

$$\textit{Documento} = \textit{Recursos} + \textit{Esquema de Utilização}$$

Três componentes interligados devem ser considerados para a análise de um recurso ou documento: o componente material, o componente matemático e o componente didático. Um documento nunca está isolado: ele pertence ao sistema de documentação do professor, evoluindo por

meio de gêneses documentais. Esses processos são centrais para o desenvolvimento profissional do professor e estão intimamente relacionados ao seu mundo. Apresentamos aqui apenas os conceitos elementares de uma abordagem documental. Estudos adicionais são necessários para complementar e refinar esses conceitos. Isso inclui: propor categorias de invariantes operacionais que permitam o aprimoramento da análise de esquemas; investigar a estrutura dos sistemas de documentação individuais; e examinar o trabalho coletivo de documentação. Testar a consistência da abordagem em outros contextos de ensino: tudo isso faz parte do nosso trabalho em andamento. Nossos projetos de pesquisa naturalmente incluem o uso disso.

Abordagem para o estudo do trabalho de documentação dos professores, dentro e fora da sala de aula, e a continuidade e rupturas entre ambos, mas também, de forma mais geral, para o estudo do desenvolvimento profissional docente. O que propomos aqui pode ser considerado uma mudança de perspectiva sobre a atividade e o desenvolvimento profissional dos professores. Em vez de situar a parte essencial da atividade docente na sala de aula, consideramos o trabalho de documentação (dentro e fora da sala de aula) como o núcleo de sua atividade e a força motriz de seu desenvolvimento profissional. Isso levanta questões metodológicas delicadas. Requer a observação de fenômenos e processos de longo prazo, inseridos em diferentes contextos, fora da sala de aula e, em particular, no próprio espaço do professor. Consideramos, no entanto, fundamental para a pesquisa em educação matemática o desenvolvimento dessa perspectiva documental, especialmente devido à necessidade de ferramentas teóricas que permitam captar as evoluções atuais trazidas pela ampla disponibilidade de recursos digitais.

Agradecimentos: Gostaríamos de agradecer sinceramente a Carolyn Kieran por sua gentil ajuda na releitura do nosso artigo e na correção do nosso inglês e, de forma mais geral, por seus valiosos conselhos.

Apêndice 1: diretrizes para entrevistas

Os professores são entrevistados em suas próprias casas, onde guardam seus recursos. Na maioria das vezes, a entrevista ocorre em um cômodo específico, seu escritório em casa, com um computador conectado à internet. A entrevista tem duração de uma hora e é conduzida de maneira informal, seguindo as diretrizes aqui apresentadas. A conversa é gravada e fotos do escritório são tiradas. As entrevistas foram realizadas entre abril e junho de 2007, ou seja, ao final do ano letivo. Primeira parte: inventário e justificativa dos documentos utilizados ao longo do ano. As perguntas seguem o seguinte formato: “Para suas aulas, desde o início do ano, quais documentos (livros, documentos pessoais, sites...) você utilizou? Quais foram os mais importantes?” Segunda parte: apresentação detalhada de três documentos. Solicitamos aos professores que apresentem detalhadamente três dos documentos mais importantes do ano e seu histórico (o professor propõe os documentos, sendo pelo menos um de sua autoria):

– Se não for de autoria: como o documento foi encontrado, escolhido, modificado, utilizado...

– Se for de autoria: quais fontes foram utilizadas; Foi elaborado pela professora sozinha ou com colegas? Como foi utilizado? Foi modificado após o uso? O que está planejado para ele no futuro: em particular, a comunicação com os colegas?

Terceira parte: passado e futuro

– Há dez anos, como você teria respondido à primeira parte? Você foi influenciado por recursos específicos? Quais? – O que você acha que responderia daqui a 10 anos? Quais fontes você usará e como acessará essas fontes? Você trabalhará na elaboração delas sozinho ou com colegas? Esses documentos serão divulgados e como? Qual seria, para você, um recurso dos sonhos?

Apêndice 2: perfis dos professores entrevistados

Tabela 1 - Explicações sobre o conteúdo da tabela: Anos finais do fundamental: 6º ao 9º ano, alunos de 11 a 16 anos; Ensino Médio: 1º ao 3º ano, alunos de 16 a 18 anos; APM: Associação de Professores de Matemática; CAPES: Certificado de Ensino (concurso nacional); IREM: Instituto de Pesquisa sobre o Ensino da Matemática; INRP: Instituto Nacional de Pesquisa Pedagógica

Professor (a)	Idade	Nível de Ensino	Responsabilidades institucionais Das comunidades Grau de integração das TIC
Arnaud	47	Ensino Médio	Formador de professor Grau Zero
Anais	57	Ensino Médio	Estagiário do SFoDEM, responsabilidades como examinador do APM CAPES Baixo grau
Benoîte	52	Anos Finais fundamental	– Baixo grau Usuário de MEP registrado
Céline	36	Anos Finais fundamental	Formador no IREM, utilizador registado de TIC no Parlamento Europeu, com responsabilidades na administração local da educação. Formação académica sólida. Grau forte
Frédéric	50	Anos Finais fundamental	Formador no IREM – Grau zero
Ingrid	27	Ensino Médio	Formador no IREM, membro de um grupo INRP – Formação sólida em TIC
Marie-Pierre	40	Anos Finais fundamental	Formador no IREM, membro da APM, utilizador registado do MEP – Formação académica sólida
Marie-Françoise	54	Ensino Médio	Ex-formador do SFoDEM, membro de um grupo de TIC do INRP, formador do IREM, formador de professores. Sólida formação académica.
Sonia	50	Anos Finais fundamental	Membro de um grupo de TIC do INRP. Experiência anterior em TIC na

			administração educacional local. Formação acadêmica sólida.
--	--	--	--

Referências

Adler, J. Conceptualising resources as a theme for teacher education. **Journal of Mathematics Teacher Education**, 3, p. 205–224, 2000. doi:10.1023/A:1009903206236.

Arbaugh, F.; Brown, C. Analyzing mathematical tasks: a catalyst for change. **Journal of Mathematics Teacher Education**, 8, p. 499–536, 2005. doi:10.1007/s10857-006-6585-3.

Assude, T. Teachers’ practices and degree of ICT integration. *In*: D. Pitta-Pantazi; G. Philippou (Eds.). **Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education**. Larnaca: CERME 5, 2008.

Ball, D. L.; Cohen, D. Reform by the book: What is—or might be—the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform. **Educational Researcher**, v. 25, n. 9, p. 6–8, 1996.

Ball, D. L.; Hill, H. C.; Bass, H. ‘Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide?’. **American educator**, fall 2005, p. 14–46, 2005.

Béguin, P. Concevoir pour les genèses instrumentées (Designing for instrumented geneses). *In* P. Rabardel; P. Pastré (Eds.). **Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement**, 2005, p. 31–52. Octarès: Toulouse.

Bueno-Ravel, L.; Gueudet, G. Online resources in mathematics: Teachers’ genesis of use. *In*: D. Pitta-Pantazi, & G. Philippou (Eds.). **Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education**. Larnaca: CERME 5, 2008.

Chevallard, Y. Steps towards a new epistemology in mathematics education. *In*: M. Bosch (Ed.). **Proceedings of the fourth congress of the European Society for Research in Mathematics Education**. Sant Feliu de Guíxols: CERME 4, 2005.

Christou, C.; Eliophotou-Menon, M.; Philippou, G. Teachers’ concern regarding the adoption of a new mathematics curriculum: An application of CBAM. **Educational Studies in Mathematics**, 57, 2004, 157176. doi:10.1023/B:EDUC.0000049271.01649.dd.

Cobb, P.; Zhao, Q.; Visnovska, J. Learning from and adapting the theory of realistic mathematics education. **Education et Didactique**, v. 2, n. 1, p. 105–123, 2008.

Cohen, D. K.; Raudenbush, S. W.; Ball, D. L. Resources, instruction and research. **Educational Evaluation and Policy Analysis**, v. 25, n. 2, p. 119–142, 2003. doi:10.3102/01623737025002119.

Cooney, T. J. Conceptualizing teachers’ ways of knowing. **Educational Studies in Mathematics**, 38, p. 163–187, 1999. doi:10.1023/A:1003504816467.

Cooney, T. J. Considering the paradoxes, perils and purposes for conceptualizing teacher development. *In*: F.-L. Lin, & T. J. Cooney (Eds.). **Making sense of mathematics teacher education**. Dordrecht: Kluwer, 2001, p. 9–31.

French Education Ministry. '**Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche**' (Statistical indicators and references on teaching, training and research), 2007. <http://media.education.gouv.fr/file/21/3/6213.pdf>

Gueudet, G. 'Learning mathematics in class with online resources'. communication at the 17th ICMI study conference: **Technology Revisited**. Hanoi, Vietnam, 2006.

Guin, D.; Ruthven, K.; Trouche, L. (Eds.). **The didactical challenge of symbolic calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument**. New York: Springer, 2005.

Guin, D.; Trouche, L. Distance training, a key mode to support teachers in the integration of ICT? Towards collaborative conception of living pedagogical resources. *In*: M. Bosch (Ed.). Proceedings of the Fourth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education. Sant Feliu de Guíxols: CERME 4, 2005.

Lagrange, J.-B.; Artigue, M.; Laborde, C.; Trouche, L. Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. *In*: A. Bishop, M. A. Clements; C. Keitel; J. Kilpatrick; F. K. S. Leung (Eds.). **Second International Handbook of Mathematics Education**. Dordrecht: Kluwer, 2003, p. 239–271

Lagrange, J.-B.; Bessières, D.; Blanchard, M.; Loisy, C.; Vandebrouck, F. (Eds.). '**Genèses d'usages professionnels des technologies chez les enseignants**', rapport intermédiaire de l'ACI GUPTEn (Genesis of Professional Uses of Technologies by Teachers, intermediate report of the GUPTEn project), 2007, <http://gupten.free.fr>.

Leung, F. K. S.; Graf, K.-D.; Lopez-Real, F. J. (Eds.). **Mathematics education in different cultural traditions: A comparative study of East Asia and the West**. Berlin: Springer, 2006.

Monaghan, J. Teachers' activities in technology-based mathematics. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 9, n. 3, p. 327–357, 2004. doi:10.1007/s10758-004-3467-6.

Noss, R.; Hoyles, C. **Windows on mathematical meanings, learning cultures and computers**. Dordrecht: Kluwer, 1996.

Pédauque, R.T. (Ed.). **Le document à la lumière du numérique (Document under digital light)**. Caen: C & F éditions, 2006.

Rabardel, P. **Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin, 1995. (English version at http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/Site/default.asp?Act_group=1).

Rabardel, P. Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir (Subjective instrument and development of action might). *In*: P. Rabardel; P. Pastré (Eds.). **Modèles du sujet pour la conception**. Dialectiques activités développement. Toulouse: Octarès, 2005, p. 11–29.

Rabardel, P.; Bourmaud, G. From computer to instrument system: A developmental perspective. *In*: P. Rabardel and Y. Waern (eds.). **Special Issue “From Computer Artifact to Mediated Activity”**, Part 1: Organisational Issues, Interacting With Computers v. 15, n. 5, p. 665–691, 2003.

Rabardel, P.; Bourmaud, G. **Instruments et systèmes d’instruments (Instruments and systems of instruments)**. 2005.

Rabardel, P.; Pastré (Eds.). **Modèles du sujet pour la conception**. Dialectiques activités développement, p. 211–229. Toulouse: Octarès. Remillard, J. T. Examining key concepts in research on teachers’ use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, v. 75, n.2, 211–246, 2005. doi:10.3102/00346543075002211.

Recebido em: outubro de 2025

Aprovado: nov-2025-autor convidado



Artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional