Problemática da construção de situações-problema: análise dos processos de construção e de experimentação

Disciplina: Matemática Fundamental II

Selecionador: Saddo Ag Almouloud

Categoria: Professores

Neste texto, refletimos sobre processos relacionados à construção, à análise e à aplicação de situações-problema cujo objetivo é o ensino e a aprendizagem de um dado conteúdo matemático. Nosso problema é como determinar situações que, *a priori*, permitiriam ao aluno estabelecer uma relação significativa com o saber visado. Na realidade, esses processos dependem, em grande parte, do professor, do contexto educativo e de suas concepções sobre "que é a Matemática?", "que é ensinar Matemática?" e "O que é aprender Matemática?". Essas concepções podem evoluir em função dos seus desenvolvimentos profissionais.

Para Showers, Joyce e Bennet (1997), os professores trazem seus conhecimentos e habilidades, seu estilo de ensino, suas características pessoais tais como estágio de crescimento, flexibilidade conceitual, senso de eficácia e conceitos, além de percepções sobre suas necessidades e preferências por certos tipos de desenvolvimento professional.

Pacheco e Flores afirmam também que:

> Na prática, o que os professores pensam, fazem, escrevem, verbalizam deve-se, por um lado, a um conhecimento que é o resultado de um processo aquisitivo e, por outro, a um conhecimento que se consubstancia num discurso sobre uma prática ou um modo de ação (PACHECO; FLORES, 1999, p. 15).

Para esses autores, a tarefa do professor é selecionar e ordenar atividades didáticas, adaptando-as a uma situação específica, incluindo a elaboração didática de novas atividades, de acordo com suas concepções, para complementar as já existentes nos materiais curriculares. Na concepção atual do ensino, centrada na aprendizagem e na autonomia do aprendiz, o professor tem vários papéis, que elencamos no quadro 1:

Tabela 1: papéis dos professor

	Papéis do professor	**Ação do professor**	**Ação do aprendiz (objetivos visados)**
	Professor	Identificar e escolher os objetivos matemáticos e metodológicos	Apropriar-se dos conceitos matemáticos

			Aprender a aprender
Didatização	Artesão Designer Facilitador Mediador	Contextualizar: Escolher ou construir ferramentas e torná-las disponíveis; Proporcionar ao aluno condições favoráveis à aprendizagem; Organizar tarefa: construir ou fazer emergir problemas que exigem soluções e obstáculos a superar Informar, familiarizar.	Escolher e usar ferramentas; Procurar situações favoráveis à aprendizagem; Realizar tarefa: tomar consciência dos problemas e dos obstáculos; Ter sucesso (encontrar soluções, compreender na ação).
Mediação	Tutor Treinador Animador Interlocutor	Ajudar/ensinar a aprender a aprender; organizar a aprendizagem, facilitar, aconselhar, guiar, autonomizar; apoiar, preparar a transferência.	Tomar consciência de suas estratégias de aprendizagem, de seus erros e corrigi-los; Descontextualizar: ampliar o campo de consciência (metacognição); Compreender e transferir.
	Mediador Treinador Animador Interlocutor	Guiar; Treinar; Regular; Comunicar.	Transformar suas representações; Desenvolver estratégias de comunicação; Socializar/institucionalizar; Recontextualizar.
	Observador Avaliador	Avaliar e apresentar as ferramentas de autoavaliação.	Autoavaliar-se.
Educação	Educador	Desmamar; Aprender a fazer sozinho.	Construir permanentemente sua autonomia e sua independência.

Fonte: adaptação de Joseph Rézeau (2001, p.176)

Com base nesse quadro, podemos inferir que o professor deve garantir que seus alunos constroem o saber de forma significativa. A análise de vários cenários de ensino e de práticas docentes mostra que estes levam, muitas vezes, à perda de sentido de conceitos ensinados/aprendidos, devido aos saberes docentes e, às vezes, à pedagogia por objetivo. Esta última procura, geralmente, fazer compreender e não fazer agir para regular, ser capaz de avaliar facilmente, finalizar as transmissões previstas nos programas. A **perda de sentido** da aprendizagem que ela provoca torna-se insustentável hoje. Essa perda de significado resulta da dissonância entre os ideais proclamados e a realidade da experiência e, por outro lado, a desvalorização da sua substância. Uma das razões de perda de sentido resulta da dissolução da essência do processo de construção de conhecimento pelo aluno em um conjunto de instruções soltas ou, às vezes, demasiadas. As consequências são uma perda de sentido ou uma transformação do saber ensinado, ou mesmo perda da essência do problema.

De acordo com P. Dunand (1998, apud MARIETTI, 2009), o acidente mais frequente na aprendizagem da matemática é a perda de sentido e na focalização na forma sem conteúdo: o aluno não pensa mais, simplesmente executa algoritmos com base em procedimentos permitidos.

Uma das principais causas potenciais de "perda de sentido" está na redução da atividade matemática em manipulações formais, redução, contra a qual o professor deve reagir tão vigorosamente de acordo com Jean-François Batisse (2008, apud MARIETTI, 2009). A origem dessa “perda de sentido” é consequência, muitas vezes, de atividades envolvendo uma suposta realidade do aluno e que são escolhidas sem considerar nenhum potencial favorável à apropriação de conhecimentos/saberes pelo aluno.

Vimos então a ideia de que as mudanças de currículos, que alteram a paisagem matemática até em alguns de seus detalhes, devem ser, às vezes, incriminadas.

Outra fonte de "perda de sentido" seria o desejo de simplificar, dividir a matéria a ensinar, para alcançar um sucesso obtido em detrimento da construção do significado.

De acordo com Marie-Lise Peltier (2007, apud MARIETTI, 2009.) as maneiras de alcançar o sucesso são variadas, entre muitas, citamos: achatamento das dificuldades, modificação de instruções ou de dados (muitas vezes sem o conhecimento do professor) que conduzem à resolução sem implementação de conhecimento/saber visado. Podemos também citar a escolha de contextos familiares, supostamente próximos do cotidiano dos alunos, que poderiam levar a formas de resolução que podem ser problemáticas em outros contextos de resolução de problemas. Este autor apresenta ainda outras fontes de perda de sentido, como a simplificação e a fragmentação das tarefas; o enfoque de algoritmos que reforçam a lógica de conformação, que pode levar alguns alunos a uma perda de autonomia; a individualização de tarefas que não permitem a realização das fases de institucionalização; a valorização muitas vezes excessiva que pode levar a uma armadilha em relação às habilidades e conhecimentos/saberes dos alunos: eles e suas famílias pensam que tudo está indo bem, pois eles têm "boas notas" e mais tarde, em especial nos níveis escolares posteriores, se dão conta do real nível de conhecimento dos alunos. Isso muitas vezes gera uma incompreensão das expectativas da escola e, frequentemente, sua rejeição.

Para minimizar essa perda de sentido, o professor deve construir situações-problema que contribuem para a formação dos alunos, tanto na construção de conceitos matemáticos quanto no aprimoramento de conhecimentos que os auxiliem na elaboração de estratégias adequadas à resolução de problemas de matemática. Essas situações-problema deverão permitir ao aluno investigar e distinguir caminhos para resolver problemas, adquirindo novos conhecimentos e estratégias de resolução. Essas situações-problema devem auxiliar o aluno na construção de conhecimentos e saberes, e no desenvolvimento de algumas habilidades, como saber ler, interpretar e utilizar representação matemática em demonstrações de propriedades e teoremas.

Como construir, analisar, experimentar e avaliar essas situações-problema

Em primeiro lugar, definimos uma situação-problema como a escolha de questões abertas e/ou fechadas numa situação mais ou menos matematizada, envolvendo um campo de problemas colocados em um ou vários domínios de saber e de conhecimentos. Sua função principal é a utilização implícita, e depois explícita, de novos objetos matemáticos, por meio de questões postas pelos alunos no momento da resolução do problema. Os alunos devem entender facilmente os dados do problema e engajar-se na sua resolução usando os conhecimentos disponíveis. Essas situações devem colocar em jogo um campo conceitual que queremos efetivamente explorar e no qual o conhecimento está inserido. É imprescindível que o aluno perceba que seus conhecimentos antigos são insuficientes para a resolução imediata do problema. Além disso, os conhecimentos, objeto de aprendizagem, fornecem as ferramentas convenientes para obter a solução final. O problema deve envolver vários domínios de conhecimentos como álgebra, geometria, domínio numérico etc.

O que fazer antes da construção (ou escolha) de situações-problema?

É imprescindível revisar os currículos, os documentos oficiais e as pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem do conceito a ensinar. Os resultados dessa revisão devem ajudar o professor nos processos de construção, análise e experimentação das situações-problema almejadas. Além disso, as respostas às questões do item abaixo são instrumentos importantes nesses processos.

Questões para construir ou analisar uma situação-problema a respeito de um conceito matemático

Para poder construir situações-problema que *a priori* atendem às necessidades dos alunos em termos de aprendizagem, é importante que se busquem respostas, oriundas preferencialmente de pesquisas em Educação Matemática, aos sete itens que elencamos a seguir:

1) **Abordagem epistemológica**

Em relação à gênese do objeto matemático estudado, sugerimos que se busquem respostas às seguintes questões:

Historicamente, quais são os problemas que levaram à construção desse conceito?

Qual é a importância desse conceito atualmente, em Matemática?

Qual é o papel desse conceito na compreensão e/ou desenvolvimentos em outras áreas de conhecimentos?

Qual é o papel desse conceito no cotidiano dos alunos?

2) Papel desse conceito no ensino

É importante estudar a dimensão cultural e social do objeto matemático. Para realizar esse estudo, sugerimos as seguintes questões:

Estudo da proposta curricular: quando essa noção deve ser ensinada/aprendida?

Estudo dos livros didáticos: como a questão é abordada nos livros?

Quais exercícios e problemas são ligados a esse conceito?

3) Concepções iniciais dos alunos (antes do ensino)

O trabalho do professor se caracterizará por realizações didáticas em sala de aula, isto é, na concepção, na realização, na observação e na análise de sessões de ensino apoiadas na análise epistemológica dos conteúdos contemplados; a análise do ensino tradicional e de seus efeitos; a análise das concepções de seus alunos, das dificuldades e obstáculos que determinam sua evolução. Os resultados dessas análises permitem ao professor tomar as decisões didáticas cabíveis para criar condições favoráveis à construção de conhecimentos/saberes pelo aluno. Para a realização dessas análises, sugerimos as seguintes questões:

Quais erros, geralmente, os alunos cometem a respeito desse conceito?

Quais dificuldades o aluno deve superar para adquirir esse conceito?

Quais são as concepções dos alunos a respeito dessa noção antes do ensino?

4) Concepção final desejada

É importante ter muita clareza dos objetivos de ensino, esses objetivos têm função norteadora no momento da construção, análise e experimentação de situações-problema. Trata-se de explicitar quais conhecimentos/saberes novos são objeto de ensino pelo professor e de aprendizagem pelo aluno. As questões seguintes podem ajudar na definição dos objetivos:

Quais saberes e saber-fazer o aluno deve aprender?

Quais comportamentos observáveis atestarão que o aluno adquiriu esse conceito?

5) Análise a priori da situação-problema

No decorrer da construção das situações-problema, o professor deve fazer uma análise *a priori* das situações propostas. O objetivo da análise *a priori* é determinar como as escolhas efetuadas permitem controlar os comportamentos dos alunos e o sentido desses comportamentos. Para fazer uma análise *a priori*, deve-se descrever as escolhas feitas no nível local e as características da situação adidática desenvolvida; analisar a importância dessa situação para o aluno, em função, em particular, das possibilidades de ações, das escolhas, das decisões, do controle e da validação que o aluno terá depois da devolução; prever campos de comportamentos possíveis e tentar mostrar como a análise feita permite controlar seu sentido e assegurar, em particular, que os comportamentos esperados, se eles intervêm, resultam do desenvolvimento do conhecimento visado pela aprendizagem.

A *análise* a priori *é importantíssima*, pois de sua qualidade depende o sucesso da situação-problema. Além disso, ela permite ao professor poder controlar a realização das atividades dos alunos e identificar e compreender os fatos observados. Assim, as várias *conjecturas* que vão aparecer poderão ser levadas em conta e algumas dentre elas serão objeto de um *debate científico* em sala de aula.

Cabe ressaltar aqui que a análise *a priori* de uma situação-problema é composta de uma análise matemática e uma análise didática, nas quais procuramos os seguintes fatos*:*

a) **<u>Análise matemática</u>**: neste estudo, visamos identificar os métodos e/ou as estratégias de resolução de cada situação, evidenciando os conhecimentos e saberes matemáticos envolvidos.
b) **<u>Análise didática</u>***:* deve ser feita levando em conta, pelo menos, alguns aspectos, como a análise da pertinência das situações propostas em relação ao saber matemático visado e em relação aos saberes anteriormente adquiridos; a identificação das variáveis de comando da situação e escolher, se for o caso, as variáveis necessárias para o estudo; o estudo da consistência das situações (nesse caso é importante verificar se as variáveis escolhidas não levam à construção de conhecimentos incompatíveis, mesmo que seja de modo provisório, para o agente). Além dos aspectos elencados, é importante prever

e analisar as dificuldades que os alunos podem enfrentar quando da resolução de cada atividade; a identificação de novos conhecimentos e/ou métodos de resolução que os alunos podem adquirir e prever os saberes/conhecimentos e/ou métodos de resolução de problema que devem ser institucionalizados.

Apresentamos de uma maneira não exaustiva algumas questões que precisam ser respondidas pelo construtor de situações-problema.

a) O que é que os alunos vão fazer? Poderiam engajar-se num processo de resolução? Engajariam bem suas concepções "insuficientes"? Quais critérios os alunos terão para validar suas soluções? A noção que se deseja introduzir é imprescindível para resolver o problema? Como os alunos vão construir a nova ferramenta?

Essas questões permitem evidenciar as variáveis didáticas da situação e escolhê-las em função dos objetivos da aprendizagem.

b) Como gerenciar a sala de aula? O trabalho será desenvolvido em grupo? Se sim, como constituir os grupos? Quais instruções dar aos alunos? Qual será o papel do professor na fase de resolução do problema pelos alunos? Como o professor deve se comportar, entre outros, em caso de bloqueios? Haverá uma fase de formulação? Haverá fase de validação?

c) Quais conhecimentos/saberes serão socializadores/institucionalizados. O momento de institucionalização tem por objetivo definir o que é “exatamente” o conteúdo matemático elaborado, distinguindo, notadamente, de um lado, os elementos que, tendo concorrido para sua construção, não serão por ele integrados e, de outro lado, os que entrarão de maneira definitiva na organização matemática visada. O professor deve reconhecer e nomear os conhecimentos interessantes nas produções dos alunos e deve esquecer suas próprias formulações e fixar o vocabulário prescrito. O professor deve combinar com os alunos a possibilidade de exigir, no futuro, certos “saberes” como conhecidos e familiares para resolver problemas.

6) Avaliação: De acordo com Almouloud (2007, p.103)

Os professores, de forma geral, não consideram o saber porque o objetivo pretendido, implicitamente pela avaliação, não está sempre relacionado ao saber, como se poderia pensar. Como formador, o saber e seu desenvolvimento nos alunos são as preocupações principais do professor; como avaliador, o professor atende, em primeiro lugar, a um pedido social que não está muito relacionado ao saber.

A avaliação formativa deve, segundo ainda Almouloud (2007, p.106), autorizar a produção de *erros* e permitir que as concepções, espontâneas ou não, sejam explicitadas e tenham um espaço privilegiado nesse processo. O *contrato didático* relacionado com a avaliação formativa deve valorizar o saber esperado e favorecer um comportamento ativo, ressaltando, para os alunos, a importância das conjecturas e das questões pertinentes, tendo em vista as aprendizagens desejadas.

Cabe lembrar o contrato didático e negociações entre estudantes e seu professor a propósito do saber. Durante o processo de ensinar, as regras de comunicação entre alunos e o professor sobre os objetos do saber se estabelecem, mudam, são quebradas e rompidas progressivamente durante as aquisições dos conhecimentos e de sua evolução e história produzida. Essas regras não se apresentam em um momento único e não são congeladas no tempo, mas são o resultado de uma negociação sempre renovada. Por um lado, as interações entre o professor e o aluno são baseadas em regras localmente estáveis e, por outro, essas regras não são imutáveis. Isso produz uma espécie de jogo cujas regras temporariamente estáveis permitem que os jogadores e mais especificamente ao alunos tomem decisões com certa segurança, necessária para lhes garantir a independência, característica da apropriação do saber.

Partindo dessas reflexões, achamos importante que o professor busque respostas às questões:

O que deve ser avaliado?

Os saberes e saber-fazer dos alunos, além da evolução das concepções dos alunos?

Qual instrumento de avaliação construir para isso? As concepções dos alunos evoluíram?

7) Análise a posteriori

Nessa fase deve-se fazer a análise das produções dos alunos levando em consideração as atividades propostas e as informações coletadas no decorrer da experimentação. Essa análise deve ser feita levando em consideração as diferentes interações dos alunos (aluno-situação, aluno-aluno, aluno-professor etc.) com a situação. Além disso, é preciso estudar as modificações possíveis que podem ser feitas no estudo e os principais resultados em relação aos objetivos pretendidos.

Um ponto importante nessa análise é a avaliação do conjunto das atividades propostas. De acordo com Chevallard (1999), a avaliação tem por ponto de apoio um conjunto de critérios explícitos, cuja análise deverá permitir dizer em qual medida esses critérios são satisfatórios para avaliar a organização matemática estudada. Em primeiro lugar, é preciso avaliar as tarefas propostas (situações-problema e atividades de aplicação do conhecimento ensino), a partir dos seguintes critérios apoiados em Chevallard (1999):

a) **Critério de identificação**: verifica se os tipos de situações propostas estão postos de forma clara e bem identificados;
b) **Critério das razões de ser**: verifica se as razões de ser dos tipos de tarefa estão explicitadas ou ao contrário, esses tipos de tarefas aparecem sem motivos válidos;
c) **Critério de pertinência**: verifica se os tipos de tarefas considerados são representativos das situações matemáticas mais frequentemente encontradas e se são pertinentes tendo em vista as necessidades matemáticas dos alunos.

Além disso, é imprescindível avaliar as técnicas (as formas de resolver as tarefas) e as justificativas esperadas/apresentadas pelos alunos, apoiando-se nos três critérios discutidos anteriormente e responder as seguintes questões:

As técnicas propostas são efetivamente elaboradas ou somente esboçadas?

São fáceis de utilizar?

Sua importância é satisfatória?

Sua confiabilidade é aceitável, sendo dadas suas condições de emprego?

São suficientemente inteligíveis?

Quais conhecimentos/saberes (definições, teoremas, propriedades...) foram mobilizados para justificar as técnicas usadas para resolver as diferentes tarefas?

A análise *a posteriori* depende da qualidade da análise *a priori*. A *análise* a priori *é importantíssima*, pois de sua qualidade depende o sucesso da situação-problema e o professor pode controlar a realização das atividades dos alunos, identificar e compreender os fatos observados. As numerosas *conjecturas* que vão aparecer poderão ser levadas em conta e ser objeto de um *debate científico* em sala de aula.

Apresentaremos futuramente exemplo de situações-problema e sua análise *a priori*.

Referências

ALMOULOUD, Saddo Ag. Fundamentos da Didáctica da Matemática. Curitiba: Editora da UFPR, 2007.

CHEVALLARD, YVES. L´analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques.* Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, 1999.v. 19.2, p.221-265.

MARIETTI, Julia. le concept de per et sa réception actuelle en mathematiques et ailleurs. Mémoire de 1re année du master de sciences de l'éducation Université Aix Marseille 1 – Université de Provence Aix Marseille Université Département de Sciences de L`Education, 2009.9in http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Memoire_de_MR2_de_Julia_Marietti_2010_.pdf , acessado em 03/08/2014).

PACHECO, J. A.; FLORES, M. A. Formação e avaliação de professores. Porto, Portugal, Porto editora, 1999.

RÉZEAU, Joseph. Médiatisation et médiation pédagogique dans un environnement multimédia. Le cas de l’apprentissage de l’anglais en Histoire de l’art à l’université. Thèse pour le Doctorat de L`Université Bordeaux 2, 2001.(in http://joseph.rezeau.pagesperso-orange.fr/recherche/thesePDF/acrobat.htm , acessado em 03/08/2014).

SHOWERS, B.; JOYCE, B.; BENNETT, B. Synthesis of research on staff development: a framework for future study and a state-of-the art analysis.
Educacional Leadership. 1987.