



Departamento de  
Minas  
da Faculdade de Engenharia  
da Universidade do Porto

Simulação de sistemas  
de  
transporte  
e  
armazenamento

Aula para uma nova disciplina

Relatório para provas de

Aptidão Pedagógica

de

Alexandre Júlio Machado Leite

Julho de 1990

"... Foi nomeada para uma turma da 1ª série.

Quando entrou na sala de aula, olhou para o programa que dizia - e sabem que ainda hoje é assim - que a 1ª unidade seria "O Armazém": O A-R-N-A-Z-Ê-N !

Olhou e disse:

Não é possível. Estamos em 1970. Estas crianças cresceram em armazéns. Correram em volta de cestas de armazém. Eles sabem o que é um armazém. Porque iremos estudar um armazém?

Nesmo assim ela pensou que talvez pudesse fazer algo de interessante ao ensinar sobre um armazém. Naquele primeiro dia ela sentou-se com as crianças no tapete e disse entusiasticamente:

- Bem, como é que vocês gostariam de estudar o armazém?

Eles responderam:

- Falido!

... E a garota como era uma verdadeira professora, disse:

- E então, o que é que vocês querem estudar?

Os olhos de um dos meninos brilharam e ele disse:

- Sabe, o meu pai trabalha em propulsão a jacto e ele pode trazer cá um foguete. Poderíamos construir um, aprender tudo sobre ele e depois voar para a lua!

Todas as crianças disseram:

- Ótima ideia!

A professora respondeu:

- Então vamos fazer isso mesmo.

No dia seguinte, o pai veio e mostrou um foguete. Sentou-se no tapete com as crianças e falou-lhes sobre viagens à lua e como funciona um foguete.

Vocês deveriam ver o que aconteceu naquela sala de aula. Falavam sobre ciência, astronomia, teorias complexas de matemática. O vocabulário deles era repleto de significado.

Um dia, no meio deste fantástico ambiente de aprendizagem, a supervisora entrou. Olhou em volta e disse:

- Srª W., onde está o seu armazém?

A jovem professora levou a supervisora para o canto da sala e disse-lhe:

- Sabe, conversámos sobre o armazém, mas os garotos queriam voar para a lua. Veja as nossas listas de vocabulário, e olhe os livros que eles têm vindo a ler. Logo vem cá uma pessoa que trabalha com propulsão a jacto que fará uma demonstração ...

A supervisora respondeu:

- No entanto, Srª W., o programa diz que a senhora terá de fazer um armazém - deu um sorriso lacónico - e a senhora o fará, não, querida? ...

E sabem o que ela fez? Sentou-se com os alunos e disse:

- Crianças, vocês querem que eu esteja aqui no próximo ano?

- QUEREMOS.

- Bem, então teremos de fazer um armazém.

Eles responderam:

- Está bem, vamos fazê-lo. Mas vamos fazê-lo rapidamente.

Em dois dias, produziram o que teriam de fazer em seis semanas.

Quando a supervisora voltou, ficou muito contente porque encontrou o armazém.

Logo que ela saiu, eles voaram para a lua!

Hipocrisia e desperdício, desperdício, desperdício!"

## Sumário.

Antes da aula ...

Introdução.

O plano da actual disciplina.

Uma imagem vale mais do que mil palavras.

O actual plano da disciplina de Transporte e  
Movimentação de Terras.

Alguns aspectos relacionados com as aulas.

Preparação do contexto.

Informação sobre o objectivo.

Despertar, manter e centrar a atenção.

Apresentação e organização da informação.

Delimitação da instrução.

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino.

Objectivos estratégicos da aula.

Objectivos táticos.

Etapas da aula.

Conhecimentos prévios.

Tempo disponível para a aula.

Uma possível distribuição dos tempos na aula.

Os "momentos" da aula.

Material didáctico.

Anexos:

Texto do vídeo-filme.

Antes da aula ...

## Antes da aula ...

O problema da capacidade pedagógica de um professor universitário, antes de ser uma questão directamente relacionada com a pessoa em causa, passa por ser um assunto que diz respeito a toda a instituição. Pedagogia é muito mais do que dar boas aulas, ter os meios didáticos apropriados ao ensino, ser um bom técnico de elaboração e transmissão de mensagens.

Antes de mais, pedagogia envolve a formulação de objectivos concretos a nível dos cursos, com vista a dirigi-los às necessidades sociais e às aspirações dos estudantes, não só para lhes corresponder mas para se avaliar se os efeitos esperados são ou não atingidos.

Porém, os objectivos que circundam a actividade de um curso não são fixos e imutáveis. Se existem os que duram por longas épocas, outros alteram-se de ano para ano, mesmo de aula para aula.

Então, a pedagogia na universidade começa pela garantia de existência de meios, com determinada periodicidade, para que o professor se sinta envolvido num esquema comum, de que faz parte directamente, do qual retira fins a atingir e ao qual apresenta conclusões que dizem respeito a todos.

As constantes reflexões sobre as transformações no seio da comunidade que é a escola, bem como sobre a sociedade para quem ela trabalha, são o único meio de a instituição não se negar a si própria garantindo uma maior justeza na avaliação de resultados.

As características dos que deixam as faculdades, depois de completado um curso, dependem fortemente do conjunto de ritmos imprimidos pelos seus docentes às diferentes cadeiras que o

compõem. Quer queiramos, quer não, parte dessas características são da responsabilidade global daqueles que têm como missão dar as aulas. Qualquer sistema organizado de formação é um canal condicionante do indivíduo, que exerce mais ou menos influência sobre a sua personalidade desde o dia em que lá entra até ao momento em que adquire a licenciatura. Aqui se sente que o improvisado ou artesanato no ensino jamais deve acontecer, sendo imprescindível que se mantenha uma constante observação e mesmo experimentação do acto didáctico como um todo. A isto podemos chamar verdadeiramente pedagogia.

Quanto ao pormenor da actividade docente, depois de filtrada pela visão global dos objectivos definidos, aparece como uma necessidade de meios para se alcançar a finalidade pretendida.

Introdução.

## Introdução.

O transporte e armazenamento de minérios são tarefas quase constantes num empreendimento mineiro.

Quer a exploração seja subterrânea, quer seja a céu aberto, quer nos encontremos em plena instalação de tratamento ou a montante desta, o transporte e a stockagem existem, sendo o seu peso, em termos de custo do projecto, demasiado elevado para que se lhes não dê a devida atenção. Cheguei a ouvir, nos bancos da escola, que uma empresa mineira é, antes de tudo, uma empresa de transportes.

A indústria mineira vê necessidade de apurar cada vez mais as suas técnicas de concentração de minérios para que jazigos de menor teor possam ser explorados, em virtude da diminuição da existência de minas de teores médios e altos, pelo menos a baixas profundidades na crosta.

Isto implica uma necessidade de desmontar, movimentar e tratar cada vez maior quantidade de massas minerais.

De uma maneira geral, o problema dos transportes tem dois aspectos diferentes. Um, relacionado com a quantidade de matéria a transportar, que não é mais do que o débito do sistema de transportes, questão que, à partida, se encontra resolvida por imposição. Porém, ela condiciona um segundo ponto relacionado com os meios para conseguir esse débito. No fundo qual o sistema de tráfego a utilizar? E, se pensarmos que ao sistema de transportes se encontram ligados sistemas de armazenamento, tolvas, vemos que a segunda questão não é independente deste facto.

O desenvolvimento de técnicas de planeamento e organização, relacionadas com este tema, impõe-se como necessidade inelutável.

Se, desde sempre, o transporte e movimentação de terras tem sido tema de ensino nos cursos de engenharia de minas e se os meios para realização destas operações tem sido objecto de constante inovação e aperfeiçoamento, necessariamente que também as técnicas de abordagem deste assunto, nesses cursos, terão que evoluir.

Mas uma alteração, seja ela de que tipo for, num esquema montado e inalterado há muito, obriga, antes de tudo, a uma reflexão sobre o modo como operar essa mesma mudança. Assim, é de esperar que ela não aconteça de forma repentina, mas que se vá arquitectando na mente dos que se vão envolvendo na sua análise.

Pelo facto de nos termos embrenhado em aspectos de organização de transportes e armazenamento de materiais, aquando das provas de capacidade científica com vista ao acesso à categoria de assistente no Departamento de Engenharia de Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e por, já antes de nós, outros terem aberto um novo caminho de observação dos fenómenos relativos a estes assuntos, vamos tentar dar mais um passo na direcção de uma nova metodologia para o seu ensino.

... Cada caminho é apenas um entre milhões de caminhos. Deves ter sempre em mente que um caminho é apenas um caminho. Se achas que deves segui-lo, agora, deves fazê-lo. Não há nenhuma afronta ... se abandonares um caminho porque a mente te diz para o fazeres. A única questão é se o caminho tem um significado...

Carlos Castañeda

O plano da actual disciplina.

## O plano da actual disciplina.

As disciplinas de transportes e movimentação de terras, e nomeadamente no Departamento de Engenharia de Minas de que faço parte, sempre possuíram forte componente descritiva das unidades que o mercado industrial coloca ao dispor das empresas para realizarem os seus objectivos.

Para um aluno que toma, pela primeira vez, contacto com um curso de minas - muitas vezes, infelizmente, não o que inicialmente tinha escolhido para fazer carreira, mas sim o que lhe foi imposto pelo sistema de acesso ao ensino superior - é evidente que assume relevante importância conhecer os meios para realizar a movimentação das massas minerais que constituirão, no final, o produto que dará significado à sua futura profissão (se ficar ligado à indústria mineira).

No nosso entender, estes aspectos, relacionados com a apresentação e discussão primária dos meios de transporte, encontram-se em posição privilegiada para serem focados numa fase inicial do curso, mesmo que seja no primeiro ano lectivo.

A integração de um aluno no curso, a forma de realização do acolhimento e a apresentação do ambiente que o rodeará nos anos que se seguem à sua entrada, começa a revestir-se de importante valor para um melhor aproveitamento geral do aluno e para aumento do rendimento da turma em que será inserido. Daí que os transportes, pelo facto de se apresentarem como uma tarefa que acontece virtualmente em todos os sectores da indústria mineira (e não só), possam ser considerados como um meio de dar uma perspectiva global do tipo de "atmosfera" que rodeará o futuro engenheiro.

Na teoria da assimilação de David Ausubel, é dada extrema importância à aprendizagem significativa. A ideia central desta teoria consiste em que qualquer nova informação, seja ela um conceito ou simplesmente um dado, será apreendida se existir possibilidade de relacionamento com conceitos ou ideias relevantes, já existentes na estrutura de conhecimento de um indivíduo. Este processo permitirá reter esse conhecimento por mais tempo do que se a aprendizagem fosse mecânica (armazenada arbitrariamente na estrutura cognitiva) sem ligação a conceitos já existentes.

Ora, para alunos que virtualmente nunca tiveram contacto com a maioria dos assuntos que constituem o conjunto de disciplinas do curso de minas (tem sido a situação da grande maioria dos que ingressam no curso), apresenta-se com importância vital o criar um panorama, ainda que de aprendizagem mecânica, logo no primeiro ano, para que esquemas mentais comecem a tomar lugar nas suas estruturas do conhecimento, onde, mais tarde, outros conceitos se fixem e modifiquem de acordo com a capacidade de diferenciação do aluno.

"Uma imagem vale mais do que mil palavras".

Esta é uma máxima perfeitamente ajustada a uma fase descritiva, mesmo que de pormenor, de uma disciplina como a que agora nos encontramos a analisar. Mais do que mostrar desenhos ou usar a voz para descrever o sistema de engate entre berlines de um comboio que tem por missão transportar minério do interior de uma mina para a lavaria, tem muito maior valor pedagógico o contacto com um desses comboios, no momento em que ele pára ou arranca para um dos seus ciclos de viagem. É que outras sensações e factos rodeiam o "engate". Por exemplo, a sequência de ruídos correspondentes aos sucessivos esticões das peças de ligação das

berlines, no momento de arranque do comboio, para muitos, revestir-se-á de um fenómeno novo e, muitas vezes, algo inexplicável. Mas, ao mesmo tempo, pelo facto de ser presenciado, provoca motivos de conversa sobre temas vários, à medida que se dão passos no silêncio da longa galeria em direcção aos desmontes.

Ora, em torno destas conjecturas, abandonando, agora o exemplo apresentado e generalizando para qualquer tipo de transportes, pequenos conceitos relacionados com a maneira de organizar e observar redes de actividade mineira podem perfeitamente ir penetrando na mente do aluno, preparando caminho para que num futuro mais ou menos próximo possa embrenhar-se em análises mais profundas, usando meios mais requintados, donde outros fenómenos e grandes quantidades de informação podem vir a ser retirados.

A isto podemos chamar um método activo de ensino.

Ele pode incidir no interesse e motivação do aluno, na descoberta pelos seus próprios meios, na abertura e comunicação com os outros (alunos e professores) e na construção e clarificação dos esquemas mentais.

Este método activo tem como inerência o aparecimento de novas situações, que provocam desequilíbrios, que, por sua vez, obrigam o aluno a uma busca de respostas, com vista a restabelecer de novo uma estabilidade.

Porém, toda a visita no terreno, seja em que cadeira for, deve ser dirigida de forma concreta, com objectivos específicos e mesmo com a obrigação, por parte do aluno, de apresentar trabalho posterior. Caso contrário, podem tornar-se só em alegres excursões.

Apresentamos, de seguida, o actual plano da disciplina de Transportes e Movimentação de Terras.

Capítulo I - Introdução

- 1 - Finalidade e importância dos transportes.
- 2 - Tipos de transporte enquadrados no ciclo geral de remoção da mina.

Capítulo II - Meios não mecanizados e manuais de transporte e carga.

- 1 - Transporte nas frentes de desmonte.
- 2 - Transporte nos entre-pisos.
- 3 - Transporte dos entre-pisos aos pisos.
- 4 - Transporte nos pisos e galerias principais.

Capítulo III - Sistemas mecânicos de transporte.

- 1 - O problema da mecanização nas frentes de desmonte.
- 2 - Tipos de transportadores mecânicos.
- 3 - Transportadores contínuos.
  - Canais oscilantes.
    - Definição.
    - Aspectos teóricos.
    - Capacidade de um canal.
    - Tipos de canais.
    - Comparação entre canais apoiados em rolos e em esferas.
    - Alguns números.
  - Transportadores de tela ou de correia.

- Introdução.
- Componentes de uma tela.
- Tipos de telas.
- Capacidade.
- Comando.
- O problema da aderência.
- Accionamento.
- Esticadores.
- Emendas de correias.
- Alguns números.
- Critérios de aplicação.
- Tabelas.
- Transportadores mecânicos articulados.
  - Constituição.
  - Comparação entre transportadores de tela e metálicos articulados.
  - Critérios de aplicação.
- Transportadores de palhetas ou de elos.
  - Constituição. Modo de funcionamento e comando.
  - Critérios de aplicação.
  - Dados numéricos.
  - Transportadores blindados.
- Transporte contínuo por motores fixos e berlines.
  - Transporte contínuo com cabos.
    - Cabos flutuantes.
    - Cabos de arrasto.
  - Transporte contínuo com cadeias.
    - Cadeia flutuante.
    - Cadeia de arrasto.
  - Comparação entre transporte contínuo com cabos

- e com cadeias.
- Critérios de aplicação.
- Transporte por cabos aéreos.
- Transportes por monocarril.
- Problemas de carácter geral relativos a transportes contínuos.
  - Vantagens e inconvenientes dos transportes contínuos.
  - Papel dos transportes contínuos na batalha pela mecanização total da mina.
- 4 - Transportes descontínuos.
  - Transporte sobre carris.
    - I - Estudo da via.
      - Características gerais.
      - Esforços exercidos sobre a via.
        - Esforços verticais.
        - Esforços transversais.
        - Esforços longitudinais.
      - Carris.
      - Travessas.
      - Balastro.
      - Traçado da via.
        - Declive.
        - Sobreelevação ou escala.
        - Alargamento da bitola nas curvas.
        - Raio mínimo.
      - Aparelhos de via.
        - Agulhas ou mudanças de via.
        - Atravessamentos.
        - Placas de manobra.
        - Placas girantes.

- Encarriladores.
- Ferramentas.
- II - Estudo do material circulante.
  - Berlins.
    - Considerações teóricas.
      - Esforços de tracção.
        - Via horizontal e rectilínea.
        - Coeficiente de tracção.
        - Influência da aceleração.
        - Influência do declive.
        - Influência das curvas.
        - Influência da velocidade.
        - Esforço total numa via.
        - Travagem.
      - Rampas características.
        - Rampas de igual resistência.
        - Rampas de rolamento espontâneo.
      - Relação peso morto peso útil.
      - Energia necessária para o transporte.
    - Considerações práticas.
      - Aspectos geométricos e económicos e de resistência mecânica.
      - Caixa.
      - Rodados.
        - Tipos de rodado.
        - Rolamentos.

---

## O plano da actual disciplina

- Conservação.
- Suspensão.
- Para-choques.
- Engates.
- Descarga das berlines.
  - Caixa basculante.
  - Portas laterais.
  - Fundo deslocável.
  - Caixa móvel com porta lateral.
- Transporte de pessoal e de material.
- Grandes berlines.
- Locomotivas.
  - Esforços de tracção.
  - Aderência.
  - Potência teórica.
  - Esforço de tracção no gancho.
  - A necessidade de uma locomotiva possuir mais do que uma velocidade.
  - Cálculo de uma locomotiva. Regime de circulação.
  - Rendimento do transporte por locomotiva.
  - Tipos de locomotivas.
    - Locomotivas a ar comprimido.
    - Locomotivas eléctricas.
    - Locomotivas com motor de combustão interna.
  - Comparação entre os diferentes tipos de locomotivas.

- III - Transporte por berlines. Critérios de aplicação. Planos inclinados.
  - Transporte nos entrepisos.
  - Transporte nos pisos e galerias gerais de rolagem.
  - Transporte dos entrepisos aos pisos.
    - Transportes descendentes.
      - Plano inclinado automotor.
        - Tipos.
        - Contrapesos.
        - Plano simples e duplo.
        - Jaulas e skips.
    - Transportes ascendentes.
- IV - Organização dos transportes por locomotiva.
  - Situação do problema.
  - Dados.
    - Número de berlines disponíveis.
    - Número de locomotivas.
    - Capacidade de extracção.
    - Características da produção.
  - Determinantes.
    - Regulamentares.
    - Técnicas.
    - De segurança.
  - Principais parâmetros do transporte.
    - Tipos de rolagem.
      - Em estrela.
      - Por poisos.
      - Mistos.
    - Modos de rolagem.

---

## O plano da actual disciplina

- Transporte a carga constante.
- Transporte a cadência regular.
- Método clássico do estudo da rolagem.
  - Introdução.
  - Estudo de uma secção.
- Método probabilístico de estudo da rolagem.
- Controlo da rolagem, formação profissional e manutenção.
- Transportes sem carris.
  - Considerações técnicas.
    - Conceito de potência necessária, potência disponível e potência útil.
      - Factores que determinam a P.N.
        - Resistência ao rolamento.
        - Resistência de rampa.
      - Factores que determinam a P.D.  
Escolha de velocidades.
      - Factores que determinam a P.U.
        - Aderência.
        - Altitude.
    - Tempo de ciclo. Tempo fixo e tempo variável.
    - Produção.
    - Conceito de empolamento. Características de alguns materiais.
    - Custos de produção.
      - Dados iniciais do trabalho a executar.
      - Planeamento de custos.
      - Utilização dos equipamentos.

- Minimização do custo/m<sup>3</sup>.
- Máquinas de transporte e movimentação de terras.
  - Lavra subterrânea.
    - "Shuttle-car" ou carro lançadeira.
    - "Dumper" ou caixa basculante.
    - Berlins mecanizadas.
  - Lavra a céu-aberto.
    - Transporte.
      - Camião basculante.
      - "Moto-scraper", "Scraper" ou caixa escavadora transportadora.
    - Movimentação de terras.
      - Tractores (Dozers)
      - Motoniveladoras
      - "Scrapers".

Capítulo IV - Sistemas e máquinas de carga ou simultaneamente de carga e transporte.

- 1 - Máquinas de carga.
  - Carregadoras de Pinças.
  - Pá mecânica.
    - Sobre carris.
    - Sobre rodas ou lagartas.
  - Bico de pato.
  - Pá escavadora-carregadora "Shovel".
  - "Drag-line".
- 2 - Máquinas simultaneamente de carga e transporte.
  - "Transloader" ou carregador-transportador.

- "Scraper" ou balde de arrasto.
- Moto-scraper e tractores-scraper.

3 - Sistemas Tracklass.

Capítulo V - Transporte hidráulico e pneumático de sólidos.

Como é fácil de verificar, este tipo de programa está fortemente direccionado para uma exaustiva descrição da grande maioria dos meios disponíveis para executar as movimentações de material nas minas e pedreiras bem como para uma comparação desses diferentes meios entre si. Em alguns pontos, pensamos que o pormenor é perseguido de forma exagerada, dispendendo-se muito do tempo lectivo da cadeira (que não é tanto como isso) nas tentativas de dizer o que é em vez de se ver o que é.

Alguns dos assuntos pertencem já à história, mesmo que recente, não tendo a sua integração na disciplina outro significado que não esse.

Um plano com estas características contará, certamente com a existência de diversos representantes de marcas de equipamentos, que, em geral, apresentam os seus produtos, com as respectivas características técnicas, em forma de catálogo e "wall-charts", algumas vezes de forma bastante esclarecedora. Há aquelas que chegam mesmo a editar manuais de movimentação de terras, de acessível consulta. A busca desses catálogos e manuais, por parte dos alunos, será uma outra forma activa de tomar contacto com o meio de actividade do curso.

"... Era trabalho escusado, na atmosfera limitada de uma aula que vencia a minha resistência e superava as minhas possibilidades fisiológicas. Como um naufrago que não quer afogar-se, era preciso na verdade descobrir um meio de não me afundar. Tratava-se para mim de uma questão de vida ou de morte..."

Célestin Freinet

Alguns aspectos relacionados  
com as aulas.

## Alguns aspectos relacionados com as aulas.

Já que se abordou a questão do tempo útil para se leccionar uma disciplina como esta, e se salientaram os eventuais gastos desse mesmo tempo com temas de fácil apreensão por outro meio que não no espaço de uma sala, detenhamo-nos umas linhas em redor dos aspectos gerais e metodologias da aula.

E agora, como um aprendiz, sentimos que estamos a entrar em terreno, para nós, um tanto movediço. Mas, mesmo assim, aí vai o que sentimos.

De certa maneira, para o ensino superior, pensa-se que os alunos, como adultos, não necessitam que os professores se preocupem muito com a motivação a imprimir às aulas, ficando essa tarefa só para os discentes, se assim o entenderem. Algumas vezes, refere-se o interesse sobre o assunto, mas, no fim, não existem provas de evidência dessa vontade. Esta atitude terá levado a uma ausência de formação pedagógica, partindo-se do princípio que o facto de se possuir uma licenciatura é garantia para se ser um bom professor. Mas isto, como regra, é redondamente falso. Todos nós, que estivemos sentados nos bancos de uma escola, conscientemente nos lembramos dos espectadores que, muitas vezes, fomos forçados a ser sem termos comprado bilhete. Nem todos têm a coragem para, nesses casos, não entrar na sala. Contudo, o problema não está resolvido aí, mas sim no acabar, por um lado, com a "magistralidade" que é, no mínimo, inibidora de um contacto mais próximo entre aluno e professor, e, por outro, com a aproximação excessiva, muitas vezes enganadora, que só mostra receio e necessidade de passar o tempo. Que é fácil cair num destes

não duvido, pois a completa ignorância na capacidade de liderança de grupos (e o professor é acima de tudo um líder) será, na maioria dos casos, uma realidade. Estas afirmações de maneira nenhuma retiram o extraordinário valor daqueles que, pelos seus próprios meios, conseguiram adquirir uma aptidão pedagógica fora do vulgar, ao ponto de, a mim como aluno, muitas vezes, me ter apetecido bater-lhes palmas no fim de certas aulas.

A ideia de nos preocuparmos com aspectos pedagógicos no ensino superior é entendida como uma atitude paternalista, própria das escolas secundárias. Diz-se que aí, sim, é preciso criar metodologias próprias, esquemas e técnicas para que o professor saiba actuar com a atitude própria no momento exacto.

Mas por que não no ensino superior?

Eu pergunto a mim mesmo se não é possível e necessário aprender a ser professor. Começo a descobrir que é mesmo possível.

A ultrapassada ideia de que ensinar é simplesmente transmitir conhecimentos do professor para o aluno é claramente insuficiente no conjunto de relações dinâmicas que se fazem sentir entre os dois durante a aula.

Uma aula pode ser considerada uma entidade multidimensional, pois serve para amplos e variados propósitos, para desenvolver gamas de assuntos e processos. Os sujeitos presentes são diferentes, cada um com a sua vida própria, com diversas motivações e formas de estar e integrar-se. A grande variedade de reacções e interpretações (quando proporcionamos que

cheguem ao nosso conhecimento), produzidas nos alunos perante uma mesma forma de transmissão do professor, são uma medida da complexidade que envolve este acto pelo qual os cidadãos nos pagam.

Neste caso concreto de projectar uma aula, fui levado a consultar alguns livros que propõem teorias e métodos de ensino, o que me despertou certa curiosidade pelo facto de não serem poucos os manuais sobre o assunto. Porém, bastante dirigidos ao ensino primário, secundário e complementar. Para os cursos superiores, parece que os seus métodos de ensino não carecem de investigação!

Nesta minha busca, deparei com bastantes modelos de ensino. Algumas das fases que o acto de ensinar envolve são comuns a essa variedade de modelos, e penso que extrapoláveis para o ensino superior.

Qualquer matéria, tema ou tarefa pode permitir fazer uma organização do acto didático em algumas fases que ajudam o docente a criar uma imagem geral, colocando-se numa posição do actor (uma aula deve ser considerada uma peça de teatro) que, antes de entrar em palco, conhece o seu texto, o espaço para actuar, o cenário que necessita que o envolva, e demais técnicas para que a sua mensagem chegue a um público também ele envolvido na peça.

#### Preparação do contexto.

A relações existentes entre os indivíduos e o ambiente podem ser importantes ao ponto de facilitar ou condicionar a actividade mental. O espaço físico da aula actua sobre o aluno e sobre o professor de forma positiva ou negativa.

Para além dos aspectos relacionados com o material

---

## Alguns aspectos relacionados com as aulas

didático necessário que o professor possui, a existência de lugares em número suficiente (não necessariamente de extremo conforto), a presença de uma boa iluminação etc., outras condições menos comuns, mas de igual ou mais peso no êxito da aula, devem ser motivo de interesse e actuação por parte do docente. Referiremos alguns aspectos em forma de lista, dando-lhes o leitor o valor que entender. Eu por mim sinto-os importantes.

- Verificar e ensaiar todos os meios para apresentar o material didático.

- Garantir a máxima ocupação dos lugares das zonas de acção da sala.

- Garantir a existência de espaço para que o professor se movimente por toda a sala, facilitando o acesso a posições perto dos alunos nas zonas marginais.

- Eliminar a mesa do professor, ou fazê-la igual à dos alunos, quando esta estabeleça uma barreira entre o docente e os discentes.

- Possibilitar a todos a observação do material didático apresentado.

- Inventar meios e motivos para alterar a rede de comunicação durante a aula.

- Ter a certeza de que será ouvido por todos.

- Prever a possibilidade, de aula para aula, de alterar a posição dos alunos na sala.

- Dirigir o olhar para todos os alunos.

- Deixar tempo para conversas de fim de aula.

### Informação sobre o objectivo.

O desenvolvimento de qualquer plano de aula, deve

ter bem claro os objectivos estratégicos a atingir. Os próprios alunos devem poder sentir o significado da aula logo no seu início. O conseguir canalizar as ideias de uma aula para os esquemas mentais já adquiridos, é importante na aprendizagem significativa. A falta de conhecimento do tema a tratar, por parte do aluno, pode obrigar a um desgaste nessa busca que condicionará até tarde a participação na aula.

A própria ligação da aula à lição anterior bem como o seu posicionamento no plano da cadeira, pode servir de motor de arranque para canalizar a atenção do aluno.

#### Despertar, manter e centrar a atenção.

Os estímulos e ruídos que desviam os alunos do objectivo da aula são abundantes. Alguns, conhecidos por externos, podem estar relacionados com o próprio espaço de aula, com as características e ritmo do material apresentado, na atitude do professor.

Assim, não devemos menosprezar a qualidade do material didático, a quantidade e método de apresentação desse material (o efeito surpresa e expectativa podem ser importantes).

Podemos admitir a possibilidade de nos movimentarmos, realizando gestos mais ou menos bruscos e amplos para provocar uma reacção pretendida.

A utilização do humor, a quebra do "discurso", a alteração do ritmo e intensidade da voz como meios de paragem, podem ser métodos, quando devidamente usados, eficientes para obtenção da atenção.

A novidade pode ser outro dos recursos a usar:

- A novidade "plástica" através de cores, sublinhados, figuras e desenhos, vídeos, etc.;

---

## Alguns aspectos relacionados com as aulas

- A novidade "entrópica" de transição quando se apresentam questões absurdas que obrigam a pôr em marcha a inteligência, imaginação, intuição, habilidade, etc.;

- A novidade cognoscível, quando se apresentam questões a partir de conceitos já dados, algumas vezes premeditadamente contraditórios, que necessitam de integração, de aplicação imediata;

- Novidade operativa, quando existe movimentação na classe.

As referências pessoais assumem particular importância na captação da atenção. É costume dizer-se que o nome de uma pessoa é, para ela, o som mais importante que existe. O uso deste recurso, associado à aproximação fortuita ao aluno, podem despertar estímulos que de outra forma não seriam accionados.

Por último, referimos que a realização de resumos, o fazer o ponto da situação, pode ser um meio de clarificar as ideias e conceitos, permitindo uma integração do conhecimento para que novas metas se atinjam na aula.

### Apresentação e organização da informação.

Uma questão importante é a forma de organizar os assuntos, a sequência de fases para que os objectivos estratégicos sejam atingidos. A ordem de transmissão de informação e conceitos é importante para que o aluno os receba de forma não passiva e os processe e organize à sua maneira, utilizando a sua estrutura cognitiva previamente estabelecida.

Ausubel propõe o uso de organizadores para facilitar este processo. Estes não são mais do que pistas que aparecem na mensagem, que podem ajudar a descodificá-la significativamente.

No pensamento de Ausubel, um conhecimento, para se tornar significativo, tem que se relacionar com os conhecimentos anteriormente adquiridos, diferenciando-se deles.

Assim, um organizador é uma peça de ligação que permite discriminar o novo conhecimento, realçando as semelhanças e diferenças com os conceitos já possuídos. O aluno tem, então, em cada momento, uma ideia geral e clara de onde está e para onde vai.

Os organizadores podem ser proactivos, se vêm antes da mensagem, ou retroactivos se se apresentam depois. Os comparativos usam os modelos cognitivos já dominados ou próximos para explicar conceitos abstractos. Os organizadores expositivos usam, primeiro, uma definição geral para ir exemplificando posteriormente.

A informação sobre o objectivo, a ligação da aula ao plano da cadeira é, por si, um organizador estrutural que permite ao aluno ordenar, mentalmente e de forma sistematizada, toda a informação.

O descodificar termos e conceitos fundamentais, eventualmente nunca ouvidos antes, o dar valor às ideias principais são considerados organizadores semântico-conceptuais.

Os organizadores de sentido apresentam-se como afirmações do tipo "...isto vai ser útil ...", "...fizemos referência a isto quando falamos de ...", ou questões "... para que estamos a falar disto?...","...será que isto nos servirá para alguma coisa?...".

Os organizadores conhecidos por personais estão relacionados com o apelo a experiências da classe, ou mesmo individual. O realce dado a uma actuação particular de êxito ou fracasso de um aluno pode servir de encaminhamento à actividade

mental.

A dimensão da utilidade do uso de organizadores é, evidentemente, proporcional à habilidade do professor. Acreditamos que só a prática levará à descoberta de múltiplos organizadores, sendo os tipificados atrás como que chaves para pontos de partida.

É frequente verem-se os alunos a estudar durante horas infinitas nas vésperas de testes e exames. A taxa de esquecimento depende, primordialmente, do grau de significado associado ao processo de aprendizagem. Eles têm consciência que, mais tarde ou mais cedo, tudo será esquecido, uma vez que só foi usada a memória a curto prazo. O uso de organizadores cria uma aprendizagem significativa e não mecânica, aumentando a probabilidade de manter os conceitos por mais tempo na estrutura do conhecimento do indivíduo. E, então, estamos a dar razão à ideia transmitida pela frase já referida de que ensinar, mais do que transmitir conhecimentos, deve ser uma actividade de comunicação em duas direcções onde nos habituamos a pensar. Devemos pois ensinar conceitos e não receitas.

Quantas vezes, durante uma aula, determinadas ideias se tornam mais claras do que nunca, pelo facto de termos de as ensinar. Isto, da nossa parte, não será mais uma aprendizagem significativa, em que a aula nos obriga a descobrir os nossos próprios organizadores?

Agora, surge a necessidade de tomar consciência de que a busca e uso desmedido de organizadores pode levar o professor

a "fazer a papa aos meninos". É importante saber até que ponto devemos ir. Para isto não há receitas. O próprio aluno terá necessidade de obter os seus próprios organizadores, sendo dever do professor não inibir as possibilidades dessa obtenção. Aqui estará uma medida da capacidade de integração e síntese do aluno.

Muitos dos alunos, ao longo do curso, realizam aquilo que Ausubel classifica como aprendizagem superordenada. Os conceitos previamente apreendidos são percebidos como elementos de um conceito mais amplo e geral. Isto acontece vulgarmente na relação, partilha e discussão com ou outros colegas e professores.

Outros alunos, muitas vezes, perante situações de clara confrontação problemática de descoberta, dão o que, entre nós, se chama o "clic". Este acontecimento e o da aprendizagem superordenada conduzem, por certo, a uma consolidação invulgar de ideias e conceitos.

#### Delimitação da instrução.

A sequência e características das fases da aula devem ser estruturadas pelo professor, de forma clara e objectiva.

Mas o leitor deve permitir que aqui se abra um parêntesis.

Uma aula muito bem preparada pode resultar frustrante para os alunos, em virtude de não apresentar flexibilidade suficiente para admitir a intervenção directa destes.

O risco é algo que também deve existir numa actividade didáctica. Uma tarefa é mais gratificante do que outra

---

## Alguns aspectos relacionados com as aulas

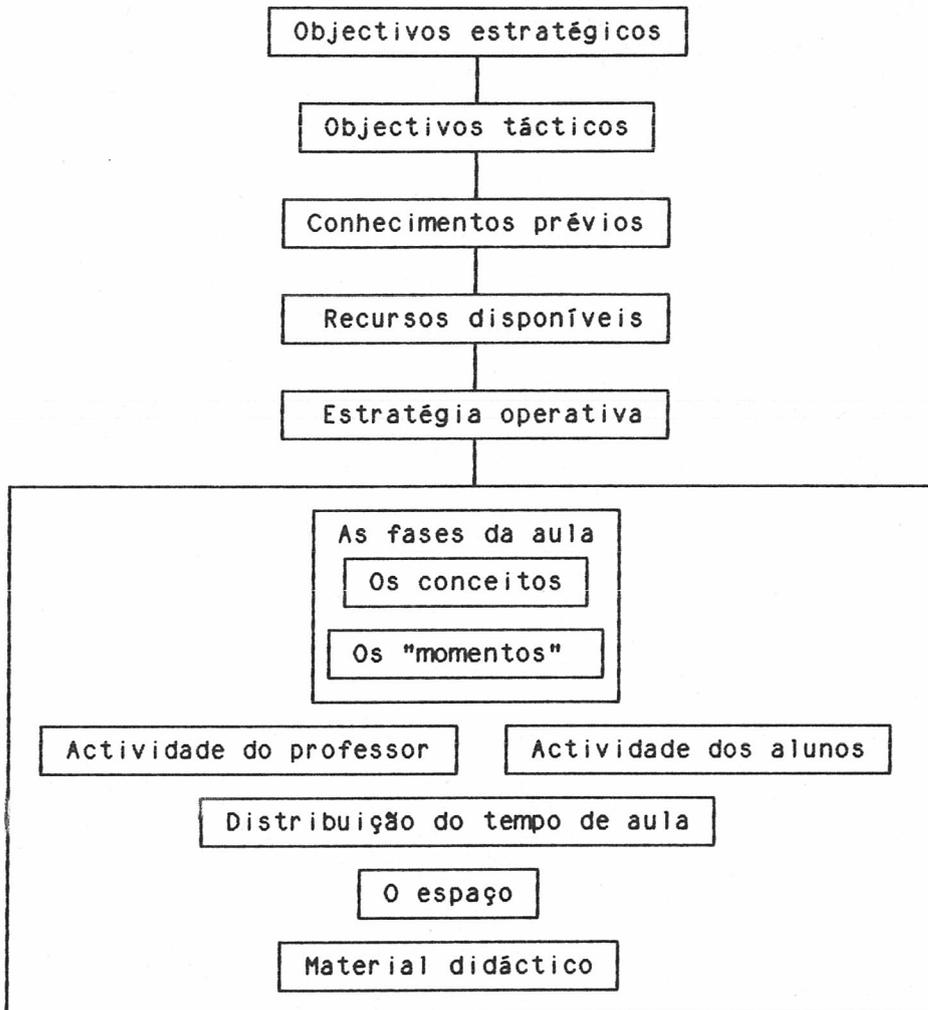
se proporcionar que os estudantes e o docente corram riscos de êxito ou fracasso. O dito popular de que "uma aula para ser aula deve ser incômoda" tem certo sentido.

É perante as situações de maior dificuldade de caminhar que se vencem os maiores obstáculos que conduzirão a situações de maior prazer e autoconfiança. Quanto mais se "esticar" uma turma, tanto mais "elástica" ela se torna.

Depois deste apontamento, detenhamo-nos um pouco em mais alguns aspectos específicos dos "limites" de uma aula.

Utilizaremos uma lista de assuntos seriados a ter em conta na planificação de uma unidade didáctica.

Alguns aspectos relacionados com as aulas



Os poucos assuntos que acabamos de focar de uma forma simplista apresentam-se importantes uma vez que demonstram a possibilidade de se teorizar o ensino. Todos nós, pela prática, já aplicamos algumas destas técnicas, mas de forma empírica, sem uma sistematização. Claro que esta descoberta pessoal representa uma busca de grande valor que sempre terá que existir. Mas pode tornar-se muitas vezes árdua, principalmente nos primeiros anos de actividade lectiva.

Para mim, foi com certo entusiasmo que consultei alguma bibliografia sobre este tema.

É um facto que, muito do que está escrito, não é de aplicação directa ao ensino superior, sendo necessário realizar adaptações conscientes para esta população de alunos. E este trabalho é tanto ou mais difícil do que teorizar o próprio ensino superior com base nele mesmo. Mas estas "técnicas" aqui descritas, e todas as outras que não conheço, existem para serem usadas e experimentadas.

Neste capítulo baseamo-nos principalmente em dois livros:

- Diseño y Desarrollo Curricular de Miguel A. Zabalza.
- Uma teoria da educação de Joseph D. Novak.

Fica aqui o desafio, a nós mesmos e à instituição, de promover meios de divulgação de experiências pedagógicas, com vista a uma maior eficiência do ensino, contribuindo para que os docentes sintam um maior encanto e gosto pela profissão.

Uma possível aula de uma nova  
metodologia de ensino.

## Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino.

A quantidade e riqueza de conceitos, retirados durante a elaboração das provas de capacidade científica do candidato, vêm perspectivar uma nova metodologia para o ensino deste tipo de assuntos, agora não inseridos numa área restrita aos transportes, mas num encadear de operações, com lugar numa disciplina mais voltada para o projecto.

A ideia, que muitas vezes fica nos alunos de engenharia, de que com fórmulas tudo se resolve - visão nitidamente tecnocrata - pode ser alimentada com disciplinas de grande carácter descritivo. Nestes casos, impera o conceito de que tudo acontece sempre da mesma maneira.

Daí que a apresentação uma aula em torno de um algoritmo de simulação por um processo estocástico, assente desde logo, no não determinismo e na análise das operações, o mais próximo possível do real, pode contribuir para desvanecer essa ideia.

Por outro lado, na perspectiva do utilizador, verificamos a multiplicidade de situações criadas em virtude da interacção das unidades que fazem parte dos processos, sendo viável, dentro de determinados limites, "dominar" essas interferências.

Portanto, há dois conjuntos de conceitos a ter em conta, neste momento, como formas de inverter aquela atitude. Um, relativo aos processos de simulação estocástica, com todas as suas componentes aleatórias e estatísticas; e outro que surge da exploração do próprio algoritmo.

A aula que nos propomos planear ficará restringida à apresentação geral do esquema modelado, realçando as suas

características gerais, e à exploração da ferramenta que é o simulador, partindo do princípio de que os alunos já dominam o processo que conduziu à elaboração do programa.

Como as simulações por métodos de Monte Carlo envolvem grande quantidade de horas/máquina, a aula fundamentar-se-á em dados já obtidos. Não seria comportável, numa aula de 2 horas, realizar qualquer tipo de corrida do princípio até ao fim. Mas o uso de ecrans com a evolução dos relevos, pode ser um exemplo de validação do modelo, com pequenas corridas que são interrompidas antes do fim do relevo.

Pretendemos deixar claro que a aula não se encontra enquadrada em qualquer plano existente, jamais tendo sido testada, mas apresenta-se como sendo uma primeira proposta de experiência, como aula "laboratório", para situações de maior convicção de êxito pedagógico, se algum dia a isso se puder chegar.

De qualquer modo, facilmente se vislumbra um título e um mínimo de enquadramento para este espaço de ensino num capítulo do curso de engenharia de minas.

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

Objectivos estratégicos da aula.

O que se pretende com esta aula?

Esta é uma interrogação que a rotina nos poderá inibir de colocar na preparação de qualquer lição. Ao afirmar isto, não estou mais do que a alertar a minha pessoa para este facto.

A aula tem como metas a atingir por parte do aluno:

- Identificar o modelo como a descrição de um sistema real, que possa ser utilizado com os propósitos de prognóstico e controlo.

- Caracterizar uma tolva e uma frota óptimas.

- Sentir a multiplicidade de variáveis em jogo no processo de optimização (estamos longe de lá chegar).

- Mostrar a inviabilidade da experimentação directa.

Objectivos táticos.

Para que os objectivos estratégicos sejam atingidos, muitas dúvidas aparecem relativamente às etapas a fixar para esse fim, sendo algumas bastante pertinentes.

Por exemplo, quais os efeitos de uma visita a uma pedreira, antes da aula? Até que ponto o aluno canaliza a sua atenção para os aspectos que serão destacados na modelagem? Será que se perde nos acontecimentos espectaculares que sempre acontecem

————— Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

ao longo de um dia na exploração, descobrindo, mais tarde, que não reparou no que o professor achava importante?

Até que ponto uma única visita, depois da aula, não condicionará a observação na busca (eventualmente fracassada) dos aspectos focados, perdendo o aluno a liberdade de atender ao que mais lhe interessa?

Mas será que essa visita, provavelmente organizada em horário extra-escolar, de comum acordo com a turma, seria suficiente para o aluno ter tempo de assimilar os problemas que envolvem a exploração?

É nossa convicção que, para se obter uma ideia minimamente concreta do encadeamento de movimentos que levam ao bom funcionamento dos diferentes elos que constituem uma pedreira em plena actividade, com o consequente bom rendimento da unidade industrial, muitas horas terão de ser dispendidas, grande quantidade delas a contemplar o conjunto.

Assim, e porque se parte do princípio de que poderá existir uma maior dificuldade (embora seja sempre de tentar) em deslocar as turmas, cada vez maiores, (e o Dep. Minas não possui viaturas próprias) em visitas de estudo, e porque estaremos a condicionar o aluno de forma directa, não deixando espaço para procuras infrutíferas, deitamos mão de meios audiovisuais.

Como dispúnhamos de meios humanos e materiais, procedeu-se à realização de um vídeo-filme na pedreira da Madalena, nos arredores do Porto.

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

Depois da autorização da empresa para a realização do vídeo, deslocou-se uma equipa à pedreira, com o guião que se apresenta em anexo, tendo as filmagens durado 3 dias.

Posteriormente, procedeu-se à montagem em estúdio próprio de onde saiu a versão final do filme.

Na apresentação, optámos pela existência de um texto gravado que acompanha o filme, para que os instantes de visualização sejam completamente novos, funcionem como espaço de descontração e mudança de ritmo da aula. Só o facto de apagar as luzes da sala provocará movimentos nos alunos, que, se calhar, já estavam a necessitar de se mexer.

A não intervenção do professor, durante a projecção, proporciona uma análise individual, ficando, para momentos posteriores, uma possível discussão.

O vídeo foi construído depois da campanha de recolha de tempos na pedreira e tendo como orientação partes da dissertação de doutoramento de Miranda, H.S.B. em 1986.

O texto, mais do que dar respostas, coloca interrogações, que, se calhar, nunca obterão resposta. É que o aluno não deve ficar com muitas certezas, com a ideia de que tudo pode correr lindamente, pois, na primeira situação que se lhe deparar, descobriria uma dura realidade. Mas isto não significa que não se possa caminhar no sentido do óptimo.

Uma outra pergunta pode ser formulada nas nossas consciências: Será que um aluno consegue entender o modelo e senti-lo como uma simplificação da realidade, sem deixar de ser,

mesmo assim, uma ferramenta útil?

No dizer de Rocha e Silva (1988), "... a construção de um modelo é, antes de mais nada, um acto cultural, entendendo como cultura todo o conjunto de experiências físicas e intelectuais que foram povoando a nossa mente desde a concepção até ao momento presente. Os nossos modelos, pelo menos parcialmente, são o nosso passado ...".

Que passado "mineiro" terá o aluno para entender o modelo? Ou será que, como utilizador, o passado não conta?

Até que ponto a classe só acreditará apenas em modelos que lhe saiam das mãos, surgindo-lhe os fabricados por outros como golpes de magia que tudo resolvem mas dos quais desconfiam?

Haverá uma forma de, em tempo útil, propor aos alunos a construção de um algoritmo com base em módulos já criados, para que, de alguma forma, se sintam "pais" do modelo?

Que quantidade de dados, em forma de gráficos, será de apresentar sem que o aluno se perca na interpretação, condicionando toda a sua participação no resto da aula?

Para todas estas questões, é possível que não existam respostas finais. Eu, pessoalmente, sinto uma imensa necessidade de conversar e sentir que existe espaço, tempo e vontade, no departamento, para essa tarefa que é tanto ou mais importante que dar aulas.

————— Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

Vamos, sucintamente, às etapas que propomos seguir para atingir os objectivos da aula, apresentando os principais conceitos a transmitir:

1 - Caracterizar o processo simulado.

- Descrevem-se as características da pedreira que pretendemos modular.

- \* Uma única frente de desmonte.
- \* Vias de ida e regresso independentes com possibilidade de ultrapassagem.
- \* Um único local de descarga.
- \* Número de pás variável, mas não superior ao número de camiões.
- \* Número de camiões variável, mas não inferior ao número de pás.
- \* Uma tolva de descarga pelo fundo, munida de um alimentador de arrasto.
  - Nível superior como um parâmetro.
  - Necessidade de um nível inferior da tolva como meio de protecção do alimentador.
  - Velocidade de descarga constante.
- \* Um britador primário.
  - Os encravamentos.
- \* O ciclo teórico e efectivo de movimentação das pás.
  - Arrumação.
  - Paragem.
  - Carga.
- \* O ciclo teórico e efectivo de movimentação dos camiões.

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

- Carga.
- Ida.
- Descarga.
- Regresso.
- \* As filas.
  - Espera.
  - Viagem.

2 - Justificar o passo de evolução do modelo.

- As duas filosofias de observação.
  - \* O relógio geral. "Posto de observação".
  - \* "Time-slicing".
  - \* "Critical events sequencing".
    - A noção de tarefa crítica.
  - \* Diferenças fundamentais.

3 - Como arranca e pára um relevo.

- O arranque dos relevos.
  - \* O resultado final de uma pega de fogo.
    - A forma da pilha de material desmontado.
  - \* A necessidade de arrumação.
  - \* A fila de espera das pás.
- O fim de relevo.
  - \* O ciclo de um camião.
  - \* Tempo de fim de relevo.

4 - Resumir as alterações no processo em volta das tarefas críticas.

- Uma rotina de ordenação.
  - \* Os diferentes conjuntos de tempos que depois de ordenados originam mínimos.
- A determinação do mínimo dos mínimos.
- A rotina CASE A OF.
- As tarefas críticas e as respectivas alterações no sistema. A=1 a A=7.

5 - Reconhecer a necessidade de estabilizar as médias.

- Variáveis de observação.
  - \* Tempos de espera na fila das pás.
  - \* Tempos de espera das pás.
  - \* Tempos de espera na fila da tolva.
  - \* Tempos de espera da tolva sem receber material.
  - \* Produção do britador.
  - \* Frequência de ocupação de lugares nas filas.
  - \* Frequência de níveis da tolva.
    - O problema do passo de amostragem dos níveis da tolva.
    - O risco da dependência do instante crítico.
- A evolução das médias das variáveis analisadas (que também são médias).
- A obrigatoriedade de encadear relevos.
- Critério de estabilidade.

6 - Analisar as consequências da necessidade de estabilizar as médias.

- Quantos relevos são precisos, em média para a estabilidade?
  - \* Quantos anos de pedreira isso significa?
- É virtualmente impossível a experimentação directa.

7 - Observação do fluxograma geral.

- Programação em "casca de cebola".
  - \* O relevo.
  - \* Os n relevos.
  - \* A capacidade da tolva a variar.
- Entrada e saída de dados.
  - \* Ficheiro de entrada autónomo.
- Procedimentos e funções.

8 - Apresentação do vídeo-Filme.

9 - Análise das características da frota base.

- O número de camiões (ND).
  - \* Capacidade.
  - \* Tempos médios e desvios padrões.
    - Carga. Independente da pã.
    - Ida.
    - Descarga.
    - Regresso.
- O número de pás (NP).
  - \* Tempos médios e desvios padrões.

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

- Arrumação.

10 - Visualização de alguns ecrans de evolução de relevos.

11 - Interpretação de gráficos em paralelo com o ponto 10.

- Efeitos em função da variação do número de pás.
- Efeitos em função da variação do número de camiões.
- Os níveis da tolva.
- "Esperas da Tolva".
- A ocupação da fila de espera da tolva.

12 - Conclusões.

Conhecimentos prévios.

Para que uma aula destas não seja isenta da participação de uma das suas principais componentes, que são os alunos, é fundamental que certas matérias se encontrem já dominadas. Assim, partimos do princípio que a classe, de uma maneira geral, já possui noções em:

- Estatística.
  - População e amostra.
  - Medidas de tendência central e de dispersão.
  - Distribuição de frequência a duas e três dimensões.
  - Distribuições Normal, Gama e Weibull.
  - Ajuste.
  - Testes de aderência.

---

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

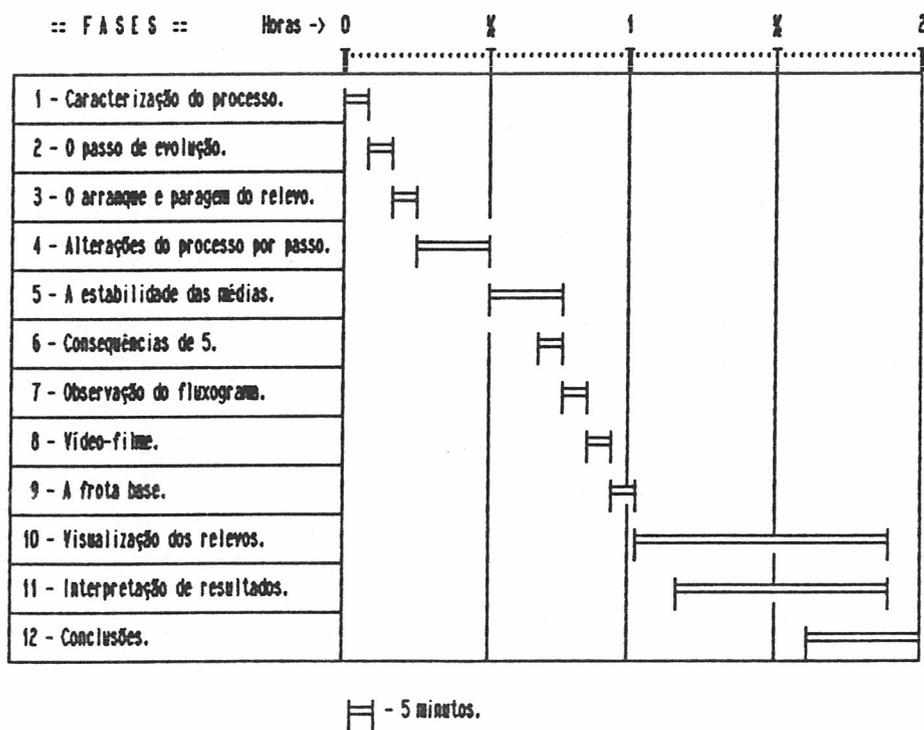
- Programação.
  - Linguagem Pascal.
  - Ficheiros.
  
- Método de Monte Carlo.
  - Números aleatórios.
  - Geradores de aleatórios.
    - Histogramas empíricos.
    - Método de inversão.
    - Método de Von Neumann.
  
- Explorações em céu aberto.
  - Encadeamento de operações.
  
  - Máquinas de carga e transporte. Suas características.
    - Tempo médio de tarefa.
    - Tempo médio de ciclo.
    - Modos de colheita de tempos.
  - Calibre associado às operações.
  
- Instalações de fragmentação.
  - Tolvas.
  - Britadores primários.
    - Encravamentos.
  - Alimentadores.
    - Caudal de alimentação.

Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

Tempo disponível para a aula.

A opção entre uma aula de duas ou três horas é uma decisão difícil de tomar. Neste caso, por se considerar que as três horas seria tempo a mais para o objectivo a atingir, optamos pela aula de duas horas, ficando então um tempo posterior para que os alunos, sozinhos, explorem o algoritmo a seu belo gosto.

Uma possível distribuição dos tempos na aula.



## Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

A distribuição proposta não deve ser entendida como rígida, sob pena de não permitir a participação activa dos alunos, factor primordial nesta aula. Entenda-se então este quadro como orientador do peso a dar a cada fase da lição.

### Os "momentos" da aula.

Esta aula apresenta dois momentos diferentes: Um primeiro (a primeira hora) em que se insere o aluno no contexto do sistema simulado, realçando alguns aspectos particulares importantes; e um segundo, em que o algoritmo é explorado. Entre estas duas fases da aula, o vídeo-filme é apresentado, obtendo o efeito de intervalo.

O posicionamento da classe, na primeira parte, será em auditório, obrigando-se, depois da visualização do vídeo-filme, a uma movimentação para junto de um computador, onde os alunos, em semicírculo, (dependendo do seu número) se sentam para observar o respectivo "display". Em todas estas situações, o aluno deve ter condições para escrever. As novas técnicas audiovisuais permitem a projecção de imagens-vídeo em tela. Este meio está disponível no departamento, sendo pois considerada a sua utilização.

### Material didáctico.

Em virtude desta aula surgir em função das provas de capacidade científica, o material de apoio a projectar será referenciado a figuras desse trabalho.

Este material será apresentado em acetato A4, sendo, por isso, necessário um projector de transparências, a respectiva mesa e uma tela de projecção. Para que o professor possa realçar

————— Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

aspectos das transparências, um ponteiro será bastante útil.

1 - Caracterizar o processo simulado.

- Figuras 2, 3 e 4.

Existindo a possibilidade de se usar dois projectores de acetatos e duas telas, talvez se mantivesse a figura 4 projectada durante toda a aula como imagem central do sistema em estudo.

4 - Resumir as alterações do processo em volta das tarefas críticas.

- Figuras 5 e 6.

7 - Observação do fluxograma geral.

- Figura 24.

11 - Interpretação de gráficos em paralelo com o ponto 10.

- Figuras 25 a 40.

Para a apresentação do vídeo-filme, necessitamos de um televisor, um leitor de vídeo e a respectiva cassete com o filme. Todo este material deve ser ligado e testado antes da aula, tendo o cuidado de posicionar as telas e o televisor de forma que

————— Uma possível aula de uma nova metodologia de ensino

todos os alunos o vejam bem.

Escusado será dizer que um quadro negro, giz e um apagador, poderão vir a ser úteis.

### **Ao terminar ...**

Ao terminar estas provas gostaria de deixar presente a satisfação que sinto quando à saída de uma aula, nos corredores do Departamento ou no café rasgando saquinhos de açúcar vazios, são partilhadas experiências recentes ou do passado daqueles que, com mais ou menos anos na profissão, foram construindo uma atitude sólida e consciente nesta tarefa muitas vezes ingrata que é leccionar pessoas.

## Bibliografia

## **Bibliografia.**

Bibliografia citada nas provas científicas do autor.

Pedagogia na universidade (1985) - Simpósio da UTL.

Plano da disciplina de transportes e movimentação de terras - Dep. Eng. Minas FEUP.

Novak, J. D., Uma teoria da educação (1981) -  
Pioneira editora.

Zabalza, M. A., Diseño y desarrollo curricular.

Anexos.

Texto do vídeo filme

## Vídeo filme Pedreira da Madalena

1- Uma exploração mineira é uma entidade eminentemente dinâmica, em contínua expansão.

2- Perante uma reserva minimamente definida, procede-se à extracção de matéria prima.

3- Numa unidade a jusante, transforma-se essa matéria prima, tendo como objectivo, neste caso, a directa comercialização dos produtos obtidos.

4- Entre a pedreira e a instalação de britagem, unidades aparentemente independentes, existem sistemas de transporte e armazenagem que concretizam a ligação necessária entre elas. O grau de eficácia destes elos, extremamente sensíveis, são a medida da qualidade de toda a cadeia.

5- Quando nos colocamos perante a necessidade ou perspectiva de intervenção, neste sistema tão complexo, impõe-se-nos a conveniência de decompor um tal domínio num certo conjunto de domínios parcelares.

Assim temos:

6.1 Desmonte em bancadas, constituído por Perfuração.

6.2 Carregamento de explosivos.

### 6.3 Detonação.

7.1 Os blocos, com dimensão superior à permitida pela boca de entrada do britador primário, necessitam de ser fragmentados antes de serem transportados para a instalação de transformação.

7.2 Esta operação, conhecida por Taqueio, é constituída por perfuração.

7.3 Carregamento de explosivos.

7.4 Detonação.

7.5 Ou somente quebra com martelo de impacto.

8.1 O material abatido necessita, em seguida, de ser transportado. É a operação de Remoção.

8.2 Inicialmente é feita uma arrumação.

8.3 A carga.

8.4 É o transporte ao longo das vias de circulação que dão acesso ao local de descarga.

9.1 Como porta de entrada na instalação de fragmentação, encontra-se uma tolva armazenadora, cuja função é regularizar a descarga de material no britador primário.

9.2 Aqui, os camiões descarregam o material evacuado da pedreira.

9.3 Um alimentador de arrasto proporciona o esvaziamento da tolva.

10- E toda a sequência a jusante deste local é caracterizada por um diagrama específico para os fins pretendidos.

11- Centrando a nossa atenção nos referidos elos de ligação (transporte e armazenamento) e numa pedreira já a laborar, algumas questões podem ser levantadas para exemplificar tipos de problemas reais:

12- Num sistema de transportes, qual a melhor combinação entre unidades carregadoras e unidades transportadoras, capaz de assegurar uma determinada produção à boca da tolva?

13- Sendo necessário novos equipamentos, que tipo de unidades carregadoras e transportadoras operarão com maior eficiência?

14- Será necessário alterar a configuração e/ou as características das pistas para conseguir melhorias significativas de produtividade?

15- Qual a influência da duração efectiva de um relevo na produção realizada à boca da tolva e no custo da operação de transporte?

16- Qual o impacto das grandes paragens acidentais sobre a produção?

17- Qual a dimensão desejável de uma tolva de armazenamento para que, por saturação, não existam esperas in comportáveis no material circulante?

18- Os domínios parcelares referidos envolvem tempos de tarefa. Longe de serem determinísticos, são caracterizados por uma dispersão em torno de uma média. A existência de acontecimentos resultantes da interferência entre tarefas é ocasionada por fenómenos não enquadrados no ciclo elementar das unidades. Na análise destes problemas, são estudos estatísticos em simuladores estocásticos permitirão uma abordagem com um mínimo de possibilidades de resultados práticos imediatos.

19- Um exemplo de acontecimentos interferentes: se acontecer uma paragem do britador primário, devido a avaria ou encravamento, forma-se uma fila de espera que, só por si, vai alterar, por vezes drasticamente, o tempo médio de ciclo das unidades de transporte, bem como aumentar os tempos de espera das pás carregadoras.

20- Para se implementar um modelo representativo desta realidade, cada tarefa deve ser caracterizada ao pormenor, dependendo a eficácia do modelo da análise mais ou meno exaustiva do sistema.

21- O que se passa com uma pá carregadora?

22- O seu ciclo é decomponível em:

22.1 Avanço até ao material a carregar.

22.2 Carregamento do balde.

22.3 Retorno.

22.4 Manobra.

22.5 Avanço até ao camião.

22.6 Descarga.

22.7 Retorno.

22.8 Manobra.

22.9 E novamente avanço até ao material a carregar.

23- Para as outras múltiplas tarefas, um pouco de observação cuidada permitirá detectar a respectiva decomposição em movimentos elementares.

24- Só depois desta análise será possível elaborar um algoritmo ajustado ao nosso caso. Depois de umas horas de cronometragem, ser-nos-á possível, sentados no gabinete, concretizar uma exploração profunda das questões que se nos deparam.

