
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA FORMAÇÃO CONTINUADA EM BUSCA DA ARTICULAÇÃO DO CONHECIMENTO

Heloisa Bastos (*)
Ma Cecília Aguiar (**)
Angela Almeida (***)

RESUMO: Um grupo de professores de Física, Química, Biologia, Matemática e de Ciências da Educação da Universidade Federal de Pernambuco, da Universidade Federal Rural de Pernambuco e do DERE-Metropolitano Sul da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco planejou e vem realizando um projeto de formação continuada em serviço em Ensino de Ciências e de Matemática, dirigido a professoras de Metodologia de Ensino de Ciências e de Matemática do Curso de 2o Grau-Magistério e professoras das séries iniciais do Ensino do 1o Grau. Trata-se, portanto, de um trabalho de extensão universitária, objetivando a melhoria da qualidade do ensino público fundamental, envolvendo as redes das Secretarias de Educação do Estado e dos municípios de Recife, Cabo e Jaboatão dos Guararapes.

No presente artigo descreveremos, de modo geral, as ações desenvolvidas no decorrer do projeto, explicitando a concepção e estrutura organizacional da formação continuada que adotamos. Tal descrição se fez necessária, para contextualizar o conjunto de atividades de um dos seus módulos (Módulo VI Multidisciplinar - O Meio Ambiente e suas Interrelações), que será descrito e analisado, tendo como referência os pressupostos teórico-metodológicos que permearam a ação dos educadores. A seleção deste módulo se justifica pelo fato do mesmo ter se constituído numa vivência inédita para sua equipe técnica, no que se refere a troca de saberes entre especialistas e a um planejamento coletivo, que buscou articular conhecimentos específicos, favorecendo uma visão holística da realidade.

*) PhD em Ensino de Física pela Universidade de Surrey, Inglaterra - DEAFRPE

**) Mestre em Psicologia Cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco - DMTE/CEAFPE

***) Mestre em Química Orgânica pela Universidade Federal de Pernambuco - DQAFRPE

1 - Introdução

Desde 1991, um grupo de professores do Centro de Educação, dos Departamentos de Matemática e de Química da UFPE, dos Departamentos de Química, de Morfologia e de Educação da UFRPE e do DERE-Metropolitano Sul da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, vem desenvolvendo o projeto "Ciências e Matemática na Formação de Educadores para Escolas de Magistério", o qual integra a Linha de Formação Continuada de outro mais amplo: Projeto de Rede Ciências, Matemática e Educação Ambiental em Pernambuco, apoiado pelo SPEC/PADCT/CAPES.

A opção por uma intervenção nas séries iniciais do ensino fundamental originou-se de uma análise do panorama da situação deste nível de ensino no Estado de Pernambuco, onde ainda persistem altos índices de evasão e de repetência, assim como das solicitações demandadas pelas Secretarias de Educação do Estado e dos municípios de Recife, Cabo e Jaboatão dos Guararapes.

Mobilizado pelo compromisso com a formação de professores, dirigida à melhoria da qualidade do ensino público, e acreditando ser a Universidade um espaço privilegiado para o exercício de tal formação, o grupo idealizou e concretizou diversas ações educacionais nas dependências do Laboratório de Ensino da Matemática do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) e do Centro de Educação da UFPE.

Neste trabalho apresentaremos a forma de organização que adotamos para a formação continuada, incluindo as ações realizadas no seu desenvolvimento. Além disso, descreveremos e analisaremos um conjunto de atividades de um dos módulos do projeto (Módulo VI Multidisciplinar - O Meio Ambiente e suas Interrelações), à luz de seus pressupostos teórico-metodológicos: concepção de formação continuada e princípios norteadores da metodologia.

2 - Pressupostos Teórico-Metodológicos do Projeto

2.1 - Concepção de Formação Continuada

Tendo a vivência do professor como conteúdo de reflexão/teorização/instrumentalização e transformação, a formação continuada em serviço caracteriza-se como investigação coletiva da problemática educacional, que parte da prática, relaciona diferentes saberes e conhecimentos, estabelece conexão

entre fatos isolados, indo além de suas aparências até o descobrimento de suas contradições. Assim, do conhecimento empírico e do senso comum, passa-se aos conceitos científicos, reconstituindo a unidade teoria/prática.

Por buscar o conhecimento no interior da prática, nas relações do homem com a natureza e com os outros homens de forma sistemática, a formação continuada é ação científica e política de reflexão e construção do currículo. Esta formação tem como referência a realidade, na sua complexidade e relações, exigindo do educador novas formas de organização do ensino-aprendizagem, dos conteúdos e dos meios de produção e socialização dos saberes, a serviço da transformação.

2.2 - Princípios Norteadores da Metodologia

Partindo-se de uma concepção de ser humano como sujeito ativo e participativo no seu processo de formação social, enfatiza-se uma compreensão de aprendizagem como construção e produção humana de conhecimento, num processo de interação constante com o meio ambiente (Piaget e Greco, 1974). Esse conhecimento, sujeito a transformações, tem na produção científica a expressão máxima de sua sistematização, extrapolando, assim, o domínio do conhecimento empírico e do senso comum.

A Escola, instituição social responsável pela formação básica do indivíduo, deve, então, assumir o papel de instância superior na introdução do aluno nessa esfera de conhecimento. Nesta perspectiva, o ensino não pode ser entendido apenas como mecanismo de transmissão de informações, mas como meio que garanta a apropriação da informação, a partir de sua compreensão e interpretação. Tais processos levariam o educando a desenvolver a capacidade de selecionar, transferir, reproduzir e criar o conhecimento, podendo ser instrumento de melhoria das condições de sobrevivência individual e coletiva. Desta maneira, a escola viria a contribuir para a transformação da visão de mundo do educando.

Em decorrência dessa compreensão de ser humano, aprendizagem, conhecimento científico e ensino, alguns princípios pedagógicos foram assumidos, ao longo das diversas ações, a nível do processo de formação continuada do educador em serviço:

- partir do conhecimento prévio, através de um processo de reflexão, que permita uma tomada de consciência da estrutura conceitual individual (Kelly, 1955);
- propor situações-problema significativas, visando sempre, a contextualização do conhecimento;

- estimular a observação, a experimentação e o registro (Delizoicov, 1990);
- confrontar formas diversas de resolução de problemas;
- considerar o erro como expressão de atividade construtiva no processo de conhecimento (Carragher, 1982);
- estabelecer relações entre fatos e entre conceitos aparentemente desconectados, usando a apreensão da totalidade da situação;
- descontextualizar o conhecimento, inicialmente atrelado a uma situação concreta, permitindo a universalização do mesmo (Douady, 1989);
- priorizar determinados tipos de conhecimentos em função da necessidade de sua utilização, como forma de garantir a atividade participativa e criativa no mundo.

Tais princípios foram considerados igualmente importantes e articulados, sem aparecerem necessariamente na ordem apresentada, no decorrer das ações.

3 - Desenvolvimento da Formação Continuada

A formação continuada, que vem sendo desenvolvida, tem promovido a capacitação de educadores que atuam na formação do professor e do aluno da 1ª à 4ª série, tais como: coordenador ou assessor pedagógico, professores de metodologia de Matemática e Ciências e professores de 1ª à 4ª série de escolas campo de estágio.

Tal formação busca oferecer oportunidades para a reorganização da estrutura científica e pedagógica desses educadores, em função de uma educação comprometida com a formação de uma consciência crítica.

Reconhecendo a necessidade de garantir uma formação em serviço para o educador, por se compreender ser a vivência do professor o objeto por excelência de reflexão/teorização/instrumentalização e transformação, foi realizada uma formação continuada modulada. Quando optamos por esta forma de organização, consideramos três aspectos:

- o educador se afastaria por um período curto de tempo de suas atividades, preservando o contato com sua realidade educacional;
- os módulos seriam desenvolvidos em horário integral, fora do ambiente de trabalho do participante, permitindo o distanciamento necessário para uma reflexão sobre sua prática pedagógica;
- os intervalos entre os módulos se constituiriam em momentos de retomada das atividades escolares, propiciando, deste modo, a vivência de ciclos de ação/reflexão/ação.

Com o objetivo de esclarecer e definir, para a própria equipe técnica, a concepção de Educação e, conseqüentemente, da formação continuada a ser implementada, foi realizado, durante dois dias (16 horas), um seminário sobre a perspectiva epistemológica construtivista aplicada à Educação. Foram, então, discutidas as teorias de Piaget, Kelly e Vygotsky. Tal Seminário foi preparado antecipadamente por um grupo de estudo, que se reuniu semanalmente, durante o 2º semestre/1991.

As atividades de formação continuada foram organizadas em sete módulos de atividades intensivas, fora do local de trabalho do educador, tendo cada um a duração de uma semana (40 horas).

Voltando à escola, no intervalo entre os módulos, o educador foi acompanhado por monitores universitários (alunos de Licenciatura em Química e do Curso de Pedagogia) que, por sua vez, participaram de encontros semanais com o grupo de professores responsáveis pela formação em questão. Durante esses encontros os monitores traziam elementos do dia-a-dia escolar, através do relato de suas observações, que eram considerados no planejamento dos módulos subseqüentes.

Todos os módulos foram planejados coletivamente, pela equipe multidisciplinar do Projeto: 2 Professores de Ciências da Educação, 1 Professor de Matemática, 1 Professor de Física, 2 Professores de Química, 2 Professores de Biologia. O professor ou a equipe responsável pelo módulo que seria realizado, discutia seu plano de ação com os demais integrantes do grupo, sendo o mesmo reconstruído. Em seguida, este era apresentado na reunião com os monitores, sendo vivenciadas algumas de suas partes, como uma antecipação do módulo.

Foram realizados cinco módulos de atividades intensivas, em 1992, contemplando os seguintes conteúdos:

Módulo I - Princípios Básicos do Processo Ensino-Aprendizagem

Concepção do Professor sobre Conhecimento, Ensino, Aprendizagem e Avaliação;

A Concepção Sócio-Construtivista de Desenvolvimento e Aprendizagem;
Planejamento e Análise de Atividades de Ensino de Ciências e Matemática.

Módulo II - O Ensino da Matemática nas Séries Iniciais

Sistema de Numeração Decimal;
Problemas de Estrutura Aditiva;

Problemas de Estrutura Multiplicativa;
Números Fracionários.

Módulo III - O Ensino de Ciências nas Séries Iniciais: Aspectos Físicos

Energia e Força;
Força e Trabalho;
Trabalho e Movimento.

Módulo IV - O Ensino de Ciências nas Séries Iniciais: Aspectos Químicos

Matéria e Propriedades;
Propriedades e Estrutura;
Estrutura e Transformações.

Módulo V - O Ensino de Ciências nas Séries Iniciais: Aspectos Biológicos

Seres vivos e Reprodução;
Reprodução e Evolução;
Evolução e Preservação.

Depois de explorar os conteúdos acima apresentados, realizamos, em 1993, o Módulo VI Multidisciplinar - O Meio Ambiente e suas Interrelações.

4 - Módulo Multidisciplinar

Neste sexto módulo, pretendemos articular as diversas áreas específicas do conhecimento, trabalhadas separadamente nos módulos anteriores, buscando uma integração no ensino de Ciências e de Matemática. Também voltamos a refletir sobre as concepções dos participantes acerca de aspectos da prática pedagógica, discutidos desde o Módulo I, dando especial destaque à avaliação da aprendizagem.

Durante a semana, foram vivenciadas algumas técnicas de avaliação e analisada a possibilidade de aplicação das mesmas nas séries iniciais do primeiro grau.

Desse modo, este módulo constituiu-se em um passo na busca da unidade, no exercício da formação continuada, não esquecendo, ao mesmo tempo, a profundidade/especificidade dos conteúdos abordados. Por isso, a

denominação de multidisciplinar, pois consideramos que, a partir de um tema central (O Ambiente e suas Interrelações), articulamos conteúdos de Física, Química, Biologia e Matemática, preservando seus objetos de estudo particulares (Machado, 1993).

O conteúdo explorado no módulo, ficou assim organizado:

Módulo VI - O Meio Ambiente e suas Interrelações

Medição de Distâncias no Ambiente;

Elementos Presentes no Ambiente:

Água e Ar, Medição de Volume de Objetos;

Energia no Ambiente: Luz, Calor e Efeito Estufa;

Manutenção do Ambiente: Fotossíntese;

Representações do Grupo sobre Ensino-Aprendizagem e Avaliação;

Planejamento de Aulas em Matemática e Ciências para 1ª à 4ª série.

Para objeto de estudo deste trabalho, escolhemos as atividades realizadas na manhã (4 horas) do primeiro dia do módulo.

4.1 - Medição de Distâncias no Ambiente: Uma Abordagem Didática

1º Momento: Medindo Comprimentos

Todos os participantes foram levados para o estacionamento do CCEN da UFPE. Pediu-se para estimar a largura e o comprimento do mesmo. Todas as respostas individuais apresentadas para o grande grupo foram expressas em metros. Seus valores, porém, foram muito diferentes, variando de 10 a 150 metros, para a dimensão maior.

Em seguida, pediu-se para medir essas dimensões, utilizando o próprio corpo. A maioria utilizou o passo como unidade de comprimento. Uns poucos utilizaram o pé. Os resultados obtidos foram discutidos pelo grande grupo.

Após essa primeira parte, foram distribuídos cordões, cujos comprimentos foram determinados pelos participantes, para serem utilizados na medição das dimensões do estacionamento. Alguns escolheram 1 metro para o comprimento do cordão, outros 3 metros e outros 5 metros. Os resultados obtidos foram anotados.

Finalmente, foram realizadas medições com uma trena de 40 metros de comprimento. Os participantes discutiram todos os resultados obtidos, comparando-os com as estimativas iniciais, levantando questões sobre erros de

medida, adequação dos instrumentos às dimensões a serem medidas, influência do observador e do instrumento na precisão da medida.

O objetivo deste primeiro momento foi levar os professores a perceberem as dificuldades envolvidas na compreensão do conceito de medida e na realização de medições. Entende-se por medição o processo de comparação entre grandezas da mesma espécie, onde uma delas atua como unidade padrão de referência, resultando na obtenção de um número, que é a medida. Dessa forma, a medição é um processo de quantificação e a medida é o resultado desse processo.

Para atingir esse objetivo, partiu-se do confronto entre as diversas estimativas das dimensões de um ambiente, de modo a levar os participantes a perceberem que numa estimativa é necessário utilizar mentalmente um padrão. Além disso, o fato de saber o nome do padrão, ou mesmo tê-lo visto representado concretamente em algumas ocasiões, sem desenvolver uma familiaridade com o mesmo, não garante um conhecimento que permita a sua utilização mental, o que levou a estimativas tão discrepantes. Chamou-se a atenção para a ocorrência dessa mesma dificuldade com os alunos.

Os resultados obtidos, após a realização de medições utilizando o corpo, sem um padrão pré-determinado, evidenciaram, mais uma vez, a necessidade de estabelecer um padrão comum. Além disso, o uso do próprio corpo como instrumento de medida foi sugerido para iniciar um trabalho com as crianças de 1ª à 4ª série, antecedendo a introdução de unidades de medidas formais.

As unidades utilizadas serviram, posteriormente, como exemplos da evolução histórica estudada, através de texto utilizado no 3º momento deste conjunto de atividades.

O objetivo de utilizar-se cordões de tamanhos variados foi levar os participantes a refletirem sobre a adequação do padrão de medida à dimensão do objeto a ser medido.

2º Momento: Relação entre Medidas de Comprimento

Os participantes foram convidados a medirem suas alturas e o comprimento de suas sombras. Os resultados foram anotados e comparados, observando-se que a razão entre estes valores era praticamente constante.

Surgiu então a questão: por que a razão entre a medida da altura e a medida do comprimento da sombra das pessoas (de alturas diferentes) era aproximadamente constante? Além disso, a partir dessa constatação, qual seria a

utilidade de tal informação? Que conhecimentos de Física (raios solares) ou Matemática seriam necessários para responder a essas questões?

Esse segundo momento, além de explorar a observação e o registro, constituiu-se em uma situação problematizadora, conduzindo os participantes a levantarem hipóteses, em função dos seus conhecimentos prévios, a serem confrontadas coletivamente e sistematizadas no 3º momento.

3º Momento: Sistematização dos Conhecimentos

De volta à sala de aula, foi distribuído um texto sobre medidas de comprimento, apresentando o desenvolvimento histórico das medições, de forma a estimular, mais uma vez, o uso de diversas unidades de medida, além das utilizadas usualmente, como o metro, centímetro, etc.

Nesta ocasião, o capacitador orientou a sistematização dos conhecimentos trabalhados no primeiro momento, envolvendo os conceitos de medição, medida e unidade de medida. Em seguida, analisou as atividades vivenciadas nos momentos anteriores, explicitando para os participantes os objetivos programados pela equipe técnica, numa perspectiva do trabalho a ser realizado nas salas de aula das séries iniciais.

Após esgotar a discussão, pediu-se aos participantes que representassem, através de desenhos, a formação da sombra. Já havia sido observado, durante a realização das medições no estacionamento, que parecia existir uma razão constante entre a altura e a sombra das pessoas, porque os valores obtidos para esta razão variavam num intervalo pequeno (2,9 a 3,1). Por indução, os participantes concluíram que esta razão poderia ser considerada constante e igual a 3. A variação entre os seus valores foi justificada pela imprecisão que sempre ocorre na realização de medições.

A aceitação da relação constante entre as medidas da altura e do comprimento da sombra, gerou um momento de desequilíbrio, devido à impossibilidade de explicar tal regularidade com base nos desenhos apresentados. O capacitador sugeriu, então, a possibilidade dos raios solares serem representados como paralelos. Novos desenhos foram construídos e, finalmente, concluiu-se que a razão constante só seria possível, levando em conta tal paralelismo. Dessa forma, seria possível deduzir, a partir do paralelismo dos raios solares, a existência de uma razão constante entre altura da pessoa e comprimento de sua sombra.

Nessa análise, utilizou-se dois tipos de raciocínio, frequentemente empregados na construção do conhecimento científico: a indução e a dedução.

Considerar os raios solares como paralelos, gerou a dificuldade de

compreender a ordem de grandeza da distância entre o Sol e a Terra, visto que os participantes estavam familiarizados com a afirmativa "paralelas se encontram no infinito". Isto implicava em considerar o Sol a uma distância infinita da Terra. Tal suposição levou à discussão do conceito de distância infinita e à consideração da relatividade deste conceito, dependendo das dimensões do sistema que está sendo analisado. Dessa forma, uma distância desprezível no sistema solar, poderia ser considerada infinita num sistema atômico.

A partir dessa discussão, surgiu a necessidade de utilizar uma nova unidade de comprimento, que fosse adequada às dimensões do sistema solar. Foi, então, introduzido o conceito de ano-luz. Os participantes também questionaram como os raios solares chegam à superfície da Terra. Esta questão foi utilizada pelo capacitador para introduzir informações sobre a inclinação da Terra em relação ao Sol, o movimento da Terra em torno do Sol e as estações do ano. Para facilitar a compreensão dessas informações, foi feita uma simulação do movimento da Terra, utilizando um globo e uma lâmpada. Os participantes foram convidados a manipular o material, de modo a demonstrar as idéias que eles apresentavam oralmente.

5 - Conclusões

Consideramos que a abordagem metodológica utilizada na formação continuada, orientada pelos pressupostos apresentados neste trabalho, representou uma experiência inovadora e significativa, tanto para a equipe técnica do projeto, como para os educadores que vivenciaram este processo. No caso da equipe técnica, esta vivência possibilitou uma troca de saberes e experiências entre especialistas, favorecendo uma visão holística da realidade. Quanto aos educadores, a oportunidade de experimentar de forma pessoal e analisar de forma sistemática, dificuldades análogas às encontradas por seus alunos durante o processo de ensino-aprendizagem, favorece a capacidade dos mesmos para desenvolver novas metodologias, conduzindo a uma melhoria de suas práticas pedagógicas.

Informamos, ainda, que o projeto continua em andamento, estando prevista a realização do seu último módulo para o mês de agosto de 1994.

6 - Referências Bibliográficas

CARRAHER, Terezinha N. O método clínico e os exames piagetianos. Recife, Editora Universitária da UFPE/MEC, 1982.

- DELIZOICOV, Demétrio e ANGOTTI, José A. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo, Cortez, 1990.
- DOUADY, Régine Jeux de cadres et dialectique outil-object. Recherches en Didactiques des Mathématiques, vol. 7, no. 2, 1989.
- KELLY, George A. The psychology of personal constructs. Vols. 1 e 2, New York, Norton, 1955.
- MACHADO, Nilson J. Interdisciplinaridade e matemática. Pro-posições, vol. 4, no. 1 [10], pp. 24-41, 1993.
- PIAGET, Jean e GRECO, P. Aprendizagem e conhecimento. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, 1974.

7 - Equipe Técnica do Projeto

- Ma Cecília Aguiar (Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino/CE/UFPE - Coordenadora)
- Angela Almeida (Departamento de Química/UFRPE)
- Heloísa Bastos - (Departamento de Educação/UFRPE)
- Arnaldo Carvalho (Departamento de Química Fundamental/UFPE)
- Lícia Maia (Departamento de Psicologia e Orientação Educacionais/CE/UFPE)
- Lúcia Andrade (Secretaria de Educação/PE)
- Marcos Souto (Departamento de Morfologia/UFRPE)
- Paulo Figueiredo (Departamento de Matemática/UFPE).