

Sequências didáticas no ensino de Matemática: uma investigação com professores de séries finais em relação ao tema Teorema de Pitágoras

Didactic sequences in the teaching of Mathematics: a research with the teachers in the final series in relation to the Topic Pythagoras

Wanderley Pivatto Brum

Doutorando em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Ponta Grossa, Paraná, PR – Brasil
fsc2013@yahoo.com.br

Resumo

Apresentamos os resultados de uma investigação com abordagem qualitativa que objetivou analisar as sequências didáticas construídas por cinco professores de Matemática que lecionam no município de Florianópolis, Santa Catarina, acerca do tema Teorema de Pitágoras. A investigação está situada no campo da Educação Matemática e as sequências didáticas foram analisadas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. Para a análise, definimos quatro aspectos a serem considerados nas sequências didáticas: (1) valorização dos conhecimentos prévios dos alunos; (2) uso de organizadores prévios; (3) consideração à diferenciação progressiva e reconciliação integrativa; e (4) tipo de avaliação. Com relação aos resultados obtidos, revelou-se nas sequências didáticas frequente momento para a identificação dos conhecimentos prévios, algumas inversões com relação aos aspectos estruturais, ausência de organizadores prévios e, na maioria, avaliações do tipo somativa.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Sequências didáticas. Planejamento. Prática docente.

Abstract

This work present the results of a research with a qualitative approach, which is aimed to analyze the didactic sequences constructed by five Mathematics teachers who teach in the city of Florianópolis, Santa Catarina, Brazil, about the Pythagorean Theorem. The research is within the field of Mathematics Education and the didactic sequences were analyzed based on the Theory of Meaningful Learning. For the analysis, four aspects were defined, to be considered in didactic sequences: (1) the awareness of prior knowledge of students; (2) the use of prior organizers; (3) the accounting of the progressive differentiation and integrative reconciliation; and (4) the type of assessment. Regarding the results obtained, it is revealed in the didactic sequences a moment for the identification of prior knowledge, some inversions regarding the structural aspects, the absence of prior organizers and, in the majority, cumulative assessments.

Keywords: Teaching of Mathematics. Didactic sequences. Planning. Teaching practice.

Introdução

Diversas pesquisas no campo da Educação Matemática, durante os meados de 1970, concentravam-se e consideravam a aprendizagem mais do que o processo de ensino ou a prática docente (CANAVARRO, 2012; FIORENTINI; NACARATO, 2002; MISUKAMI, 2006; SEAH, 2005, entre outros). Porém, no final de 1980, quando os estudos acerca do processo de ensino abordando aspectos da aprendizagem matemática começaram a aparecer com maior frequência, esses revelaram uma preocupação com os efeitos dos diferentes métodos ou instrumentos de ensino na aprendizagem dos alunos (FIORENTINI; LORENZATO, 2012). Os pesquisadores passaram a interessar-se sobre como os professores apresentam seus conhecimentos matemáticos e como ocorre sua apropriação por parte do aluno.

As investigações de Thompson (1997) sobre as concepções e crenças de professores e sua prática pedagógica revelaram profundas transformações, afetando de maneira significativa a ação dos docentes na organização e apresentação de temas da Matemática, buscando potencializar a aprendizagem do aluno. Tal relação recíproca e necessária entre a atividade do professor e do aluno tornou-se objeto de investigação na área de Educação Matemática, cujos resultados encontram-se recorrentes em publicações e eventos nacionais e internacionais, como, por exemplo: Morales (2000), Vila (2001), Azcárate (2001), Kluber e Burak (2008), Garnica e Fernandes (2002), Villegas-Reimers (2003), Jacobs, Franke, Carpenter, Levi e Battey (2007), entre outros.

Por outro lado, pesquisas sobre as características do processo de ensino (MICOTTI, 2005; D'AMORE, 2005; PONTE, 2007, entre outros) mostraram que a atividade de ensinar é compreendida por muitos professores como transmissão da matéria aos alunos, realização de exercícios repetitivos, memorização e valorização de fórmulas e regras sem significado para o aluno. Em geral, os resultados evidenciaram, nessas pesquisas, que o professor passa a matéria, o aluno copia e na sequência reproduz mecanicamente o que absorveu. O elemento ativo é o professor que fala e interpreta o conteúdo, enquanto o aluno, embora responda os questionamentos do professor e faça os exercícios solicitados, tem uma atividade muito limitada e um mínimo de participação na construção e apropriação do conhecimento.

No entanto, pesquisadores como Fiorentini e Nacarato (2002) e Azcárate (2001) defendem que o ensino deve ser mais do que um processo que subestima a capacidade mental dos alunos, privando-os de desenvolverem suas potencialidades cognitivas, suas habilidades e competências, com vistas à independência do pensamento. O ensino deve compreender ações conjuntas entre professor e alunos pelas quais estes são motivados a assimilar de modo consciente, independente e ativo os conteúdos da matéria de ensino a partir de suas experiências vivenciadas no cotidiano, ou seja, no ensino não formal por meio da avaliação diagnóstica. Nessa perspectiva, Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 87) colocam que

A avaliação diagnóstica concentra-se em colocar em evidência os aspectos fortes e fracos de cada aluno, sendo possível determinar o ponto adequado de entrada em uma sequência de ensino, cuja contribuição não é voltada à nota, mas um diagnóstico para compreender o processo da produção do conhecimento.

A sequência de ensino é um processo caracterizado pelo desenvolvimento e transformação progressiva das capacidades intelectuais dos alunos, com convergência ao domínio do conhecimento, habilidades e sua aplicação. Neste sentido, a sequência de ensino possui uma orientação com vistas a atingir os objetivos previamente definidos pelo professor, implicando em passos gradativos, como tarefas, planejamento, direção das atividades e avaliação.

Nessa linha de pensamento, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel configura-se como adequada e harmoniosa, por privilegiar os conhecimentos prévios dos alunos antes da aplicação de uma sequência de ensino, a forma de organização de um conteúdo obedecendo o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e a valorização da avaliação formativa e processual, entendendo a aprendizagem como contínua e progressiva.

Nosso objetivo é apresentar os resultados obtidos de uma investigação realizada no primeiro semestre de 2015 no âmbito de Ensino Fundamental com cinco professores de Matemática que lecionam na cidade de Florianópolis, Santa Catarina. Para tal, a pergunta problema colocada foi: de que maneira os professores organizam o corpo de conhecimentos acerca do tema Teorema de Pitágoras a alunos do nono ano do Ensino Fundamental?

A justificativa para essa investigação tem relevo no número incipiente de publicações acerca de estudos sobre a elaboração de sequências didáticas analisadas a partir dos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa, bem como sua importância para uma reflexão frente aos desafios emergentes em sala de aula. O trabalho, em sua sequência, apresenta sucintamente tanto aspectos teóricos sobre aprendizagem significativa como sua facilitação em situação formal. Em seguida, descrevemos os aspectos metodológicos adotados, seus resultados e análises, bem como algumas considerações de teor geral.

Alguns pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa

A aprendizagem significativa é aquela por meio da qual novas informações adquirem significado por meio de interação com aspectos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003). Ou seja, a aprendizagem significativa só ocorrerá quando uma nova informação interage, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto da base de formação conceitual do aprendiz.

Nesse processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica chamada de subsunçor. Com relação à interação de maneira não arbitrária, significa que o material potencialmente significativo deve se relacionar com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do estudante. Sobre a interação de modo substantivo, o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, dos novos signos (AUSUBEL, 2003).

Ausubel (2003) ressalta que a aprendizagem significativa enquanto processo pressupõe:

- predisposição por parte do aluno para a aprendizagem significativa, ou seja, não é necessariamente motivação, mas envolve intencionalidade, um esforço deliberado para interagir o novo conhecimento com os prévios, estes mais inclusivos, diferenciados, com certa estabilidade e clareza;
- a existência de conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos na mente do aluno. Os conhecimentos prévios são construções pessoais e possuem significado idiossincrático;

- que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, os materiais devem ser lógicos e passíveis de se relacionar com as ideias relevantes ancoradas.

Na prática docente, a única condição para a ocorrência da aprendizagem significativa da qual o professor não tem domínio direto é sobre a predisposição do aluno para aprender. No entanto, Novak e Cañas (2010, p. 11) argumentam que:

O controle indireto sobre essa escolha encontra-se, essencialmente, nas estratégias de ensino e nas estratégias de avaliação usadas. Estratégias de ensino que enfatizam o relacionamento do conhecimento novo com o conhecimento já existente do aprendiz favorecem a aprendizagem significativa. Estratégias de avaliação que incentivam os aprendizes a relacionar as ideias que possuem com novas ideias também incentivam a aprendizagem significativa.

Ausubel (2003) estabelece uma distinção entre aprendizagem significativa e mecânica, porém deixa claro que não são consideradas dicotômicas, mas extremos de um *continuum*. Uma aprendizagem não é totalmente significativa ou mecânica. Muitas aprendizagens acontecem no que Moreira e Masini (2009) denominam de “zona cinza” desse *continuum*. As aprendizagens podem ser parcialmente significativas, parcialmente mecânicas, mais significativas, mais mecânicas. Há matizes.

A Teoria da Aprendizagem Significativa destaca quatro princípios cujo entendimento tem implicação no acompanhamento da análise realizada nessa investigação.

Conhecimentos prévios, organizadores prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, avaliação

O objetivo principal da aprendizagem, à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, é a aquisição de um corpo organizado de conhecimentos e a

estabilização de ideias interrelacionadas, que compõem a estrutura da matéria de ensino a ser ensinada (AUSUBEL, 2003). A partir dessa perspectiva, alguns princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa podem ser considerados pelo professor de Matemática na apresentação de um tema, com destaque:

1 Identificação dos conhecimentos prévios

Aquilo que o aluno já sabe, o conhecimento prévio (conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos), é fundamental para a Teoria da Aprendizagem Significativa, uma vez que constitui-se como determinante do processo de aprendizagem, pois é significativo por definição, base para a transformação dos significados lógicos dos materiais de aprendizagem potencialmente significativos (MOREIRA; MASINI, 2009). Os conhecimentos prévios são um dos principais aspectos que devem ser levados em conta no processo educativo, tendo fundamental importância tanto para os alunos quanto para os professores.

2 Uso de organizadores prévios

Segundo Ausubel (2003), o organizador prévio é uma estratégia que consiste na utilização de materiais auxiliares antes do próprio material de aprendizagem, com a finalidade de criarem pontos de ancoragem em nível mais geral do que o material mais detalhado que a precede. Tais organizadores devem ser utilizados quando o estudante não dispõe em sua estrutura cognitiva de subsunçores que ancorem novos conhecimentos ou quando for constatado que os subsunçores identificados não estão suficientemente claros ou encontram-se desorganizados para desempenhar as funções de ancoragem.

Há algumas razões para o uso de organizadores prévios durante o ensino de determinado conteúdo. Moreira e Masini (2009) apontam a importância de ter ideias estabelecidas relevantes ou apropriadas já disponíveis na estrutura cognitiva de quem aprende, fazendo com que novas ideias logicamente significativas se tornem potencialmente significativas e as novas ideias potencialmente significativas se tornem realmente significativas (isto é, possuam

novos significados), bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável; o fato de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e a ser explicitamente relacionado com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância deles próprios para novo material de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Essas razões pelas quais o uso desses organizadores potencializa a aprendizagem significativa estão relacionadas com o fato de como os mesmos são organizados, partindo de ideias mais generalizadas e potencialmente significativas, chegando aos conceitos mais específicos e inclusivos (diferenciação progressiva). Moreira e Masini (2009) defendem para essa etapa o uso de material de divulgação em pesquisas, a saber, artigos em revistas científicas, reportagens, jornais, vídeos, documentários e a realização das oficinas, entre outros.

3 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

A diferenciação progressiva é um processo no qual o assunto deve ser programado de maneira que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários – ordem de apresentação que corresponde à sequência natural da consciência quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento (AUSUBEL, 2003). É mais fácil para o aluno aprender um assunto a partir de um todo mais geral aprendido anteriormente do que chegar a um aspecto geral, partindo da apresentação de conceitos específicos previamente aprendidos, onde ideias mais gerais estão no topo, incorporado por conceitos mais específicos e diferenciados (MOREIRA; MASINI, 2009).

No entanto, a utilização da diferenciação progressiva para o ensino de qualquer conteúdo não deve ser unidirecional, ou seja, somente de cima para baixo. Do ponto de vista ausubeliano, o ensino deve ser planejado tanto para promover a diferenciação progressiva como também para explorar explicitamente relações entre conceitos e ideias, evidenciando similaridades e diferenças significativas, reconciliando inconsistências reais ou aparentes, ou seja, promovendo a reconciliação integrativa (AUSUBEL, 2003).

Na visão de Moreira e Masini (2009), a maioria da aprendizagem, retenção e organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão, cada uma delas ligada ao degrau mais acima na hierarquia, através de um processo de subsunção de conceitos e de proposições menos inclusivos, bem como características de dados informativos específicos. No entanto, Moreira e Masini (2009) colocam que o professor precisa estar atento para promover em aula situações que valorizem reconciliações conceituais.

4 A avaliação

A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências, pois essa é progressiva, com rupturas e continuidades. Embora faz-se necessário atribuir uma nota, a intenção é o acompanhamento formativo e processual, ou seja, como o aluno ao longo da matéria atribui e negocia os significados dos conceitos no contexto escolar (MOREIRA; MASINI, 2009).

Libâneo (2013) expõe a avaliação formativa como aquela que, sendo feita durante o desenvolvimento de um programa, permite ao formador, no caso o professor, mediante a apropriação dos resultados, rever suas estratégias de ensino, os recursos didáticos utilizados, e, com ações, em relação aos alunos, atingir os objetivos de aprendizagem.

Dentro da perspectiva de uma avaliação formativa e processual, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de n.º 9.394/96, em seu artigo 24, capítulo V, coloca, em termos gerais, que a verificação do rendimento escolar deve ser formativa e processual, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais. A respeito da contribuição da avaliação formativa para o desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem, Libâneo (2013, p. 103) faz considerações:

Avaliar o aluno deixa de significar fazer um julgamento sobre a sua aprendizagem, para servir como momento capaz de revelar o que o aluno já sabe os caminhos que percorreu para alcançar o conheci-

mento demonstrado, seu processo de construção do conhecimento, o que o aluno não sabe e o caminho que deve percorrer para vir a saber, o que é potencialmente revelado em seu processo, suas possibilidades de avanço e suas necessidades para a superação, sempre transitória.

A avaliação escolar, portanto, assume um papel amplo cuja função deve ser essencialmente formativa, na medida em que lhe cabe o papel de subsidiar a ação docente redirecionando o processo de ensino e aprendizagem, na tentativa de sanar dificuldades encontradas pelos alunos na aquisição de conhecimentos. A avaliação assim concebida, como um diagnóstico contínuo e dinâmico, torna-se um instrumento essencial para repensar e reformular as estratégias pedagógicas e os recursos didáticos, a fim de que o aluno realmente aproprie-se do conhecimento escolar.

Aspectos metodológicos

Essa investigação com abordagem qualitativa foi realizada durante uma semana ao longo do primeiro semestre de 2015, cuja participação contou com cinco professores de Matemática que lecionam em Florianópolis, Santa Catarina. Dos cinco professores investigados, todos possuem graduação e a maioria pós-graduação (*lato sensu*).

Por motivos éticos, os nomes dos professores, sujeitos dessa investigação, foram representados por P1, P2, P3, P4 e P5. A escolha por esse grupo de professores em especial justifica-se pelo fato de estarem participando de um curso de formação continuada realizado no município de Florianópolis. Dentre as atividades propostas, uma delas consistiu na elaboração de uma sequência didática a partir do tema Teorema de Pitágoras. O pesquisador (autor do artigo) participou da formação continuada na modalidade observador e, mediante autorização prévia dos ministrantes e dos professores em formação, teve acesso as sequências didáticas construídas.

Para a coleta de dados utilizamos as sequências didáticas construídas pelos professores participantes dessa investigação. Para a análise, definimos quatro categorias a serem consideradas nas sequências didáticas, seguindo

Ausubel (2003) e Moreira e Masini (2009), com destaque para: (1) valorização dos conhecimentos prévios; (2) organizadores prévios; (3) diferenciação progressiva e reconciliação integrativa; e (4) avaliação, previamente apresentadas nesse texto.

Com o objetivo de proporcionar objetividade ao processo de análise, cada categoria dessa investigação recebeu uma referência (A [atende integralmente as especificações da categoria], B [atende parcialmente as especificações da categoria], C [não está de acordo com as especificações da categoria]).

Resultados e análise

Durante a formação continuada cujo objeto de estudo foi as práticas de ensino, a professora ministrante solicitou aos participantes que construísse uma sequência didática acerca de um conhecimento matemático. De modo consensual, os professores de Matemática escolheram o Teorema de Pitágoras. A atividade de construção de sequências didáticas apresentada durante a formação teve duração de 6 horas, divididas em dois encontros de 3 horas ao longo da semana, no qual os professores preencheram um modelo de sequência didática. Para fins de análise, escolhemos algumas sequências didáticas construídas pelos professores, ressaltando pontos importantes nas reflexões realizadas nas categorias anteriormente discutidas.

1 Identificação dos conhecimentos prévios

Apresentamos a sequência didática construída por P2, bem como as explicações pelas quais foi considerada como C. A sequência didática pensada e estruturada por P2 (figura 1) possivelmente evidencia que este professor, nessa atividade, não valorizou os possíveis saberes já adquiridos pelos seus alunos e que devem ser levados em conta na prática docente como ponto de partida para a estruturação de novos conhecimentos.

A sequência didática construída por P2 inicia-se de modo confuso, pois apresenta “Teorema de Pitágoras” como conteúdo; no entanto, coincide com o tema a ser apresentado ao aluno. Expõe como objetivo “motivar os alunos

Escola: _____		Disciplina: _____		
Série: _____		Professor (a): _____		
Tema a ser apresentado: Teorema de Pitágoras				
Encontro (número de aulas)	Conteúdo	Objetivos	Estratégia	Avaliação
1	Teorema de Pitágoras	Motivar os alunos para a aprendizagem do Teorema de Pitágoras	Recorrer à utilização da internet como meio de pesquisa	-
2	Reconhecer que um triângulo retângulo tem um lado maior que é o lado oposto ao ângulo de 90°	Ampliar a visão dos alunos em relação à matemática	Computador conectado à internet	Lista de exercícios
2	Explicitação dos termos hipotenusa, catetos e fórmula do teorema	Propor ao aluno acessar a internet para investigar sobre Pitágoras e o Teorema	Laboratório de Informática	-
2	Explicitação dos termos hipotenusa, catetos e fórmula do teorema	Demonstrar o teorema de Pitágoras	Propor aos alunos a elaboração de uma atividade diferenciada contando a história ou fazendo aplicação do Teorema de Pitágoras	Resolver situações-problema
1	Teorema de Pitágoras	Aplicar o Teorema de Pitágoras na resolução de problemas	Material impresso	Avaliação escrita com situações-problema

Figura 1: Sequência didática construída por P2.

Fonte: Dados de pesquisa do autor, 2015.

para a aprendizagem do Teorema de Pitágoras”. Para Moreira e Masini (2009), o conhecimento prévio é o fator que mais influencia a aprendizagem de novos conhecimentos, assim como a percepção prévia é a variável que mais influencia novas percepções.

Várias pesquisas evidenciaram que o ensino da Matemática se faz ainda, tradicionalmente, sem referências ao que os alunos já sabem. Apesar do reconhecimento

entre pesquisadores em Educação Matemática que os alunos possam aprender os conteúdos sistematizados fora da sala de aula, existem ainda situações de ensino que tratam os alunos como se nada soubessem sobre tópicos ainda não ensinados (CARRAHER; CARRAHER, 2005; BAKER; STREET; TOMLIN, 2003; MICOTTI, 2005; PONTE, 2007; CANAVARRO, 2012). A desvalorização por parte do professor referente àquilo que o estudante já sabe e o tema de aula apresentado representa um desafio para o ensino de Matemática.

Quando P2 coloca o verbo “motivar” por meio da utilização do uso da internet e pesquisa como estratégia, Moreira e Masini (2009) esclarecem que a predisposição para a aprendizagem não é exatamente aquilo que chama-se de motivação, mas acima de tudo uma intencionalidade, um esforço deliberado por parte do aluno para relacionar o novo conhecimento a seus conhecimentos prévios, item não considerado nessa sequência didática. Das três condições necessárias e preconizadas na Teoria da Aprendizagem Significativa para que o aprendizado tenha significado, a única sobre a qual o professor não tem controle direto é a predisposição do estudante em aprender.

Por outro lado, a sequência didática construída por P4 foi considerada como A. A sequência didática estruturada por P4 (figura 2) evidencia que este professor valoriza os conhecimentos prévios dos seus alunos e, portanto, considera como elementos importantes para a organização da sequência de ensino.

Em sua sequência didática, P4 coloca como estratégia o uso de material alternativo, porém não esclarece o procedimento dessa atividade. A manipulação de materiais alternativos configura-se como uma interessante oportunidade para que o aluno externalize suas ideias devido a sua facilidade de manuseio, permitindo certa liberdade e criatividade na apresentação do tema. As investigações de Thompson (1997), Scovsmose (2004) e Seah (2005) mostraram que o uso de materiais alternativos como estratégia para a identificação dos conhecimentos prévios levou os alunos a estabelecer semelhanças e diferenças, perceber regularidades e singularidades no campo da Geometria com outros conhecimentos imbricados a situações do cotidiano.

Já os PCN de Matemática (BRASIL, 1998) reforçam que um dos princípios norteadores do ensino de Matemática no Ensino Fundamental é a utilização dos recursos didáticos numa perspectiva problematizadora, entendendo que os recursos didáticos como livros, vídeos, televisão, rádio, calculadora, computadores, jogos e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem.

A fim de evitar um ensino somente transmissivo, o professor precisa mobilizar, por meio de uma avaliação diagnóstica, aquilo que seu aluno já sabe, para, então, criar situações que levem o aluno a confrontar seus conhecimentos com aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino.

Escola: _____		Disciplina: _____		
Série: _____		Professor (a): _____		
Tema a ser apresentado: Teorema de Pitágoras				
Encontro (número de aulas)	Conteúdo	Objetivos	Estratégia	Avaliação
1	Triângulos	Identificar os conhecimentos dos estudantes acerca do tema Triângulos	Uso de material alternativo	Do tipo diagnóstica
3	Teorema de Pitágoras	Levar o aluno a apropriar-se do conhecimento Teorema de Pitágoras	Pesquisa na internet Uso de software educativo	Participação Coerência conceitual Compreensão
2	Aplicação do Teorema de Pitágoras	Aplicar o Teorema de Pitágoras em situação do cotidiano	Lista de exercícios	Domínio e leitura Raciocínio lógico Capacidade de análise e síntese
1	Revisão sobre triângulos e o Teorema de Pitágoras	Levar o aluno a aprimorar os conhecimentos sobre Triângulos e Teorema de Pitágoras	Lista de exercícios e conversa informal	Domínio e clareza do conteúdo
1	Fechamento do tema	Verificar se o aluno assimilou os conhecimentos sobre Teorema de Pitágoras	Material impresso	Do tipo somativa

Figura 2: Sequência didática apresentada por P4.

Fonte: Dados de pesquisa do autor, 2015.

2 O uso de organizadores prévios

O uso de organizadores prévios como importante elemento pertencente à Teoria da Aprendizagem Significativa não foi identificado nas cinco sequências didáticas construídas pelos professores, e, portanto, todas as sequências foram consideradas C, não atendendo as especificações da categoria.

Embora a presença de organizadores prévios não tenha sido constatada nas sequências didáticas, Ausubel (2003) esclarece e defende que seu uso tem relação com a importância de se ter ideias relevantes e apropriadas disponíveis na estrutura cognitiva para a aprendizagem significativa, bem como suas vantagens em utilizar conceitos mais gerais e inclusivos de uma disciplina, como ideias de esteio ou subordinadores. Por exemplo, na sequência apresentada por P2, um dos objetivos é “ampliar a visão dos alunos sobre a matemática”, porém o conteúdo a ser explanado no segundo encontro é bastante específico. Já P4, após levantar os conhecimentos prévios dos alunos, planeja três aulas direcionadas para a apresentação do Teorema de Pitágoras na sua estrutura formal, reconhecendo seus elementos e sua aplicação no triângulo retângulo.

Entendemos que textos históricos ou documentários podem ser utilizados como organizadores prévios, a fim de fornecer aos alunos conhecimentos mais gerais e menos específicos sobre a matéria de ensino, com vista a subsidiar a aprendizagem significativa dos conceitos no campo da Matemática. Na organização do ensino, Sala e Goñi (2000) citam que Ausubel considera a estrutura cognitiva do aluno e sua manipulação por meio da maneira de apresentar e organizar o conteúdo de ensino como relevante para que ocorra a aprendizagem significativa. Nesse sentido, sentimos falta dessa estratégia nas sequências didáticas construídas pelos professores investigados.

3 Consideração da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

As sequências didáticas construídas por P2 (figura 1), P4 (figura 2) e P3 (figura 3), em geral, apresentam uma estrutura que valoriza a diferenciação progressiva, mas não há evidências de momentos que enfatizem as reconciliações integrativas e, portanto, foram considerados como B.

Escola: _____		Disciplina: _____		
Série: _____		Professor (a): _____		
Tema a ser apresentado: Teorema de Pitágoras				
Encontro (número de aulas)	Conteúdo	Objetivos	Estratégia	Avaliação
1	Triângulos e ângulos	Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os tipos de triângulos e seus ângulos internos.	Aplicação de um questionário contendo 10 questões	Do tipo diagnóstica
2	O Teorema de Pitágoras (PARTE 1)	Levar o aluno a ter familiaridade com Pitágoras e sua importância histórica para a Matemática	Vídeo sobre o Teorema de Pitágoras	Participação e assiduidade nas aulas
2	O Teorema de Pitágoras (PARTE 2)	Definir o Teorema de Pitágoras	Aula expositiva	Participação em aula
1	O Teorema de Pitágoras (PARTE 3)	Apresentar seus elementos (cateto e hipotenusa)	Aula expositiva e dialogada	Participação e resolução de lista de exercícios
1	O Teorema de Pitágoras (PARTE 4)	Levar o aluno a aplicar os conhecimentos sobre Teorema de Pitágoras em situações do cotidiano	Lista de exercícios	Coerência nas argumentações Raciocínio lógico
1	Finalização da sequência	Verificar se o aluno apropriou-se dos conhecimentos sobre Teorema de Pitágoras	Material impresso	Do tipo somativa

Figura 3: Sequência didática apresentada por P3.

Fonte: Dados de pesquisa do autor, 2015.

A sequência didática construída por P3 inicia-se com a identificação dos conhecimentos prévios sobre triângulos e seus elementos, como ângulos e lados. Logo a seguir, P3 divide a sequência em quatro partes, sendo que a primeira

valoriza a história da Matemática, na qual o papel principal é destinado a Pitágoras.

Em sua sequência didática, P3 coloca como marco inicial os aspectos históricos que marcaram a importância de Pitágoras para o campo da Matemática (parte 1 da sequência); portanto, este professor entende que tais fatos históricos devam ser apresentados no início do tema. Ausubel (2003) expõe que é mais fácil para o aluno aprender um assunto a partir de um todo mais geral aprendido anteriormente do que chegar a um aspecto geral, partindo da apresentação de conceitos específicos previamente aprendidos, onde ideias mais gerais estão no topo, incorporado por conceitos mais específicos e diferenciados.

Na parte 2 de sua sequência didática, P3 traz à luz o Teorema de Pitágoras, reforçando na parte 3 seus elementos, como catetos e hipotenusa. Por fim, proporciona ao aluno a interação entre o Teorema de Pitágoras e situações do cotidiano, permitindo ao aluno sua utilização como um corpo de conhecimentos com vistas a explicar determinadas situações do dia a dia. Moreira e Masini (2009) colocam que a maioria da aprendizagem, retenção e organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão, de regiões de maior inclusão para as de menor, cada uma delas ligada ao grau mais acima na hierarquia.

No entanto, P3 não explora explicitamente relações entre conceitos e ideias envolvendo o tema Teorema de Pitágoras, evidenciando similaridades e diferenças significativas, reconciliando inconsistências reais ou aparentes, ou seja, promovendo a reconciliação integrativa. A ausência desse processo, muitas vezes, impede o aluno de identificar ligações entre os conceitos que encontram-se na base de sua estrutura cognitiva com aqueles conceitos mais gerais.

Na concepção de Ausubel (2003), se na diferenciação progressiva o assunto deve ser programado de maneira que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e progressivamente diferenciadas com a introdução de detalhes específicos, na reconciliação integrativa, a programação do material instrucional deve ser feita para explorar relações entre ideias e apontar aproximações e afastamentos entre os significados atribuídos aos conceitos. A construção de momentos para que o aluno mobilize e identifique aproximações é essencial para o projeto educativo do professor.

4 A avaliação

As seqüências didáticas construídas por P1, P2 (figura 1) e P5 (figura 4), possivelmente evidencia uma avaliação do tipo somativa. Tal fato pode ser percebido na seqüência estruturada por P5, destacando a “prova final” sem apresentar possibilidades para uma avaliação formativa na qual são utilizadas outras estratégias para verificação do crescimento cognitivo acerca do tema e, portanto, foram consideradas como C. Para Ausubel (2003), a avaliação é importante no início, durante e na conclusão de qualquer seqüência de ensino.

Escola: _____		Disciplina: _____		
Série: _____		Professor (a): _____		
Tema a ser apresentado: Teorema de Pitágoras				
Encontro (número de aulas)	Conteúdo	Objetivos	Estratégia	Avaliação
1	Teorema de Pitágoras	Identificar o que os alunos sabem sobre teorema de Pitágoras	Uso de material impresso	Do tipo diagnóstica
2	Aplicação do Teorema de Pitágoras	Levar o aluno a entender a aplicação do Teorema	Lista de exercícios	-
2	Um pouco sobre a história de Pitágoras	Permitir ao aluno o conhecimento sobre a vida de Pitágoras	Vídeo	-
1	Avaliação final	Verificar se o aluno aprendeu sobre o Teorema de Pitágoras	Uso de material impresso	Prova final

Figura 4: Seqüência didática apresentada por P5.

Fonte: Dados de pesquisa do autor, 2015.

Na seqüência didática construída por P5, a avaliação acerca do tema Teorema de Pitágoras é do tipo somativa. Concordamos que é essencial avaliar os resultados

últimos da aprendizagem em relação aos objetivos, tanto do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo do estudante como do ponto de vista dos materiais e da sequência estruturada, porém, apoiamos as ideias de Ausubel (2003), ao enfatizar que a avaliação formativa compromete-se com a aprendizagem, pois se empenha com a progressão dos alunos no domínio dos conhecimentos e dos procedimentos necessários à sua apropriação.

Também concordamos com Méndez (2002), Canavarro (2012), Fiorentini e Lorenzato (2012), ao colocarem que o professor aprende para conhecer e para melhorar a prática docente em sua complexidade, bem como para colaborar na aprendizagem do aluno. Este, por sua vez, aprende sobre e a partir da própria avaliação e da correção, da informação contrastada que o professor oferece-lhe, que será sempre crítica e argumentada, nunca desqualificadora, nem punitiva (HADJI, 2001).

De maneira geral, os professores investigados usam a avaliação somativa com intuito de verificar se o aluno assimilou os conhecimentos apresentados em sala de aula. O produto final tem prevalência sobre o processo. Assim, alguns aspectos evidenciam-se quando o assunto é avaliação somativa, com destaque: a concentração das informações coletadas, verificação quantitativa destas no intuito de mensurar o nível cognitivo do aluno e consecução do ensino pautado na invariabilidade didática. Concordamos e reforçamos as ideias de Moreira e Masini (2009) quando expõem a concepção behaviorista de ensino na qual os objetivos são comportamentos que o aluno deverá exibir ao final de uma unidade de estudo, na qual tais comportamentos são cobrados objetivamente, levando a uma aprendizagem mecânica.

Considerações finais

Nessa investigação, buscou-se analisar as sequências didáticas construídas por um grupo de professores de Matemática acerca do tema Teorema de Pitágoras. Constatou-se que houve momentos para identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, porém, o processo avaliativo concentrou-se sobre o produto da aprendizagem por meio de uma avaliação final, em detrimento da avaliação formativa que valoriza a construção do conhecimento ao longo da unidade de ensino.

Em resposta à pergunta que norteou essa investigação (*de que maneira os professores organizam o corpo de conhecimentos acerca do tema Teorema de Pitágoras à alunos do nono ano do ensino fundamental?*), os professores investigados organizam a sequência de ensino pautada no uso de alguns recursos tecnológicos, na valorização dos conhecimentos prévios e na avaliação do tipo somativa.

Não tem coerência, em uma época de grandes avanços do conhecimento, com o surgimento de teorias de aprendizagem, continuar avaliando o aluno exatamente como se avaliava há quarenta anos atrás, auge do comportamentalismo. Diante de novas estratégias de ensino, defesa do aprender a aprender e centralização do ensino no aluno, não tem sentido realizar avaliações da maneira habitual.

Entendemos que as sequências didáticas são ferramentas que podem orientar a prática docente. Além disso, enfatizamos que a construção de uma sequência didática, além de permitir a externalização dos conhecimentos prévios, deve promover o confronto e a negociação entre os significados dos conhecimentos idiossincráticos como os aceitos pela matéria de ensino, com vistas ao desenvolvimento intelectual do aluno.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos*: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

AZCÁRATE, P. *El conocimiento profesional didáctico-matemático en la formación inicial de los maestros*: Una propuesta de intervención para su organización y su elaboración. Cádiz: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, 2001.

BAKER, D.; STREET, B.; TOMLIN, A. Mathematics as social: understanding relationships between home and school numeracy practices. *For the learning of mathematics*, v. 23, n. 3, p. 11-15, nov. 2003.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Matemática. Brasília, DF: Secretaria de Educação, 1998.

CANAVARRO, A. P. *Práticas de ensino da Matemática*: Duas professoras, dois currículos. Lisboa: APM, 2012.

CARRAHER, D.; CARRAHER, T. *Na vida dez, na escola zero*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

D'AMORE, B. *Epistemologia e didática da matemática*. São Paulo: Escrituras, 2005.

- FIorentini, D.; LOrenzato, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. 3. ed. São Paulo: Autores Associados, 2012.
- FIorentini, D.; NAcARATO, A. M. Formação de professores que ensinam matemática: um balanço de 25 anos de pesquisa no Brasil. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, n. 36, p. 137-160, dez, 2002.
- GARNICA, A. V. M.; FERNANDES, D. N. Concepções de professores formadores de professores: exposição e análise de seu sentido doutrinário. *Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática*, APM, Portugal, v. 11, n. 2, p. 75-98, 2002.
- HADJI, C. *A avaliação desmistificada*. Porto Alegre: ArtMed, 2001.
- JACOBS, V. R.; FRANKE, M. L.; CARPENTER, T. P.; LEVI, L.; BATTEY, D. Professional Development Focused on Children's Algebraic Reasoning in Elementary School. *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston, Va., US, v. 38, n. 3, p. 258-288, 2007.
- KLUBER, T. E.; BURAK, D. Depoimentos de estudantes sobre a Matemática e a Modelagem Matemática: aspectos epistemológicos evidenciados em âmbito escolar. *REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática*, UFSC, v. 3, p. 16-29, 2008.
- LIBÂNEO, J. C. *Didática*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- MÉNDEZ, J. M. *Avaliar para conhecer: examinar para excluir*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- MICOTTI, M. C. O ensino e as propostas pedagógicas. In: BICUDO, M. A. V. *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora Unesp, 2005. p. 153-167.
- MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas. In: NACARATO, A. M; FIORENTINI, D. (Org.). *A formação do professor que ensina Matemática: perspectiva e pesquisas*. Belo Horizonte: Autentica, 2006. p. 213-231.
- MORALES, P. *A relação professor-aluno*. São Paulo: Cortez, 2000.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: condições para sua ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2009.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan./jun. 2010.
- PONTE, J. P. Investigations and explorations in the mathematics classroom. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, Berlin, v. 39, n. 5-6, p. 419-430, oct. 2007.
- SALA, E. M.; GOÑI, J. O. As Teorias da Aprendizagem Escolar. In: SALVADOR, C. C. *Psicologia do Ensino*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p. 211-277.
- SCOVSMOSE, O. Matemática em ação. In: BICUDO, M. A. V; BORBA M de C. (Org.). *Educação Matemática: Pesquisa em Movimento*. São Paulo: Cortez, 2004. p. 23-37.
- SEAH, W. T. Negotiating about perceived value differences in mathematics teaching: The case of immigrant teachers in Australia. In: CHICK, H.; VINCENT, J. L. (Ed.). *Proceedings of the 29th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Melbourne: PME, 2005. v. 4, p. 145-152.

THOMPSON, A. G. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica. *Zetetiké*, v. 5, n. 8, p. 121-137, 1997.

VILA, A. *Resolució de problemes de matemàtiques*: Identificació, origen i formació dels sistemes de creences en l'alumnat. Alguns efectes sobre l'abordatge dels problemes. 2001. 659 f. Tesis (Doctoral Doctorado en didáctica de las matemáticas) – Facultad de Educación, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2001.

VILLEGAS-REIMERS, E. *Teacher Professional Development: an international review of literature*. Paris: Unesco/International Institute for Educational Planning, 2003.

recebido em 10 mar. 2015 / aprovado em 6 nov. 2015

Para referenciar este texto:

BRUM, W. P. Sequências didáticas no ensino de Matemática: uma investigação com professores de séries finais em relação ao tema Teorema de Pitágoras. *Dialogia*, São Paulo, n. 22, p. 187-207, jul./dez. 2015.
