

## UTILIZANDO O MONITORAMENTO AMBIENTAL PARA O ENSINO DA QUÍMICA. PEDAGOGIA DE PROJETO

Helvécio Costa Menezes\*

Departamento de Ciências Exatas, Universidade do Estado de Minas Gerais, CP 136, 35500-970 Divinópolis - MG

Ariane Garrocho de Faria

Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Minas Gerais, CP 136, 35500-970 Divinópolis - MG

Recebido em 19/3/02; aceito em 26/8/02

UTILIZING THE ENVIRONMENTAL MONITORING TO THE TEACHING OF CHEMISTRY. THE PEDAGOGY OF PROJECT. The article shows how the monitoring of the water quality can be utilized in an inter-disciplinary pedagogical project involving Analytical Chemistry, Biochemistry and Microbiology making the apprenticeship more dynamic and consolidating the link between the student and the community.

Keywords: Chemistry; Environment and Pedagogy of Projects.

### INTRODUÇÃO

Os cursos de graduação têm recebido cada vez mais alunos com deficiências na sua formação escolar, devido a fatores tais como problemas sócio-econômicos, formação inadequada dos professores e falta de material didático. Além disso, o próprio sistema de ensino estruturado em disciplinas isoladas, impossibilita o educando de perceber as conexões existentes entre os conteúdos, o que acaba aumentando o desinteresse e a apatia. Portanto surge a questão: como criar condições para um aprendizado mais significativo e menos abstrato? O trabalho com projetos é uma alternativa que vem possibilitando a criação dessas condições<sup>1,2</sup>, pois envolve o grupo em atividades intencionais, realizadas voluntariamente para execução de um plano, provocando adaptações individuais e sociais<sup>3</sup>.

As primeiras idéias que contribuíram para o trabalho com projetos surgiram na década de 20, com o filósofo americano John Dewey. Sua proposta visava aproximar a escola da vida diária, e sustentava que o aprendizado deveria se iniciar a partir de um problema vinculado ao mundo exterior à escola<sup>4</sup>.

A partir da segunda metade dos anos 60, surge um novo enfoque ao trabalho com projetos. Bruner<sup>5</sup>, reconhecendo a importância do desenvolvimento conceitual, propôs a noção de conceito-chave, metáfora utilizada para designar os eixos conceituais que facilitariam a compreensão das disciplinas. Essa abordagem situa o trabalho com projetos dentro de uma visão interdisciplinar, na qual os conceitos-chave de cada disciplina são vinculados a um tema a ser desenvolvido. A partir dessas idéias iniciais, Bruner propôs também o Currículo em Espiral que consiste em sucessivas abordagens das idéias-chave pelos alunos, sempre em ordem crescente de complexidade. Os professores devem ensinar principalmente conceitos e estratégias.

Na década de 80 a educação é fortemente influenciada principalmente pela forma de entender o processo de ensino-aprendizagem e pelas novas tecnologias da informação, que modificaram as concepções sobre o conhecimento e o saber. Além disso, a crescente urgência de contextualização da aprendizagem e a noção de inteligências múltiplas de Gardner<sup>6</sup> criaram a necessidade de reconfigurar o conteúdo das disciplinas em várias linguagens, tais como verbal, escrita, gráfica e audiovisual. A aprendizagem passa a ser encarada como um proces-

so complexo centrado na evolução do próprio conhecimento.

Na década de 90 os projetos de trabalho convidam a escola a repensar sua natureza através de uma organização mais complexa, de uma maior compreensão das disciplinas e dos temas trabalhados, tornando-se o professor cada vez mais um orientador. Desta forma, os estudantes adquirem capacidades, tais como autodireção, invenção, problematização, síntese, tomada de decisões e comunicação.

Na atualidade, a pesquisa sobre a compreensão realizada pela Psicologia cognitiva procura conhecer o processo de construção simbólica relacionado às funções mentais superiores. Sob a perspectiva da compreensão, a aprendizagem é um processo de construção de significado que está além da situação concreta. Saber acessar, analisar e interpretar a informação é de fundamental importância para o indivíduo contemporâneo, tornando-se a escola a facilitadora de um processo que jamais termina, uma vez que as informações mais complexas vão sendo acessadas, novos significados surgem, levando a formas mais elaboradas de conhecimento. Entre a informação e o conhecimento há um caminho que pode ser percorrido de diversas maneiras, mas os percursos mais relevantes são aqueles que levam em consideração a consciência do indivíduo e sua reflexão sobre a própria experiência de aprender<sup>7</sup>.

O trabalho com projetos apresenta algumas características peculiares, tais como<sup>8</sup> :

- cooperação: o professor renuncia da sua atitude de especialista e passa a cooperar com os alunos em um processo de pesquisa problematizando a partir das circunstâncias específicas, dos questionamentos e conflitos. O aprendizado não ocorre de forma unidirecional; há diferentes maneiras, caminhos alternativos, conexões diversificadas, que enriquecem o aprendizado do indivíduo e do grupo;
- o currículo como referência: as disciplinas servem como ponto de contraste e não como guia, freio ou limite do processo de aprendizagem. O desenvolvimento de um projeto apresenta caminhos próprios e não pode estar amarrado a um currículo oficial;
- todos podem aprender: ao enfrentar a complexidade e a diversidade o projeto faz com que os alunos possam contribuir de muitas maneiras, ocorre então uma expansão do conhecimento em que cada um tem um papel a desempenhar;
- diversidade de habilidades: trabalha-se não só habilidades cognitivas, mas também aquelas relacionadas às atividades artesanais e manuais.

\*e-mail: helveciomenezes@hotmail.com

Essas características nortearam a tarefa de criar as condições necessárias para um aprendizado mais significativo em Química, de modo a despertar o interesse dos alunos confrontando-os com os problemas concretos da comunidade, criando oportunidades para planejar, negociar, cooperar e, principalmente, comprometendo-os na construção do conhecimento e da cidadania<sup>9</sup>. Para isso desenvolveu-se um projeto para avaliar a qualidade da água do rio Itapecerica no município de Divinópolis-MG. Foram então selecionados alguns limites através dos seguintes objetivos específicos:

- aplicar e desenvolver metodologias para amostragens e análises físico-químicas e biológicas de águas superficiais;
- criar um banco de dados com os resultados obtidos, tornando-o disponível para toda a comunidade via internet;
- discutir as políticas atuais para o meio ambiente no município.

Inicialmente o trabalho foi elaborado somente com os alunos do curso de Engenharia Civil – ênfase em meio ambiente, na disciplina de Química Analítica, posteriormente surgiu a necessidade de se envolver os alunos dos cursos de Biologia e Enfermagem, nas disciplinas Bioquímica e Microbiologia.

## PARTE EXPERIMENTAL

Através de discussão realizada com os alunos, o tema Meio Ambiente foi escolhido devido à sua relevância para a vida cotidiana, à atualidade do assunto e à sua relação com as diversas áreas do conhecimento. Assim, o título do projeto foi definido como “Qualidade da água no município de Divinópolis - MG”.

Em seguida os alunos foram divididos em grupos de cinco componentes, escolhidos livremente entre eles, e orientados acerca das qualidades que caracterizam um grupo eficiente, bem como no estabelecimento das principais diferenças entre decisão individual e grupal<sup>10</sup>. Os grupos assim formados sob a orientação dos professores, selecionaram os parâmetros a serem medidos e a metodologia apropriada. Para isso, cada grupo ficou responsável pela tradução de um método analítico do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*<sup>11</sup>.

### Coleta das amostras

Foram escolhidos sete pontos de coleta de amostras ao longo do curso do Rio Itapecerica. Esses pontos foram identificados através de coordenadas GPS, e distribuídos entre os grupos de trabalho. As amostras foram coletadas, 24 h antes das determinações, em frascos apropriados e conduzidas ao laboratório. Durante as amostragens observou-se a temperatura, o aspecto e o odor da água coletada.

Para contagem de coliformes totais nas aulas de microbiologia, os alunos coletaram amostras, resfriando-as com espaço inferior a 24 h das inoculações, nos mesmos pontos previamente determinados<sup>12-14</sup>.

## Determinações experimentais na água

A Tabela 1 mostra as determinações que foram efetuadas, os métodos utilizados e a forma de expressão dos resultados. Os ensaios foram realizados em duplicata e os resultados dados como média aritmética.

Ao final do semestre, os alunos avaliaram a qualidade da água do rio, confrontando os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente<sup>15</sup>.

### Avaliação da produção dos alunos

O processo foi coordenado considerando a valorização das diferentes potencialidades e aptidões dos alunos, a adequação do conteúdo da disciplina à proposta do trabalho e a formação de uma visão global da realidade a partir das múltiplas contribuições.

A avaliação foi feita em cada turma, ao final do período, com a participação efetiva dos alunos, uma vez que eles foram co-responsáveis no empreendimento. Tendo como parâmetro os objetivos propostos, cada aluno preencheu uma ficha para avaliar o seu próprio desempenho e dos outros componentes do seu grupo, emitindo conceitos: muito fraco, fraco, regular, bom e muito bom. Para quantificação foram atribuídos a estes conceitos os valores 1, 2, 3, 4 e 5 créditos, respectivamente. Calculou-se a média aritmética para cada aluno, levando-se em consideração os créditos da auto-avaliação e os créditos atribuídos pelos demais componentes do grupo. A nota final foi dada pela soma da média obtida nesta avaliação com os pontos obtidos no relatório final, com peso de 50% cada um, totalizando 30 créditos. Os 70 créditos restantes foram distribuídos em avaliações escritas. Nos 30 créditos distribuídos para o projeto, 90% dos alunos alcançaram rendimento acima de 60%, enquanto que nos 70 créditos distribuídos em avaliações escritas, 65% dos alunos ficaram com rendimento acima de 60%.

## RESULTADOS

Um aspecto importante do tema escolhido é que os conceitos e métodos analíticos usualmente trabalhados de maneira fragmentada, como unidades das disciplinas, passaram a ser naturalmente necessários ao andamento do projeto, contextualizando dessa forma o conhecimento.

Um segundo ponto a ressaltar é a integração da instituição de ensino com a comunidade. Com os resultados obtidos os alunos criaram uma página no “site” da instituição<sup>16</sup>, contendo um croqui da cidade mostrando o percurso do rio, os pontos de amostragem indicados na Figura 1, os resultados das análises, o significado de cada um dos parâmetros medidos e a legislação brasileira em vigor relacionada aos recursos hídricos. A Tabela 2 mostra os resultados encontrados para cada um dos pontos de amostragem, calculados como média aritmética das análises efetuadas em duplicata. No diagnósti-

**Tabela 1.** Determinações realizadas nas amostras de água, metodologia e expressão dos resultados

Determinação	Método	Resultado
pH	potenciométrico	-
Condutividade	condutimétrico	µS/cm
Sólidos	cone de Imhoff	mg/L
Alcalinidade	titulometria de neutralização	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Cloretos	titulometria de precipitação	mg Cl/L
Dureza Total (DT)	titulometria de complexação	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	titulometria de redox	mg O <sub>2</sub> /L
Oxigênio Dissolvido (OD)	titulometria de redox	mg O <sub>2</sub> /L
Coliformes Totais (CT)	EMB/teague à 35 °C por 24 h	UFC/100 mL



co final, os parâmetros físico-químicos analisados foram considerados abaixo dos limites permitidos; todavia, a análise microbiológica indicou alta contagem de coliformes, evidenciada pela contaminação do curso d'água com esgoto doméstico.

Foram também criados espaços para debates sobre meio ambiente dentro e fora da instituição através de painéis, grupos de discussão e ICQ – “I Seek You”. Um relatório final com todos os dados forneceu subsídios técnicos necessários à elaboração da Agenda 21 municipal, na câmara de recursos hídricos.

O conhecimento da Química, ao ser inserido no contexto ambiental como instrumento, tornou-se necessário ao desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Com este projeto, a compreensão dos conceitos fundamentais de Química deixou de ser uma tarefa árdua e sem sentido, pois, à medida que os alunos iniciaram o trabalho de campo realizando as atividades de observação, medição e avaliação da realidade concreta ligada ao meio ambiente, sentiram a necessidade de estabelecer conexões com a teoria paralelamente exposta nas aulas teóricas. Esta necessidade foi expressa através de questionamentos verbais no decorrer das aulas, e amplamente discutidos em classe.

## CONCLUSÃO

Para minimizar as dificuldades inerentes ao ensino de Química, idealizou-se um projeto envolvendo o monitoramento ambiental, correlacionando os fundamentos de Química Analítica e Bioquímica com o entendimento contextualizado sobre o meio ambiente.

A utilização da pedagogia de projetos criou uma situação de complementaridade muito favorável ao aprendizado significativo, além de gerar ambientes propícios à colaboração e cooperação. A observação da realidade concreta gerou a necessidade de buscar conhecimento técnico para respaldá-la e criar instrumentos de diag-

nóstico e ação. O ensino da Química foi apresentando com base na vida diária, presente na inter-relação entre os seres.

Outra faceta importante foi a inserção dos alunos nos problemas ambientais da comunidade, democratizando o conhecimento desenvolvido na instituição de ensino, provocando interação, e fornecendo informações relevantes para a elaboração da Agenda 21 municipal.

## REFERÊNCIAS

1. Cândido, S. S. A.; *Resumos do 28º Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Ouro Preto, Brasil, 2000.
2. Lira, H. L.; Neves, G. A. ; Lira, W. S.; *Resumos do 28º Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Ouro Preto, Brasil, 2000.
3. Bordenave, J. D.; Pereira, A. M.; *Estratégias de Ensino-Aprendizagem*, 20ª ed., Vozes: Petrópolis, 1999.
4. Dewey, J.; *Vida e Educação*, 10ª ed., Melhoramentos: São Paulo, 1978.
5. Bruner, J. S.; *Nova Teoria de Aprendizagem*, 2ª ed., Bloch: Rio de Janeiro, 1973.
6. Gardner, H.; *Estrutura da Mente: a Teoria das Inteligências Múltiplas*, ArtMed: Porto Alegre, 1994.
7. Hernández, F.; *Transgressão e Mudança na Educação: os Projetos de Trabalho*, ArtMed: Porto Alegre, 1998.
8. Hernandez, F.; Ventura, M.; *A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho: o Conhecimento é um Caleidoscópio*, 5ª ed., ArtMed: Porto Alegre, 1998.
9. Perrenoud, P.; *Pedagogia Diferenciada: das Intenções à Ação*, ArtMed: Porto Alegre, 2000.
10. Fritzen, S. J.; *Exercícios Práticos de Dinâmicas de Grupo e de Relações Humanas*, 3ª ed., Vozes: Petrópolis, 1978.
11. American Public Health Association; *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20ª ed., Washington, 1998.
12. Mccarthy, J. A.; *Am. J. Public Health* **1957**, 47, 971.
13. Haas, C. N.; *Water Res.* **1996**, 30, 1036.
14. Archambault, J. J. C.; Mccrady, M. H.; *Am. J. Public Health* **1977**, 27, 809.
15. Ministério do Meio Ambiente, Resolução CONAMA 020, 1986.
16. <http://www.divinopolis.uemg.br/funedi/quimica/>, acessada em Fevereiro 2002.