

AS DISCIPLINAS BÁSICAS SEM CARÁTER GEOLÓGICO NA FORMAÇÃO DE GEÓLOGOS: UM EXEMPLO DA FÍSICA

SERGIO MANIAKAS *
ARLEI BENEDITO MACEDO **

* Departamento de Geologia Geral e Aplicada da Universidade Estadual de
São Paulo Júlio de Mesquita Filho - IGCE/UNESP - Rio Claro
** Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - SUREG - SP

SUMÁRIO

O curso de Física ministrado aos alunos de Geologia da Universidade de São Paulo não conseguia alcançar, por volta de 1975, um rendimento acadêmico satisfatório, gerando alto índice de reprovação e atitudes negativas dos alunos em relação ao curso. Os resultados do trabalho realizado por uma equipe que estudou o problema foram publicados por MANIAKAS et alii (1976) na Revista Brasileira de Física e não atingiram a comunidade geológica. O presente trabalho está fundamentalmente baseado naquele. Embora os dados do vestibular sejam um pouco antigos para o presente, os autores não acreditam que substanciais modificações tenham ocorrido de forma a anular total ou parcialmente suas conclusões.*

INTRODUÇÃO

A disciplina Física como ministrada aos alunos de Geologia da Universidade de São Paulo (anos de 1975 e anteriores) não tem conseguido alcançar um rendimento acadêmico satisfatório, gerando alto índice de reprovação e atitudes negativas dos alunos em relação à mesma.

O problema foi estudado por um grupo constituído de docentes de Física e Geologia** e alunos de graduação e pós-graduação. Foram levantados os parâmetros condicionantes do curso: situação inicial dos alunos (em relação a conhecimentos básicos de Física e disciplinas necessárias para acompanhamento do curso), recursos disponíveis e necessidades dos alunos em relação à Física. As necessidades foram levantadas em relação aos tópicos de Física necessários para o acompanhamento de disciplinas profissionalizantes do curso de Geologia e para o desempenho profissional, através de questionários aplicados aos professores, geólogos formados e formandos e da análise da literatura especializada, bem como através da incorporação dos resultados de trabalho semelhante efetuado na F.F.L.C. de Rio Claro. A partir do levantamento destes parâmetros foi proposto um programa que visa fornecer aos futuros geólogos os conhecimentos mais necessários à sua vida profissional, levando em conta sua formação inicial e os recursos disponíveis no caso concreto do Instituto de Física da USP.

O estudo realizou-se nas seguintes etapas:
a - levantamento das atitudes dos alunos em relação ao curso;

* Os autores agradecem, para o presente, a colaboração, na coleta parcial de dados do trabalho original, de Paulo Alves de Lima (IF/USP), José Henrique M. Ribeiro (IF/USP) e Rosa M. S. Bello (IG/USP).

** Na época em que os dados foram coletados e analisados (1976) os autores MANIAKAS e MACEDO pertenciam, respectivamente, ao Departamento de Física da extinta F.F.C.L. de Rio Claro e ao Instituto de Geociências da USP.

- b - levantamento das necessidades de Física para os geólogos, dos pontos-de-vista de formação básica, utilidade para acompanhamento de disciplinas no curso de Geologia e utilização prática;
- c - levantamento do comportamento de entrada dos alunos, principalmente no que se refere a conhecimentos básicos de Física, adquiridos no curso secundário.
- d - a partir dos dados fornecidos pelas etapas anteriores, estabelecimento de objetivos gerais e elaboração de uma sugestão de programa, exequível dentro do tempo reservado à disciplina.

ATITUDES DOS ALUNOS

A pesquisa de atitudes dos alunos foi realizada junto a geólogos e formandos em Geologia. Preferimos esta abordagem a uma pesquisa direta junto aos alunos que cursavam Física este ano devido a que:

- suas respostas seriam mais objetivas e menos emocionais;
- seria possível saber quais dos tópicos seriam mais lembrados pelos estudantes após algum tempo;
- os geólogos poderiam contribuir para o conhecimento das necessidades de Física para os profissionais.

O questionário foi aplicado a 31 sujeitos, sendo 20 formandos e 11 formados entre os anos de 1968 e 1974. Dos sujeitos, 16 já tinham experiência de trabalho em Geologia.

O questionário mostrou um forte descontentamento dos geólogos com o curso que lhes tinha sido ministrado. Sendo-lhes perguntada a qualidade do curso, nenhum respondeu ótimo, 5 responderam bom, 12 mau e 14 péssimo. Na parte do questionário destinada a "Observações", os alunos registraram como pontos mais negativos do curso:

- os tópicos ministrados não foram considerados relevantes para o curso de Geologia (principalmente a grande ênfase em Mecânica).
- a maneira como o curso é ministrado, sem ligação com as aplicações geológicas, leva os alunos ao desinteresse e baixo rendimento.

No item "Tópicos tratados no curso", que se destinava a verificar de quais tópicos ministrados os alunos mais se lembravam, as respostas mais frequentes foram: Mecânica (31), Electricidade (30) e Óptica (26).

NECESSIDADES DE FÍSICA PARA GEÓLOGOS

O levantamento das necessidades de Física para geólogos foi efetuado através de:

- questionários e entrevistas com professores dos cursos de Geologia do IG/USP e da F.F.C.L. de Rio Claro,
- pesquisas em livros-texto de Geologia e Geofísica,
- itens inseridos no questionário de atitudes.

Os trabalhos, parciais, realizados na F.F.C.L. de Rio Claro já foram relatados em MANIAKAS (1975). Eles levaram ao estabelecimento de um programa básico de Física para geólogos, aplicado e aprimorado na F.F.C.L. de Rio Claro a partir de 1973, com bons resultados acadêmicos e ótima receptividade por parte dos alunos.

Houve uma grande concordância entre as necessidades encontradas a partir da pesquisa em livros-texto, entrevistas com professores e o questionário, bem como concordância entre os tópicos apontados como úteis para a formação básica, para o acompanhamento de disciplinas profissionalizantes e para utilização prática profissional (TABELA 1).

Assim sendo, foram considerados como os tópicos de Física mais necessários para a formação dos geólogos os seguintes:

Mecânica ondulatória
 Óptica
 Electricidade
 Magnetismo
 Gravitação
 Radioatividade
 Calor

A subdivisão destes tópicos e sua ordenação em programa serão apresentados posteriormente neste trabalho.

COMPORTAMENTOS DE ENTRADA

A situação dos alunos em relação aos conhecimentos básicos de Física foi examinada analisando-se os resultados do exame vestibular de 1975, preparado pelo MAPOFEI. A distribuição de notas de Física dos alunos do curso de Geologia é mostrada pelo histograma da Figura 1.

As notas apresentadas são calculadas atribuindo até o máximo de 2 pontos para cada resposta correta, em 50 questões.

Além desta distribuição pudemos analisar a tabela (TABELA 2) das proporções dos alunos de Geologia com nota 0, 1 e 2 para cada questão do exame de Física e as mesmas proporções para os 5.729 primeiros alunos (primeira lista de classificação) e os 14.928 alunos com nota superior a zero em todas as provas.

Como meio de comparar estes dados, calculamos um índice composto.

$$I = N_1 + 2N_2$$

sendo N_1 e N_2 as proporções dos alunos que receberam nota 1 e 2, respectivamente, em cada questão. Os índices para as questões respondidas pelos três grupos, foram lançados em histogramas (figuras 2, 3 e 4), fornecendo-nos um meio de comparação (precário, mas único a nós disponível) entre os vestibulantes selecionados para a Geologia, os componentes da primeira lista e o total dos vestibulantes do MAPOFEI.

Embora estas comparações devam ser tomadas com reserva, face ao modo de cálculo, estes histogramas mostraram-nos uma leve superioridade nas proporções de acerto dos geólogos em relação aos componentes da primeira lista e uma grande superioridade em relação ao total dos vestibulantes.

Analizando as questões da prova, observamos:

- a - Há uma predominância de questões de Mecânica (22), seguidas de Eletricidade (8), Óptica (5), Hidrostática (6), Termologia (5), Medidas (2) e Acústica (2). Conforme pudemos observar em provas anteriores, esta é uma tendência constante nos vestibulares de Física.
- b - Há uma correspondência entre os resultados médios dos alunos e frequência das questões no vestibular, para cada tópico de Física, conforme observado na TABELA 3. Assim sendo, o desempenho dos alunos é melhor nas questões de Mecânica e Eletricidade, que nas referentes a outros tópicos de Física. Provavelmente isto se deve à maior ênfase dada na preparação dos candidatos nestes tópicos, motivada pela maior frequência de ocorrência nas questões dos vestibulares.

CONDICIONANTES DO PROGRAMA

Um esboço de programa para o ensino de Física para geólogos deve atender os parâmetros apontados acima, em resumo:

- necessidade de conhecimento, a nível de aplicação de princípios básicos de Mecânica, Ondulatória, Óptica, Gravitação, Eletricidade, Magnetismo, Radioatividade e Calor.
- os tópicos deverão ser tratados com ênfase à aplicação em problemas geológicos concretos visando principalmente a motivação dos estudantes, tendo em vista o preconceito muito forte contra a disciplina. Este preconceito, mostrado claramente nas Observações do questionário e nos comentários dos alunos, julga os tópicos de Física ensinados no curso tradicional como inúteis, não objetivos e não atendendo as necessidades dos geólogos. Caberá aos professores encarregados da disciplina a quebra do preconceito, principalmente usando casos concretos que ilustrem a aplicação em Geologia.
- os conhecimentos básicos de Mecânica, já apresentados pelos estudantes no vestibular, são suficientes para o acompanhamento dos outros tópicos de Física e de outras disciplinas do curso de Geologia. Não são suficientes para aplicação, mas seu desenvolvimento até este nível tomaria um tempo muito grande, que pode ser melhor aplicado nos tópicos dos quais os geólogos têm mais necessidade e quase nenhum conhecimento. Assim sendo, não será reservada carga horária específica para Mecânica no programa, cabendo ao professor da disciplina testar os alunos sobre os conhecimentos relativos a cada tópico, quando eles se fizerem necessários e fornecendo-os quando se mostrarem deficientes. Este tipo de abordagem vem sendo levado a efeito no curso de Geologia da F.F.C.L. de Rio Claro, com bons resultados.

Tendo em vista estes condicionantes, consideramos como válidos

os seguintes objetivos:

OBJETIVOS GERAIS

1. Compreender os principais conceitos de Física relevantes para um geólogo.
2. Compreender as leis e princípios gerais da Física relevantes para um geólogo.
3. Fazer observações e medidas com instrumentos simples de laboratório, obtendo generalizações a partir dos dados.
4. Analisar e construir gráficos referentes a grandezas físicas utilizadas pela Geologia.
5. Aplicar os princípios gerais da Física para a elaboração dos modelos que expliquem a ocorrência de anomalias na superfície terrestre.
6. Avaliar algumas implicações dos modelos geofísicos para fenômenos terrestres naturais.
7. Sintetizar os aspectos físicos fundamentais da Geofísica Aplicada.
8. Aplicar os princípios gerais da Física na Geofísica Aplicada.
9. Interpretar criticamente dados físicos relacionados com Geofísica Aplicada.

Para alcançar estes objetivos sugerimos o seguinte esboço de programa, dividido em três semestres, conforme a destinação de carga horária do novo currículo para o curso de Geologia:

1º Semestre: Mecânica Ondulatória, Óptica e Gravitação

2º Semestre: Eletricidade e Magnetismo

3º Semestre: Radioatividade e Calor

A subdivisão destes tópicos é sugerida abaixo. Evidentemente os professores encarregados deverão adaptar esta subdivisão às classes concretas que encontrarem. A subdivisão apresentada é uma adaptação da seguida durante o último ano (1975) no curso de Geologia da F.F.C.L. de Rio Claro.

SUBDIVISÃO DOS TÓPICOS

Mecânica Ondulatória

- Propriedades de ondas em uma dimensão
Dinâmica de um pulso
Ondas estacionárias
- Propriedades de ondas em duas dimensões
Velocidade, refração e profundidade
Ondas estacionárias
- As constantes elásticas
Ondas tridimensionais
Ondas sísmicas: velocidade
Trajetórias
A estrutura da Terra
Oscilações livres da Terra (esfera)
- Ondas em oceanos — causas e efeitos
- Espectro das ondas marítimas
Sonar

Óptica

- O modelo ondulatório e a luz
O espectro eletromagnético
Polarização linear — aplicações em Microscopia Petrográfica
Dupla refração
Cristais — Difração de Bragg — aplicações em raios X

Gravitação

- O movimento circular
Lei de Kepler
Lei de Newton
Campo gravitacional
Aplicação da Lei de Newton para grandes massas
Variações de gravitação com altitude e latitude
Gravidade no interior da Terra — Densidade

Anomalias gravimétricas e aplicação geológica
A forma da Terra
As marés
Pêndulo e gravímetro

Eletricidade

- Campo elétrico
- Linhos equipotenciais
- Eletrodinâmica – principais conceitos
- Medidas elétricas e equipamentos
- Resistividade

Magnetismo

- O campo magnético
- Propriedades magnéticas dos materiais: polos, momento, intensidade, susceptibilidade, permeabilidade, magnetismo residual
- Eletromagnetismo – princípios gerais
- Variações locais do campo magnético – causas
- Origem do campo magnético terrestre (hipóteses)
- Reversão do campo magnético

Radioatividade

- Princípios fundamentais
- A estrutura nuclear
- Radiações α , β e γ : Descrição e propriedades
- Detecção de radiação
- Lei de decaimento
- Séries de desintegração
- Equilíbrio radioativo
- Técnicas radiométricas de prospecção mineral
- A datação radiométrica – métodos
- Fontes de radiação
- Calor interno da Terra

Calor

- Condutividade térmica
- Leis da Termodinâmica
- Equilíbrio de fase – diagramas

Para o desenvolvimento do programa e, principalmente para sua montagem, nas primeiras aplicações, é necessário que seja dada aos professores autonomia na escolha de métodos, recursos e livros-texto, bem como na avaliação. É recomendável que os professores que ministram aulas aos geólogos sejam mantidos com estes alunos em turmas sucessivas, de modo a poderem aperfeiçoar o curso a partir da experiência.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A recente pesquisa promovida pela Sociedade Brasileira de Geologia e Secretaria do Ensino Superior do MEC (1980) sobre a formação do Geólogo nas universidades brasileiras, planejada e supervisionada pela Comissão de Ensino da SBG, simplesmente corrobora as análises feitas nos itens anteriores do presente trabalho. Conforme o texto da edição preliminar, tem-se, na página 102: "Segundo a opinião de 40,6% dos entrevistados, pelo menos uma ou mais de uma entre as disciplinas básicas cursadas contribuíram ou estão contribuindo adequadamente para a formação profissional, destacando-se entre elas a Física, a Química e a Matemática; porém, apenas 0,8% considerou que todas as disciplinas básicas contribuíram. Por outro lado, 56,4% dos entrevistados manifestaram que pelo menos uma ou mais de uma entre as disciplinas básicas não estão contribuindo para a formação profissional, destacando-se entre elas também a Matemática, a Física e a Química".

Tal panorama é nada lisonjeiro para os que ministram disciplinas básicas sem caráter geológico, bem como é pouco gratificante para os que dirigem os cursos de geologia no país, uma vez que a responsabilidade, provavelmente, é dupla. Afinal, um aluno de geologia passa no

mínimo 1,5 anos dos 5 anos do curso estudando tais disciplinas, tempo mais do que suficiente para que elas "marquem", de uma ou de outra forma, sua passagem pelo curso.

Torna-se necessário criteriosa seleção de conteúdos e pesquisa de métodos pedagógicos adequados para todas essas disciplinas, considerando-se que na atualidade as inovações e descobertas geológicas mais notáveis e importantes tem surgido dos ramos mais analíticos da geologia, como a geoquímica, a geofísica, etc.

Não deixa de ser interessante citarmos trechos de um artigo de ANDRADE RAMOS (1976), ex-presidente da SBG: "A geologia sofre, nos últimos lustros, de maneira rápida e intensa, uma profunda modificação nos seus métodos e nos seus critérios de trabalho. A influência de inúmeras outras ciências, em processo de rápida evolução, está modificando sensivelmente o quadro de trabalho do geólogo.

Cada vez mais a dependência interdisciplinar se acentua. Estão ai os sensores remotos a abrir vasto campo para as interpretações geológicas. Está ai a geofísica a oferecer imagens e medidas físicas que devem ser olhadas com olhos de geólogo, trazendo-se para a geologia o benefício dessas ferramentas novas.

Está ai a geomatemática a oferecer sistemas de manuseio de informações geológicas, criando uma segunda inteligência, mais acurada porque isenta do subjetivismo. O geólogo está deixando que as máquinas e as matrizes facilitem seu trabalho de integração e de compreensão do todo.

Está ai a química, com seus conceitos modernos, a trazer valiosos elementos para o geólogo, através da geoquímica, da química dos isótopos e de um instrumental cada vez mais sofisticado e completo.

Cada ano que passa desfigura-se mais a imagem daquele geólogo eclético que exercitava uma auto-suficiência baseada, fundamentalmente, numa extraordinária intuição. Cada ano que passa, as equipes interdisciplinares tornam-se mais e mais, as vedetes da geologia.

Com a evolução das ciências, buscando e encontrando caminhos novos e sobretudo, com o mais completo e acurado conhecimento da Terra, vai-se tornando a geologia mais subordinada a resultados objetivos e menos sujeita a interpretações subjetivas. Diminui seu encanto como arte; cresce seu encanto como ciência.

A geologia de hoje vive presa a todo um contexto científico complexo e incapaz de ser dominado pelo mais completo filósofo contemporâneo. Mas é preciso estar atento a essas influências.

Os geólogos de hoje devem estar de olhos abertos para toda essa trama interdisciplinar a que a geologia está vinculada. Devem ter olhos para ver no quadro geológico — sensuato — as participações da física, da química, da matemática, da biologia, da economia e até mesmo das ciências sociais. Devem ter olhos para ver os subsídios que todos os desdobramentos das ciências modernas possam trazer para o desenvolvimento das geociências."

REFERÉNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, I. A.; O. B. M. NEGRÃO; S. M. MANFREDI - 1981 - A Formação do Geólogo nas Universidades Brasileiras. Soc. Bras. Geol. - Ministério Ed. Cult., Sec. Ens. Sup., Ed. Prel., p. 102.
- MANIAKAS, S. - 1975 - Um Curso de Física Básica para geólogos: objetivos. Res. 27a. Reunião Anual Soc. Bras. Progr. Cien., Belo Horizonte, p. 22.
- MANIAKAS, S.; A. B. MACEDO; P. A. LIMA; J. H. M. RIBEIRO; R. M. S. BELLO - 1976 - Um Curso de Física Básica para Geólogos - Levantamento de parâmetros e planejamento de programa. Atas III Simp. Nac. Ensino de Física, São Paulo, in Vol. Especial Rev. Bras. Fís., nº 3, pp. 968-982.
- RAMOS, J. R. A. - 1976 - Olhos Abertos para as Influências Interdisciplinares. Min. e Metal., 17 (370), Jan., pp. 22-23.

ANEXO 1

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA GERAL — SETOR DE ENSINO BÁSICO
PROJETO: CURSO DE FÍSICA PARA GEÓLOGOS

QUESTIONÁRIO

Ano de entrada no curso: _____

Ano de formatura: _____

Quantos semestres cursou de Física? _____

Tópicos tratados no curso _____

Dos tópicos tratados no curso, quais você julgou necessário para o acompanhamento das disciplinas do curso de Geologia?

Dos tópicos tratados no curso, quais você teve oportunidade de empregar diretamente na vida profissional?

Área de trabalho: _____

Tipo de instituição: _____

Mesmo não empregando na vida profissional, quais tópicos de Física você julga necessários para o geólogo?

Como você definiria a qualidade do curso de Física que lhe foi ministrado durante o curso de Geologia?

----- Ótimo

----- Bom

----- Mau

----- Péssimo

OBSERVAÇÕES:

TABELA 1 - Tópicos de Física com maior frequência de respostas, para as diversas categorias do questionário de atitudes,

| Tópicos | Necessários para acompanhamento de disciplinas | Utilizados na prática | Necessárias para formação básica |
|----------------|--|-----------------------|----------------------------------|
| Óptica | 11 | 2 | 12 |
| Eletricidade | 11 | 6 | 12 |
| Mecânica | 4 | 2 | 2 |
| Magnetismo | 4 | 1 | 7 |
| Radioatividade | 1 | 1 | 1 |
| Calor | 1 | 1 | 2 |

TABELA 3 - Divisão de questões e média de índice I, por tópico de Física, para alunos aprovados no vestibular de Geologia em 1975.

| Tópicos | Número de Questões | Média |
|------------------|--------------------|-------|
| Eletricidade | 5 | 100,4 |
| Eletromagnetismo | 3 | 57,3 |
| Mecânica | 21 | 108,2 |
| Termologia | 5 | 62,8 |
| Hidrostática | 6 | 61,7 |
| Óptica | 5 | 33,6 |
| Acústica | 2 | 103,0 |
| Medidas | 2 | 30,0 |
| MÉDIA GERAL | | 83,4 |

TABELA 2 - Estatística de notas no exame de Física do MAPOFEI, 1975.

| Questão | Aprovados para Geologia | | | Primeirós 5.759 | | | Primeiros 14.928 | | |
|---------|-------------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| | ...0... | ...1... | ...2... | ...0... | ...1... | ...2... | ...0... | ...1... | ...2... |
| 1 | 16,0% | 16,0% | 68,0% | 24,4% | 24,3% | 51,3% | 50,2% | 23,9% | 25,9% |
| 2 | 80,0% | 6,0% | 14,0% | 85,3% | 2,0% | 12,7% | 92,6% | 1,2% | 6,2% |
| 3 | 80,0% | 12,0% | 8,0% | 84,2% | 8,7% | 7,1% | 91,9% | 5,3% | 2,8% |
| 4 | 16,0% | 4,0% | 80,0% | 20,1% | 1,8% | 78,1% | 36,6% | 1,6% | 61,8% |
| 5 | 74,0% | 6,0% | 20,0% | 85,3% | 3,5% | 11,2% | 93,7% | 1,6% | 4,7% |
| 6 | 44,0% | | 56,0% | 66,1% | 1,4% | 32,5% | 80,9% | 0,9% | 18,2% |
| 7 | 64,0% | 10,0% | 26,0% | 73,5% | 6,9% | 19,6% | 88,5% | 3,1% | 8,4% |
| 8 | 58,0% | 16,0% | 26,0% | 69,3% | 12,2% | 18,5% | 85,3% | 6,3% | 8,4% |
| 9 | 64,0% | 16,0% | 20,0% | 78,0% | 11,0% | 11,0% | 90,5% | 5,0% | 4,5% |
| 10 | 28,0% | 18,0% | 54,0% | 42,3% | 16,0% | 41,7% | 69,7% | 9,8% | 20,5% |
| 11 | 38,0% | 38,0% | 24,0% | 60,6% | 30,1% | 9,3% | 72,5% | 22,6% | 4,9% |
| 12 | 18,0% | 12,0% | 70,0% | 29,4% | 11,9% | 58,7% | 60,5% | 8,0% | 31,5% |
| 13 | 52,0% | 34,0% | 14,0% | 68,4% | 24,8% | 6,8% | 85,4% | 11,7% | 2,9% |
| 14 | 50,0% | 22,0% | 28,0% | 71,6% | 13,9% | 14,5% | 87,2% | 6,3% | 6,5% |
| 15 | 20,0% | 8,0% | 72,0% | 17,2% | 9,3% | 73,5% | 49,6% | 7,5% | 42,9% |
| 16 | 74,0% | 10,0% | 16,0% | 81,8% | 5,4% | 12,8% | 91,4% | 3,1% | 5,5% |
| 17 | 8,0% | 16,0% | 76,0% | 19,2% | 14,5% | 66,3% | 54,7% | 12,2% | 33,1% |
| 18 | 70,0% | 14,0% | 16,0% | 82,8% | 7,9% | 10,2% | 92,8% | 3,0% | 4,2% |
| 19 | 44,0% | 2,0% | 54,0% | 58,2% | 2,4% | 39,4% | 79,6% | 1,3% | 19,1% |
| 20 | 4,0% | 2,0% | 94,0% | 17,1% | 4,0% | 78,9% | 49,2% | 3,3% | 47,5% |
| 21 | 64,0% | 24,0% | 12,0% | 58,1% | 24,8% | 17,1% | 79,6% | 12,9% | 7,5% |
| 22 | 76,0% | 8,0% | 16,0% | 83,9% | 6,1% | 10,0% | 93,3% | 2,7% | 4,0% |
| 23 | 42,0% | 32,0% | 26,0% | 66,4% | 18,4% | 15,2% | 84,6% | 8,9% | 6,5% |
| 24 | 18,0% | 46,0% | 36,0% | 32,7% | 39,4% | 27,9% | 50,7% | 35,9% | 13,4% |
| 25 | 86,0% | 4,0% | 10,0% | 89,3% | 5,1% | 5,6% | 93,5% | 3,6% | 2,9% |
| 26 | 44,0% | | 56,0% | 58,9% | | 41,1% | 78,9% | | 21,1% |
| 27 | 84,0% | 16,0% | | 89,6% | 9,0% | 1,4% | 94,6% | 4,8% | 0,6% |
| 28 | 4,0% | 16,0% | 80,0% | 5,9% | 19,7% | 74,4% | 30,0% | 21,8% | 48,2% |
| 29 | 2,0% | 42,0% | 56,0% | 10,3% | 42,0% | 47,7% | 34,6% | 37,0% | 28,4% |
| 30 | 56,0% | 14,0% | 30,0% | 71,4% | 2,8% | 25,8% | 84,3% | 1,6% | 14,1% |
| 31 | 82,0% | 16,0% | 2,0% | 92,2% | 5,8% | 2,0% | 97,0% | 2,3% | 0,7% |
| 32 | 70,0% | 30,0% | | 74,4% | 25,0% | 0,6% | 86,9% | 12,9% | 0,2% |
| 33 | 76,0% | 2,0% | 22,0% | 88,7% | 0,9% | 10,4% | 95,3% | 0,4% | 4,3% |
| 34 | 70,0% | 6,0% | 24,0% | 82,5% | 2,6% | 14,9% | 92,3% | 1,4% | 6,3% |
| 35 | 50,0% | 14,0% | 36,0% | 63,4% | 6,4% | 30,2% | 84,2% | 3,0% | 12,8% |
| 36 | 58,0% | 22,0% | 20,0% | 60,3% | 18,8% | 20,9% | 81,4% | 9,4% | 9,2% |
| 37 | 16,0% | 48,0% | 36,0% | 32,9% | 35,0% | 32,1% | 58,2% | 25,6% | 16,2% |
| 38 | 48,0% | 22,0% | 30,0% | 49,1% | 14,8% | 36,1% | 75,5% | 8,1% | 16,4% |
| 39 | 90,0% | 2,0% | 8,0% | 90,9% | 2,4% | 6,7% | 96,3% | 1,0% | 2,7% |
| 40 | 90,0% | 10,0% | | 94,3% | 2,8% | 2,9% | 97,8% | 1,1% | 1,1% |

(cont.)

(cont.)

| | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 41 | 14,0% | 8,0% | 78,0% | 24,6% | 3,3% | 72,1% | 40,8% | 4,4% | 54,8% |
| 42 | 88,0% | | 12,0% | 83,6% | 2,2% | 14,2% | 92,0% | 1,9% | 6,1% |
| 43 | 60,0% | 6,0% | 34,0% | 64,1% | 8,4% | 27,4% | 83,9% | 4,4% | 11,7% |
| 44 | 56,0% | 2,0% | 42,0% | 70,0% | 1,7% | 28,3% | 84,8% | 1,0% | 14,2% |
| 45 | 26,0% | 8,0% | 66,0% | 21,6% | 6,1% | 72,3% | 45,7% | 7,9% | 46,4% |
| 46 | 54,0% | 34,0% | 12,0% | 61,0% | 27,9% | 11,1% | 79,8% | 14,7% | 5,5% |
| 47 | 86,0% | 2,0% | 12,0% | 89,0% | 4,4% | 6,5% | 93,4% | 3,4% | 3,2% |
| 48 | 80,0% | 16,0% | 4,0% | 80,4% | 17,1% | 2,5% | 88,8% | 10,1% | 1,1% |
| 49 | 52,0% | 2,0% | 46,0% | 70,3% | 1,8% | 27,9% | 86,3% | 0,9% | 12,8% |
| 50 | 14,0% | 18,0% | 68,0% | 9,5% | 15,2% | 75,3% | 36,2% | 15,7% | 48,1% |

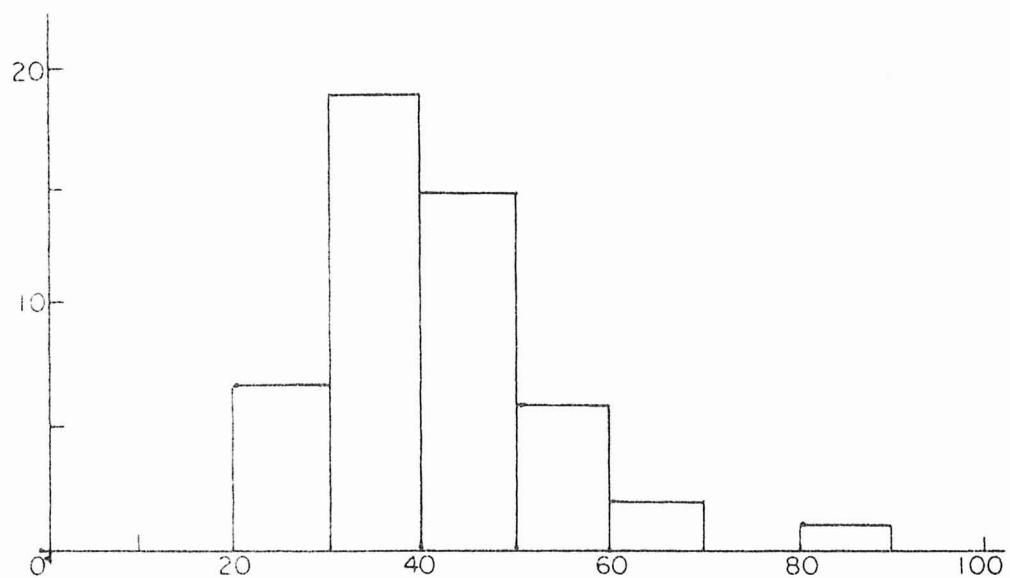


Fig. 1: Histograma de notas brutas na prova de Física do MAPOFEI de 1975, para os alunos selecionados para Geologia.

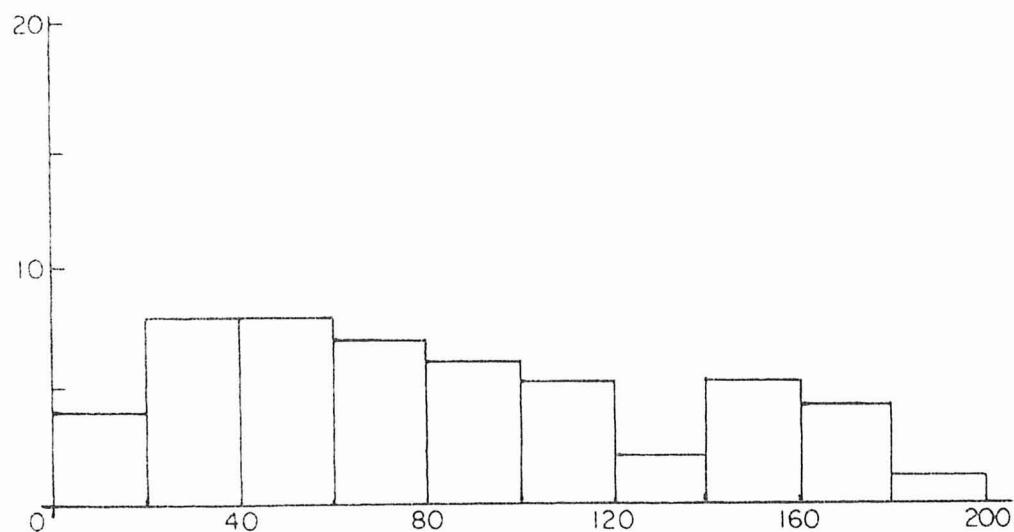


Fig. 2: Histograma de distribuição do índice I, para os alunos selecionados para Geologia no MAPOFEI, nas 50 questões da prova de Física.

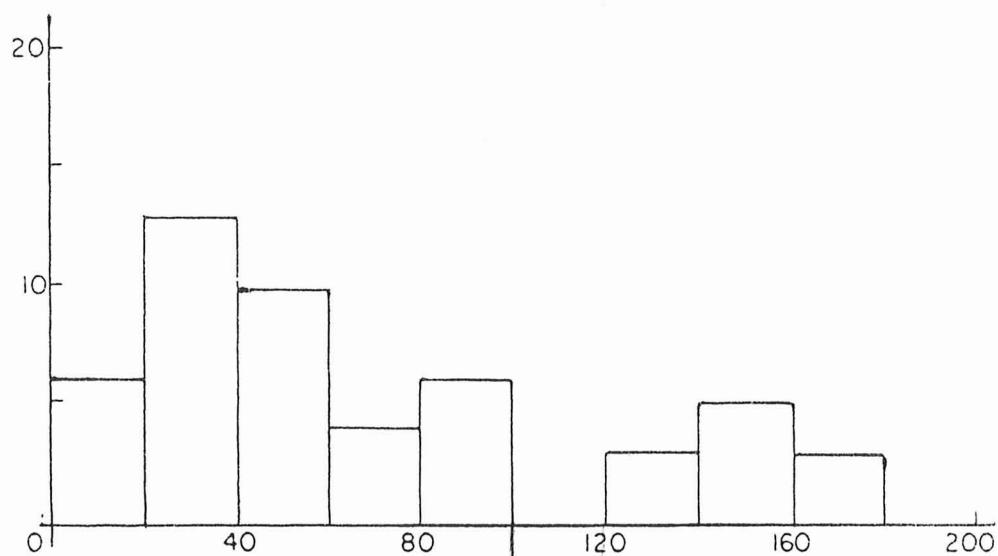


Fig. 3 : Histograma de distribuição do índice I , para os 5.759 primeiros alunos do MAPOFEI, nas 50 questões da prova de Físico.

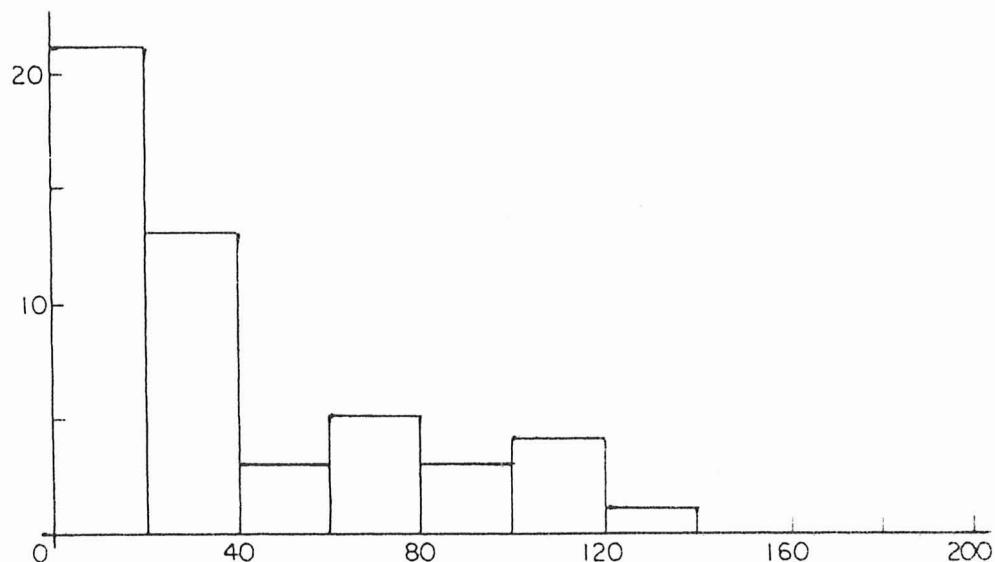


Fig. 4 : Histograma de distribuição do índice I , para os alunos com todas as notas acima de zero (14.928) no MAPOFEI, nas 50 questões da prova de Físico.