

## **ANÁLISE CRÍTICA DAS ESTRATÉGIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA A DISCIPLINA PMI-2796 – MINERALOGIA APLICADA À TECNOLOGIA MINERAL**

**Daniel Uliana** – [daniel@lct.poli.usp.br](mailto:daniel@lct.poli.usp.br)

Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da USP  
Av. Prof. Mello Moraes, 2373  
Cep 05508-030 - São Paulo - SP - Brasil

**Resumo:** *O presente trabalho objetiva analisar, de forma crítica, as estratégias de ensino adotadas para a disciplina de graduação PMI-2796 Mineralogia Aplicada à Tecnologia Mineral, ministrada pelo Prof. Dr. Henrique Kahn no Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da USP. Foram analisados tanto o planejamento e a execução da disciplina quanto às formas de avaliação e grau de aprendizagem dos alunos segundo as estratégias de ensino empregadas. São apresentados e discutidos o conteúdo e o plano da disciplina apresentados aos alunos, além de um questionário fornecido a eles para avaliação da disciplina e também auto avaliação de seu desempenho. Dessa maneira pôde-se avaliar se os objetivos propostos foram atingidos, além de identificar eventuais deficiências e sugerir possíveis melhorias para aprimoramento do processo ensino-aprendizagem.*

**Palavras-chave:** *Estratégia de ensino, Ensino em engenharia, Tecnologia de ensino, Ensino-aprendizagem*

### **1. INTRODUÇÃO**

Definem-se estratégias de ensino como o conjunto de atividades didáticas selecionadas e organizadas pelo professor, as quais servirão como suporte para que os objetivos da aula sejam alcançados (Kuri e Giorgett, 1994; *apud* Marcheti 2001).

A estratégia mais utilizada nos cursos de graduação, segundo Abreu e Masetto (1990) e Marcheti (*op. cit.*) é a aula expositiva, a qual desenvolve no aluno a habilidade de aprender através da audição e da visão, embora não desenvolva outras habilidades como por exemplo comunicar-se, trabalhar em grupo e resolver problemas.

Neste trabalho é apresentado o planejamento da disciplina PMI-2796 – Mineralogia Aplicada à Tecnologia Mineral, discutindo-se as estratégias de ensino adotadas, com apoio da avaliação efetuada pelos próprios alunos, e traçando-se índices de desempenho para os principais aspectos estudados.

### **2. APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA**

A disciplina PMI-2796 – Mineralogia Aplicada à Tecnologia Mineral, ministrada pelo Prof. Dr. Henrique Kahn no Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

da Escola Politécnica da USP, busca apresentar aos alunos do curso de Geologia da USP, uma visão geral sobre a caracterização tecnológica de minérios e matérias primas minerais, que atua como interface entre a Geologia e a Engenharia de Minas, servindo como ferramenta primordial desde a pesquisa mineral até o aproveitamento de bens minerais.

A disciplina em questão encontra-se ativa desde 2001 e é oferecida como disciplina optativa de 4 créditos aos alunos de graduação do curso de Geologia, contando com 20 vagas em período semestral, com carga horária total de 60 horas, sendo 4 horas semanais que englobam aulas teóricas e práticas.

### **3. PLANEJAMENTO DA DISCIPLINA**

O planejamento da disciplina PMI-2796 é exposto a seguir com base em material disponibilizado pelo professor e através do sistema Júpiter Web (USP, 2013).

#### **1. Objetivos**

O objetivo principal da disciplina é discutir com os alunos e também familiarizá-los com as técnicas e metodologias de mineralogia aplicada e caracterização de matérias primas minerais para fins práticos de aproveitamento econômico, atendendo às exigências da tecnologia mineral.

#### **2. Conteúdo**

O conteúdo programático da disciplina é disponibilizado para os alunos e interessados no sistema Júpiter Web e contempla os seguintes temas:

- Noções de um empreendimento mineiro;
- Fundamentos dos processos de beneficiamento e transformação mineral, cominuição e classificação, concentração gravítica, flotação, separação magnética e eletrostática e processos químicos e metalúrgicos;
- Conceituação de caracterização e interfaces com a Engenharia Mineral;
- Classificação de minérios;
- Análise textural;
- Cominuição;
- Amostragem primária;
- Procedimentos e técnicas de amostragem secundária;
- Análise granulométrica e representação de tamanho de materiais particulados;
- Separações minerais;
- Técnicas de microscopia aplicada - análise modal e grau de liberação;
- Técnicas instrumentais de análises mineralógicas (difração, SEM, termo-análise e FTIR);
- Técnicas instrumentais de análises químicas (fluorescência de raios X, absorção atômica, IC P-OES);
- Balanços de massa e metalúrgico;
- Análise e interpretação de resultados;
- Variabilidade dos depósitos naturais e tipologia do minério;
- Análise dos processos de separação mineral: curvas de separabilidade.

### 3. Programa de aulas

O sumário do planejamento das aulas, fornecido aos alunos já no primeiro dia de aula, é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Sumário do planejamento das aulas

Aula	Conteúdo
1	Introdução à tecnologia mineral Exercícios de estequiometria
2	Conceituação de caracterização tecnológica Exercícios de estequiometria
3	Amostragem e representatividade de amostra Exercício de balanço de massa
4	Análise textural. Amostragem em laboratório e cominuição - procedimentos e técnicas Prática: análise textural, britagem, amostragem e cominuição (rolos)
5	Prática amostragem; granulometria - peneiramento úmido e demonstração de Malvern
6	Determinação de tamanho de partículas - técnicas e formas de representação de resultados Exercício: representação de resultados
7	Separações Minerais - meio denso Prática meio denso
8	Separações minerais - separação magnética e outros Prática Frantz + lupa
9	Fundamentos de estereologia Exercício: análise modal
10	Prática análise modal de minerais pesados
11	Grau de liberação Exercícios grau de liberação
12	Exercícios grau de liberação Exercício de difração
13	Prática de grau de liberação
14	Microscopia eletrônica de varredura e microanálise Demo: MEV e análise de imagens
15	Análise dos processos de separações minerais Exercício de separabilidade
16	Prova

### 4. Estratégias de ensino

As aulas são divididas entre teóricas e práticas. As aulas teóricas são tipicamente expositivas, através de apresentações em Powerpoint. A teoria é complementada com exemplos de problemas reais e estudos de caso, além da apresentação de animações e vídeos. Exercícios em sala são aplicados para fixar o tema de cada aula.

A cada aula é também solicitada a resolução de uma lista de exercícios relacionada ao tema estudado e sempre encadeada com a aula anterior, de modo a estimular o raciocínio e desenvolver um contínuo aprendizado. Este talvez seja o ponto forte da disciplina

O professor disponibiliza o conteúdo de cada aula previamente, através de sistema de compartilhamento de arquivos como o Dropbox, para que o aluno possa se

familiarizar e imprimir o material para eventuais anotações durante a aula. Também são disponibilizados materiais complementares como artigos científicos da atualidade e apostilas das técnicas analíticas estudadas em sala de aula e nos laboratórios.

As aulas em laboratórios compreendem desde visitas monitoradas às principais ferramentas analíticas vistas em aula, como também práticas em equipamentos de amostragem, preparação de amostras e separações minerais, amplamente utilizados em projetos de caracterização tecnológica.

## **5. Critério de avaliação**

As formas de avaliação de aprendizagem do aluno empregadas pelo professor consistem de aplicação de uma prova final com consulta e da entrega de trabalhos, que consistem da resolução de listas de exercícios entregues a cada aula.

O critério de avaliação para a disciplina PMI-2796 consiste da seguinte equação:

$$A = \frac{(2P + T)}{3}$$

onde:

A = avaliação final

P = nota da prova

T = média das notas dos trabalhos

A norma de recuperação consiste da aplicação de prova escrita na primeira semana do semestre subsequente.

## **6. Bibliografia**

A bibliografia recomendada consiste de trabalhos clássicos sobre o tema central da disciplina, que é a caracterização tecnológica, enquanto que a bibliografia suplementar sugerida contempla inúmeros trabalhos sobre as diversas ferramentas e técnicas analíticas empregadas a esta finalidade. Artigos científicos recentes são também sugeridos como leitura complementar ao material das aulas.

## **4. AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA**

A avaliação da disciplina PMI-2796 foi realizada a partir de um questionário fornecido aos alunos, cujas respostas foram analisadas com objetivo de fornecer condições para traçar um diagnóstico dos aspectos mais relevantes.

### **1. Questionário de avaliação**

As questões de avaliação fornecidas aos alunos (Tabela 2) seguiram o modelo do questionário elaborado pela Pró-Reitoria de Ensino da Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2002).

Tabela 1 – Questionário de avaliação da disciplina

<b>OBJETIVO</b>	
1	Conheço os objetivos do meu curso?
2	Os objetivos da disciplina foram apresentados pelo professor?
3	Os objetivos da disciplina são coerentes com os objetivos do meu curso?
4	Percebi a importância da disciplina para minha formação profissional
5	Os objetivos da disciplina estão sendo alcançados?
<b>CONTEÚDO</b>	
6	O conteúdo abordado na disciplina é adequado aos objetivos do curso?
7	A organização dada aos conteúdos da disciplina facilita a sua compreensão?
<b>DINÂMICA DA DISCIPLINA</b>	
8	O plano de ensino (objetivos, conteúdo, metodologia, instrumentos e critérios de avaliação e bibliografia) foi apresentado aos alunos?
9	A metodologia utilizada na disciplina favoreceu a aprendizagem?
10	O conteúdo da disciplina está sendo cumprido?
<b>AValiação DA APRENDIZAGEM</b>	
11	Os instrumentos de avaliação da aprendizagem utilizados na disciplina avaliam o meu conhecimento da matéria?
12	A avaliação da aprendizagem é coerente com os objetivos propostos?
13	A avaliação da aprendizagem, na disciplina, é compatível com o seu conteúdo?
14	Há reorientação sobre os erros cometidos na avaliação da aprendizagem?
<b>O PROFESSOR</b>	
15	A pontualidade (cumprimento do horário) e, ou assiduidade (comparecimento) são características do professor da disciplina?
16	O relacionamento, em classe, estabelecido entre professor e aluno, favorece o processo Ensino-Aprendizagem?
17	Na disciplina, tenho sido incentivado a participar, discutir e expressar minhas ideias?
18	Tenho sido estimulado a formar juízo crítico perante as situações abordadas?
19	O professor transmite o conteúdo da disciplina com clareza e objetividade?
20	O professor demonstra domínio do conteúdo da disciplina e segurança em sua apresentação?
<b>AUTO AVALIAÇÃO</b>	
21	Estudo e faço as atividades (trabalhos, leitura, etc.) exigidas na disciplina?
22	Ao iniciar a disciplina eu possuía a formação básica necessária para alcançar um bom desempenho?
23	Tenho apresentado bom desempenho na disciplina?
24	Sou assíduo e pontual às aulas?
25	Procuro estabelecer relação entre o conteúdo abordado na disciplina e outros conteúdos ou fatos já conhecidos?
<b>AULAS PRÁTICAS</b>	
26	Tenho sido orientado no desenvolvimento das aulas práticas?
27	O material usado nas aulas práticas é suficiente, permitindo a todos os alunos a sua utilização?
28	As condições físicas disponíveis são adequadas para a realização das aulas práticas?
29	Sou incentivado a discutir os resultados e as conclusões das aulas práticas?
30	Há, na disciplina, estabelecimento de relação entre as aulas teóricas e práticas?

**Escala de valores:** 0 – Sem condições de responder; 1 – Não; 2 – Sim, poucas vezes; 3 – Sim, na metade das vezes; 4 – Sim, na maioria das vezes; 5 – Sim, plenamente

## 2. Resultados da avaliação

Os resultados obtidos através da pesquisa de avaliação dos alunos em relação à disciplina são apresentados na Figura 1.

De maneira geral, a qualidade de planejamento e execução da disciplina, segundo os aspectos avaliados, apresenta-se bastante satisfatória.

Dois pontos que merecem maior atenção são, segundo a opinião dos alunos, a metodologia utilizada na disciplina e a reorientação sobre erros cometidos na reavaliação da aprendizagem.

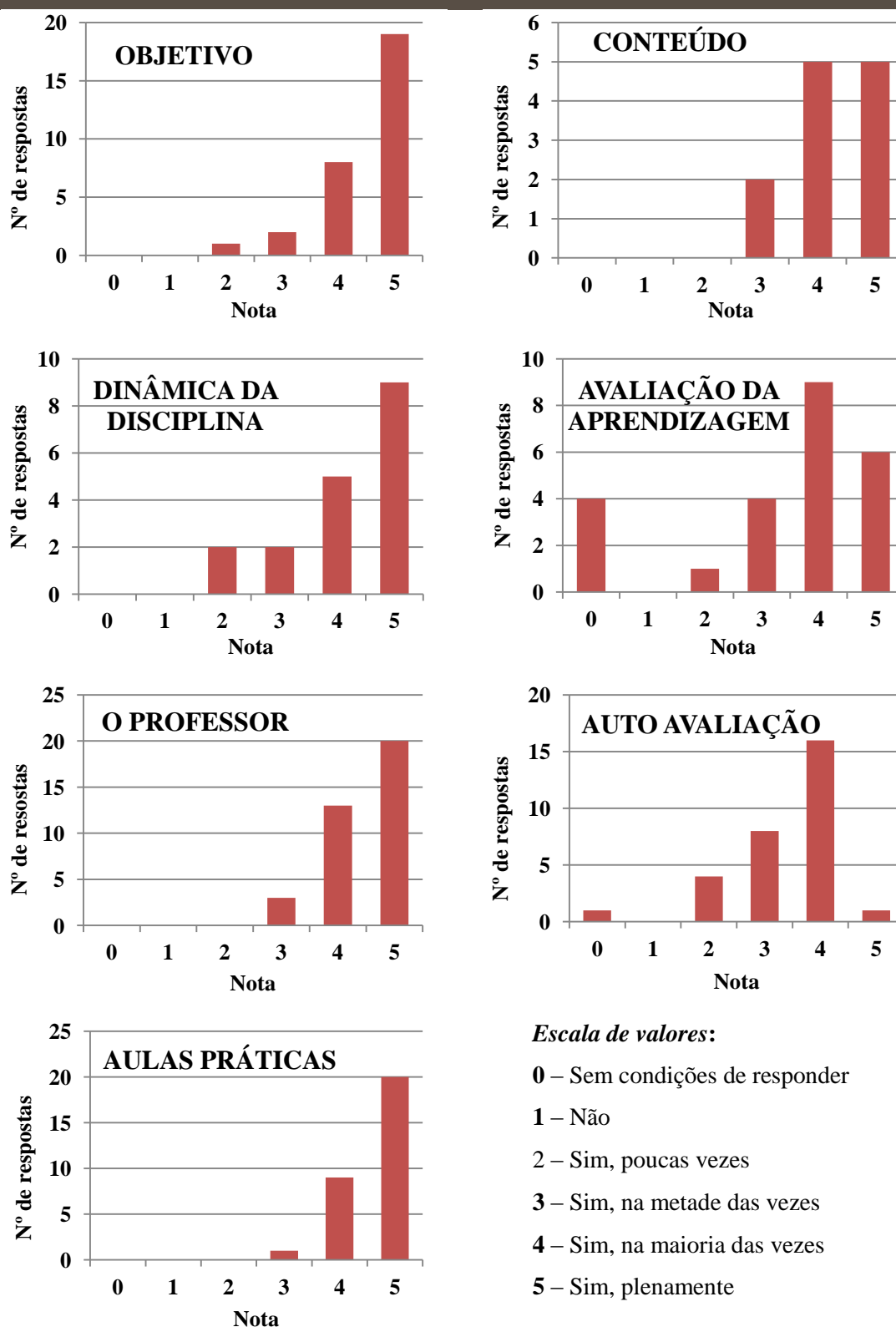


Figura 1 – Resultados da avaliação dos principais aspectos da disciplina

A Figura 2 ilustra a distribuição das notas maiores que 3, atribuídas aos aspectos avaliados na pesquisa efetuada.

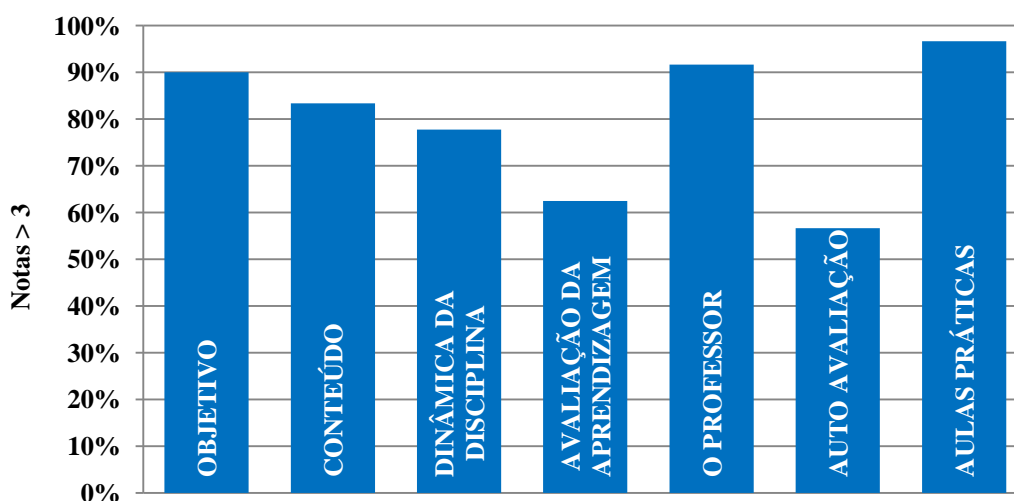


Figura 2 – Sumário das melhores notas atribuídas aos aspectos avaliados

Considerando como notas satisfatórias aquelas superiores a 3, os resultados mostram que tanto os objetivos estabelecidos, quanto o desempenho do professor e a qualidade das aulas práticas apresentam 90% ou mais de notas satisfatórias. O conteúdo e a dinâmica da disciplina apresentam entre 75 e 85% de notas satisfatórias atribuídas pelos alunos, demonstrando bom desempenho nas estratégias de ensino adotadas.

A avaliação da aprendizagem demonstrou um índice de 63% de notas satisfatórias, provavelmente devido ao fato de a disciplina ainda não ter sido finalizada à época da avaliação; do total das respostas, 17% referem-se à nota 0, ou seja, sem condições de responder, corroborando esta hipótese.

Além disso, a auto avaliação dos alunos apresentou o menor índice de notas satisfatórias, com 57%, o que, em parte, também explica a baixa avaliação de aprendizagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do planejamento e da execução da disciplina PMI-2796, utilizando-se como ferramenta de apoio o questionário de avaliação fornecido aos alunos, possibilitou estabelecer índices de desempenho dos aspectos mais relevantes da disciplina e apontar possíveis melhorias com o objetivo de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.

De maneira geral, os resultados indicam que as estratégias empregadas permitiram atingir os objetivos propostos. O desempenho do professor e a qualidade das aulas práticas apresentaram alto índice de satisfação. O conteúdo e a dinâmica da disciplina também foram bem avaliados. No entanto, na opinião dos alunos, dois pontos merecem maior atenção: a metodologia utilizada na disciplina e a reorientação sobre erros cometidos na reavaliação da aprendizagem.

Recomenda-se, para tanto, um replanejamento no formato das aulas teóricas, tornando-as mais dinâmicas com a implementação de seminários e outras técnicas para estimular a participação dos alunos.

Em relação à reorientação de erros cometidos nos trabalhos e provas, sugere-se formalizar a realização de um plantão “tira-dúvidas” durante uma parte das aulas ou em algum horário pré-determinado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.C., MASETTO, M.T. **O Professor Universitário em Aula**. 8ªed. São paulo: MG Editores Associados, 1990.

KURI, N.P., GIORGETTI, M.F. **Metodologia do ensino de engenharia – planejamento de ensino**. São Carlos, 1994. Centro de Tecnologia Educacional para Engenharia. 52 p.

MARCHETI, A.P.C. **Aula Expositiva, Seminário e Projeto na Aula de Engenharia**: um estudo exploratório utilizando a teoria das inteligências múltiplas. Dissertação de Mestrado apresentado a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2001.

MASETTO, M.T. **Competências Pedagógicas do Professor Universitário**. São Paulo, 2003. Summus Editorial. p.175-183.

UFV, Universidade Federal de Viçosa. **Pró-reitoria de ensino: programa de avaliação das disciplinas – questionário de alunos**. Disponível em:  
 < [http://www.ufv.br/pre/files/fra/avalia\\_disci/Questionario-aluno.pdf](http://www.ufv.br/pre/files/fra/avalia_disci/Questionario-aluno.pdf)>, 2002.

USP, Júpiter-Web. **Sistema on-line para matrículas e informações de disciplinas de graduação da Universidade de São Paulo**. Disponível em:  
 <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=PMT2200&nomdis=>>  
 Acesso em: maio 2013.

## A REVIEW OF THE TEACHING-LEARNING STRATEGIES OF THE SUBJECT PMI-2796 – MINERALOGY APPLIED TO MINERAL TECHNOLOGY

**Abstract:** *This work aims to critically analyze the strategies of teaching and learning adopted for the undergraduate subject PMI-2796 Mineralogy Applied to Mineral Technology, taught by Prof. Dr. Henrique Kahn in the Mining and Petroleum Engineering Department of the Polytechnic School of USP. Both the planning and execution of the discipline were analyzed, as well as forms of assessment and degree of student learning according to the teaching strategies employed. The content and planning of the subject given to the students and a questionnaire provided to them for evaluation of the course and also for their self-assessment of learning are presented and discussed. Thus it could be assessed whether the objectives have been achieved and if there are eventual gaps, lastly suggesting possible improvements to enhance the teaching-learning process.*

**Key-words:** *Teaching strategy, Teaching in Engineering, Education technology, Teaching-learning*