



I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

UMA PROPOSTA DE ARTICULAÇÃO DIDÁTICA ENTRE TEORIA E PRÁTICA: NIVELAMENTO DE MATEMÁTICA

Sandra Zen

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil
sandrazen@professor.sp.gov.br

Otávio Yamanaka

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil
otavio.yamanaka@educacao.sp.gov.br

João Vitalino

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil
joao.vitalino@educacao.sp.gov.br

Resumo: O presente estudo constitui-se de uma orientação técnica (OT) aplicada numa ação de formação para os professores coordenadores (PC) das escolas de ensino integral do Estado de São Paulo. Nestas escolas, os coordenadores são denominados Professores Coordenadores Gerais (PCG) e Professores Coordenadores de Área (PCA). O objetivo desta formação continuada foi fornecer subsídios para que esses coordenadores pudessem trabalhar com os professores de Matemática de suas respectivas escolas, de maneira a torná-los preparados para atuar no projeto de nivelamento em Matemática, realizado após a aplicação e a análise de uma avaliação diagnóstica aos alunos, no início de cada semestre. Assim como, contribuir para o aprimoramento do espírito investigador dos PC, ao fazer com que refletissem sobre a articulação didática entre teoria e prática, e que transferissem estas reflexões aos seus professores. Cabe ressaltar que a avaliação diagnóstica envolveu apenas as disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, que nesta avaliação foram identificados os conceitos que precisavam ser aprimorados e que os PC têm como incumbência formar os professores da escola, de maneira que possam refletir sobre as expectativas de aprendizagem a serem aprimoradas nas aulas. Para subsidiar esta ação foi desenvolvido um caso concreto de aplicação da Engenharia Didática, inspirado na obra de Michèle Artigue (1994, 1996).

Palavras-chave: Ensino integral. Nivelamento. Matemática. Engenharia didática.

Engenharia didática

O conceito de Engenharia Didática é atribuído a Michèle Artigue (1994, 1996) e foi criado na área de Didática das Matemáticas, na França, na década de 80. Artigue inspira-se no trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto, se apoia e aceita se submeter a um conhecimento científico para enfrentar os problemas práticos que precisam de soluções.

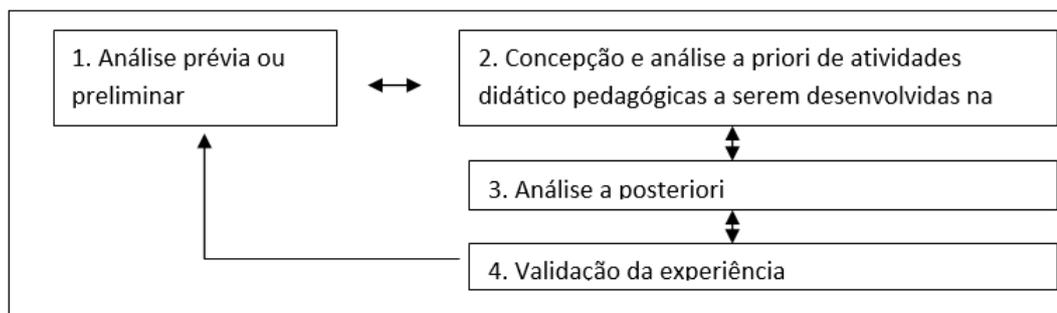
Como método de pesquisa, a Engenharia Didática se diferencia de outros pelo tipo de registro das ações e pela validação. Em geral, em outros métodos de pesquisa, é feita uma

validação externa (confrontação/comparação entre grupos experimentais e grupos de controle), enquanto na engenharia didática se faz uma validação interna que se apoia na confrontação entre a análise a priori e a análise a posteriori.

Segundo Artigue (1990), a Engenharia Didática inclui quatro fases: análise prévia ou preliminar; concepção e análise a priori de atividades didático pedagógicas a serem desenvolvidas na sala de aula de Matemática e respectiva aplicação; análise a posteriori; e validação da experiência. Cada fase pode ser retomada e aprofundada ao longo da pesquisa, em função das necessidades que surgem no processo.

Assim, tem-se o mapa com as quatro fases da Engenharia Didática:

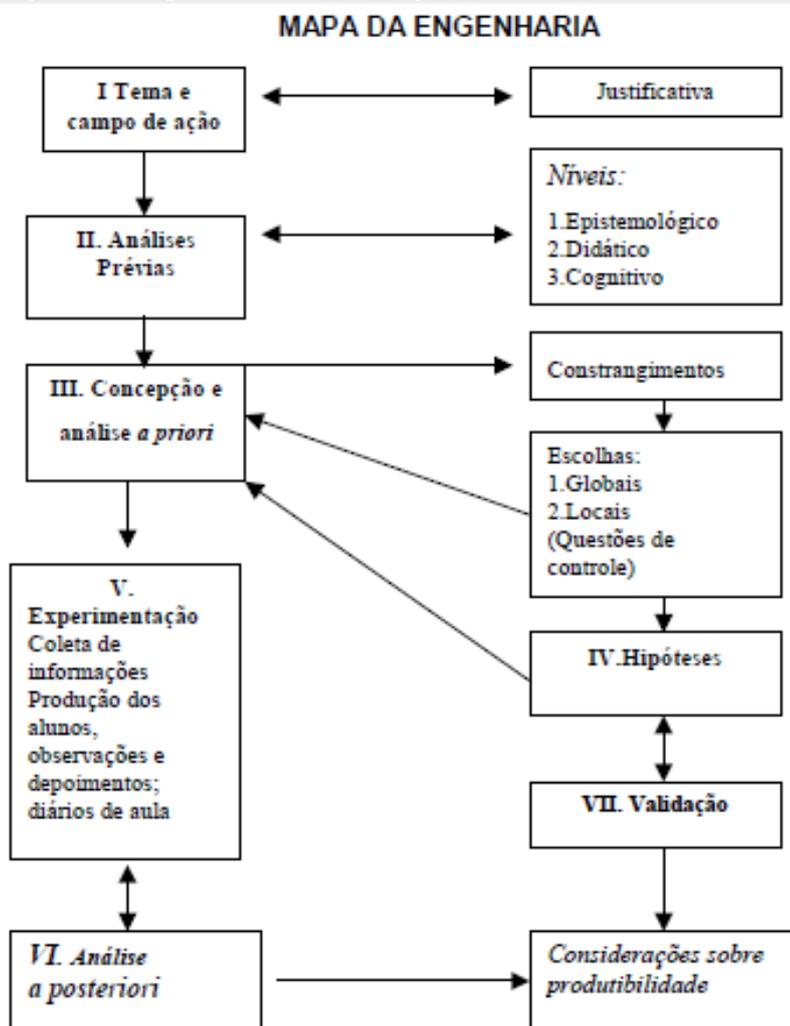
Figura 1: Mapa com as quatro fases da Engenharia Didática



Fonte: autores, 2013

No desenvolvimento deste trabalho vamos delineando caminhos para chegar a um Mapa da Engenharia Didática mais detalhado (Carneiro, 2005), que serviu de base para este trabalho (ver figura 2).

Figura 2: Mapa detalhado da Engenharia Didática



Fonte: Carneiro, 2005

I. O tema específico e o campo de ação

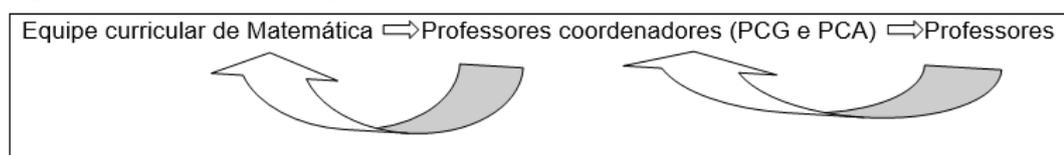
No caso que estamos a relatar, a orientação técnica envolveu quatro membros da equipe Curricular de Matemática da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, quatro membros da equipe do Ensino Integral e 160 professores coordenadores divididos entre os PCG e os PCA.

Os membros da equipe do Ensino Integral se encarregaram da parte burocrática da orientação, como por exemplo a convocação, o lanche, a lista de presença, o efetivo exercício. A equipe Curricular de Matemática ficou encarregada da formação dos PCG e dos PCA, de maneira a subsidiá-los teórica e metodologicamente para formarem os professores das respectivas escolas para atuarem no Nivelamento de Matemática.

Cabe ressaltar que este processo de formação é cíclico, pois o campo de pesquisa para as formações são os acompanhamentos em sala de aula realizados pelos PCG e PCA em suas

respectivas escolas, assim como as avaliações diagnósticas realizadas no início de cada semestre. Neste caso específico, houve uma orientação anterior a essa com a equipe gestora (diretor, vice-diretor e coordenadores) das devidas escolas para que se definisse o que seria mais relevante abordar nesta formação de nivelamento, o que ilustramos a seguir.

Figura 3: Plano de formação



Fonte: autores, 2013

Desta maneira (ver figura 4), definiu-se para esta formação que o tema a ser estudado seria “Matemática para o Planeta Terra”, o eixo “O planeta em risco” com foco no “desperdício de água” e o tema específico o “conceito de proporção”.

Figura 4: Estrutura do tema, eixos e conceito



Fonte: autores, 2013

Como o Nivelamento é feito com base nas disciplinas Português e Matemática, a equipe Curricular de Matemática iniciou uma pesquisa por artigos relacionados à Engenharia Didática, que dessem sugestões interdisciplinares para contemplar e instigar a pesquisa nas demais disciplinas e que apresentassem atividades relacionadas à proporção.

Dentre os vários artigos analisados, optou-se por explorar as atividades de Miyasaki (2007), que envolvem o conceito de proporcionalidade por meio do desperdício de água.

II. Análises prévias

A primeira etapa da Engenharia Didática refere-se às análises prévias, a qual é estruturada com o objetivo de analisar o funcionamento do ensino, propor um estudo teórico metodológico e uma possível intervenção em sala de aula sobre esse ensino. Podemos dizer que essa análise engloba também as concepções e as dificuldades dos alunos, e os obstáculos que marcam a evolução dos conceitos.

Artigue (1996) sugere que essa análise inclua a distinção de três dimensões: dimensão epistemológica, associada às características do saber em jogo; dimensão didática, associada às características do funcionamento do sistema de ensino; e a dimensão cognitiva, associada às características do público ao qual se dirige o ensino.

Nesta formação, interpretamos cada uma dessas dimensões da seguinte forma:

- dimensão epistemológica: utilizamos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1997) e os documentos da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, a saber, O Currículo Oficial de Matemática (2009), o Caderno do Professor (2013) e o Caderno do Aluno (2013).

- dimensão didática: a escolha pelo esquema cíclico da formação, conforme relatado anteriormente (figura 3), que envolve acompanhamentos que são realizados regularmente nas escolas de ensino integral.

- dimensão cognitiva: as análises dos resultados da avaliação diagnóstica que é aplicada no início de cada semestre letivo.

Neste contexto, fez-se a triangulação das informações para elaborar os materiais que foram utilizados na orientação técnica.

III. Concepção e análise a priori da experiência didático pedagógica

Segundo Artigue (1996), a fase da análise a priori comporta uma parte descritiva e uma parte preditiva. É preciso descrever as escolhas efetuadas, definindo variáveis de comando, no âmbito global e no âmbito local cada atividade proposta. Nesse aspecto é preciso prever o que pode acontecer durante a formação (ver o parágrafo sobre nossas hipóteses, página 6).

As primeiras escolhas dizem respeito a variáveis globais, aquelas que se referem à organização global da Engenharia. Neste caso, são elas:

- deixar explícita a necessidade de uma articulação entre a teoria e a prática;

- compreender que a maneira espiralada de abordar os conceitos facilita a aprendizagem do aluno;
- consentir que o aluno seja protagonista da sua aprendizagem;
- introduzir a interdisciplinaridade no plano de aula.

A partir destas escolhas globais, partimos para o planejamento das locais. O plano de ação referente às escolhas locais consiste em uma orientação técnica (OT), que teve como ponto de partida a retomada das questões abordadas numa discussão com a equipe gestora, em que foram definidos os aspectos mais relevantes para serem explorados na formação dos coordenadores. Esta OT foi elaborada para ser desenvolvida em oito horas, que incluem a apresentação do tema; do eixo; do conceito que seria trabalhado; a justificativa das devidas escolhas; e a formação. As seguintes questões foram analisadas:

- Reflita sobre o vídeo relacionado ao Ano Internacional da Matemática do Planeta Terra.¹
- Discuta e relacione o excerto do documentário “Uma Verdade Inconveniente” com a proposta da OT.
- resolva a atividade 1 que consiste na elaboração de estratégias para responder duas questões do questionário 1 que é composto por 10 questões.
- Relacione as 8 questões que não resolveram do questionário 1 com as estratégias que elaboram para responder as duas questões propostas.
- Socialize a atividade 1 e a relação estabelecida entre todas as questões do questionário 1.
- Resolva e socialize os questionários 2 e 3.

IV. Hipótese

As escolhas locais estão articuladas com previsões a respeito do público-alvo. As hipóteses serão comparadas com os resultados finais, contribuindo para a validação da Engenharia Didática. Procuramos explicitar nas setas do Mapa da Engenharia que, cronologicamente, tomar decisões e formular hipóteses são ações simultâneas. Antes do planejamento, as hipóteses estão implícitas e tornam-se explícitas e verbalizadas após o delineamento do planejamento, ou seja, do plano de ação, quando se tem ideia do todo.

Neste caso, apresentamos nossa hipótese:

¹ <http://www.tsf.pt/vida/ciencia-e-tecnologia/interior/ano-internacional-da-matematica-do-planeta-terra-arranca- hoje-3088566.html>, acessado em março de 2013.

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

• Acreditamos que por meio dessa formação continuada os coordenadores - e consequentemente os professores – irão aprimorar suas habilidades em relação à articulação entre teoria e prática, além de perceber a riqueza dos projetos interdisciplinares e possivelmente tornar a disciplina de Matemática mais compreensível aos alunos.

V. Experimentação

Para atender os 160 professores coordenadores (PC), a orientação foi dividida em dois dias, cada dia com 80 PC e uma formação de 8 horas.

Os 80 PC foram divididos em duas salas, em cada sala havia dois formadores da Equipe Curricular de Matemática que dividiram os 40 PC em dez grupos de quatro pessoas cada.

A orientação iniciou-se com uma apresentação da pauta da formação, conforme o consta na figura a seguir:

Figura 5: Pauta

Data: segunda-feira, 27 de maio de 2013 / Terça-feira, 28 de maio de 2013

Tema: ENSINO INTEGRAL

Nivelamento das Expectativas de Aprendizagem

Local: EFAP – Escola de Formação e Aperfeiçoamento de Professores

MANHÃ

- Abertura
- Nivelamento das Expectativas de Aprendizagem – Matemática
- Análise/Discussão/Reflexão.
- 2013 – Ano Internacional da Matemática do Planeta Terra
<http://www.mat.uc.pt/mpt2013/>
- Discussão sobre o tema.
- Café.
- Sequência Didática:
- Excerto do documentário: “Uma Verdade Inconveniente”
- Análise/Discussão/Reflexão.

TARDE

- Atividade 1: Eixo condutor: “Desperdício de Água”
- Atividade 2: Análise preliminar - Questionário 1
- Café.
- Atividade 3: Validação dos Conteúdos - Questionário 2
- Atividade 4: - Institucionalização - Questionário 3 / interação / apresentação das

Fonte: autores, 2013

Na abertura justificamos a relação entre o tema, o eixo, o foco, o conceito matemático escolhido e o resultado das avaliações diagnósticas do primeiro semestre de 2013. Esse resultado influencia o projeto de Nivelamento nas escolas de Ensino Integral, o qual tem como proposta a superação das defasagens apresentadas nas avaliações diagnósticas.

Após essa breve análise com os PC foi explorado um vídeo² com a fala Carlota Simões - coordenadora do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra (MCUC), uma das idealizadoras do projeto Matemática para o Planeta Terra, a qual ressalta que é preciso “*criar diálogo entre cientistas das várias áreas e os matemáticos para encontrar soluções novas*”.

Em seguida, passamos excertos do documentário “Uma Verdade Inconveniente” e as seguintes orientações aos grupos. Cada grupo tem que:

- Identificar os conceitos de Matemática explorados.
- Argumentar sobre o trecho que julga mais relevante.
- Validar ou não os conceitos identificados.
- Apresentar uma síntese que envolva os conceitos explorados no vídeo e os aspectos que estão relacionados com o tema proposto para o estudo, Matemática para o Planeta Terra.

Após a conclusão desta etapa, cada grupo recebeu um texto com duas questões referente ao questionário 1 (anexo A) - de uma sequência de 10 - para que o grupo analisasse as possíveis estratégias de resolução, sendo uma questão aleatória e a 10ª questão da sequência.

Nestas questões, o conhecimento é explorado de maneira espiralada e para resolver a 10ª precisa-se das estratégias das questões anteriores, as quais tem como função refletir sobre o conceito estudado e chegar a uma conceitualização do mesmo.

Por exemplo:

- Duas torneiras estão vazando. Em 5 horas, a primeira torneira despeja 12 litros de água, enquanto, em 3 horas, a segunda 9 litros. Qual delas gera maior desperdício? Explique seu raciocínio. (esta é a 10ª questão da sequência)

- Quantos litros de água você imagina que uma pessoa de hábitos comuns use por dia? (uma questão aleatória)

Após a análise das duas questões, cada grupo apresentou as estratégias que elaboram e a conclusão das relações entre as questões surgiram normalmente durante as socializações. Coube aos formadores fazer uma conclusão geral no final de todas as socializações.

^{2 2} <http://www.tsf.pt/vida/ciencia-e-tecnologia/interior/ano-internacional-da-matematica-do-planeta-terra-arranca-hoje-3088566.html>, acessado em março de 2013.

Na sequência foram distribuídos dois questionários, denominados questionários 2 e 3 (anexos B e C) respectivamente, para que os grupos respondessem e estabelecessem a relação destes questionários com a atividade anterior (questionário 1).

VI. Análise a posteriori e validação

A análise a posteriori foi realizada à luz da análise a priori e da hipótese, ou seja, recorremos a todas as etapas da OT para explorar as informações coletadas e assim contribuir para melhoria dos conhecimentos didáticos que visam a transmissão do saber em jogo.

Dessa maneira, as dimensões epistemológicas, didática e cognitiva se articularam no âmbito global e local, os quais fortaleceram a nossa hipótese.

Nesse contexto, ressaltamos que houve:

- reflexão e articulação entre o vídeo, o documentário e o tema proposto;
- a compreensão da necessidade e da possibilidade de se explorar a interdisciplinaridade no nivelamento;
- superação das expectativas em relação a elaboração das estratégias; 90% dos PC observados elaboraram as estratégias por meio da língua materna, apenas 10% envolveu algoritmo na elaboração da estratégia. Acreditamos que esse fato se deu porque dentre os PC havia professores de língua portuguesa, além dos PC de matemática, e juntos eles conseguiram articular a interdisciplinaridade e predominou a língua materna, ao em vez do algoritmo.
- a compreensão e valorização da espiralidade das questões, para que, o aluno seja protagonista do seu conhecimento;
- valorização da articulação entre teoria e prática.

Essas conclusões validam de fato a nossa hipótese de que, por meio da formação continuada podemos articular a teoria à prática de sala de aula, explorar a interdisciplinaridade e tornar a disciplina de Matemática mais agradável e compreensível.

Referências

ARTIGUE, M.. **Ingénierie didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques**, vol. 9, n°3, pp. 281-307. La Pensée Sauvage, 1990.

_____ Didactical Engineering as a framework for the conception of teaching products. In: BIEHLER, Rolf; SCHOLZ, Roland; STRÄSSER, Rudolf; WINKLEMANN, Bernard. **Didactics of mathematics as a scientific discipline**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994, 470 p.

_____ Engenharia Didática. In: BRUN, Jean. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos, 1996, p.193-217.

CARNEIRO, V. C. G.. **Engenharia Didática: Um Referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática**. ZETETIKÉ, Campinas: v. 13, n. 23, p. 87-119, jan./jun., 2005.

MIYASAKI, D.M. **Modelagem Matemática e Educação Ambiental: Possibilidades para o Ensino Fundamental**, 2007.

ANEXOS

Anexo A: Questionário 1

Anexo B: Questionário 2

Anexo C: Questionário 3

Anexo A: Questionário 1

1) Quantos litros de água você imagina que uma pessoa de hábitos comuns use por dia?

2) Segundo sua estimativa de uso diário por pessoa, qual deverá ser o consumo mundial diário de água em 2050? E o consumo de 50% da população mundial nesse mesmo ano?

3) De acordo com os dados coletados por todas as equipes, qual foi o desperdício aproximado de água em litros por dia de uma torneira pingando?

4) Você acha esse desperdício grande ou pequeno? Por quê?

5) Quantas garrafas do tipo PET (de 2 litros) poderiam encher com a quantidade de água gasta por uma torneira pingando durante um dia?

6) Cite alguns exemplos do que poderia ser feito com essa água.

7) Ao final de um mês, quantos litros de água serão desperdiçados por uma torneira pingando?

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

8) Se a quantidade de meses triplicar, o que vai acontecer com a quantidade de água desperdiçada? E se a quantidade de meses for reduzida a metade?

9) O que ocorre quando há variação da grandeza quantidade de meses em relação à grandeza quantidade de água desperdiçada?

10) Duas torneiras estão vazando. Em 5 horas, a primeira torneira despeja 12 litros de água, enquanto, em 3 horas, a segunda 9 litros. Qual delas gera maior desperdício? Explique seu raciocínio.

Anexo B: Questionário 2

1) Em quais situações observamos que a variação de certa grandeza está relacionada com a variação de outra? Exemplifique sua resposta.

2) Dê exemplos de grandezas proporcionais?

3) O conceito de porcentagem é encontrado em quais atividades do nosso cotidiano?

4) Represente 50% na forma de fração. E na forma de número decimal.

Anexo C: Questionário 3

1) O que você já sabia sobre o assunto proporção?

2) Escreva um pouco sobre o que você aprendeu ao estudar o assunto.

3) Quais as diferenças entre o que você sabia e o que sabe agora?

4) Esse conhecimento adquirido pode ser utilizado em suas atividades diárias?

5) Descreva de que forma você poderia contribuir para que não soframos no futuro com a escassez de água.