MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
PREMEN/UFRGS/DEF
LABORATÓRIO DE METODOLOGIA E CURRÍCULO

# CADERNOS DE METODOLOGIA

# CIÊNCIAS

## VOLUME II B

VERSÃO EXPERIMENTAL - 1976

PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

NO CURRÍCULO DE 1º GRAU

MEC/PREMEN/UFRGS/DEF

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Departamento de Ensino e Currículo

Laboratório de Metodologia e Currículo

* Edição Experimental - 1976

* Este projeto foi financiado com recursos do Plano Setorial de Educação 1975/1979

EQUIPE DE PROFESSORES RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO CADERNO

Attico Chassot (Departamento de Química Inorgânica)
Cícero Marcos Teixeira (Departamento de Ensino e Currículo)
Esther Pillar Grossi (GEEMPA)
Léa da Cruz Fagundes (Departamento de Ensino e Currículo)
Rolando Axt (Departamento de Física)

Equipe de Apoio
Anamaria Rangel Monteiro
Cibele da Cruz Fagundes
Gino Mazzilli

Coordenação
Léa da Cruz Fagundes

APRESENTAÇÃO

A série "Cadernos de Metodologia" foi iniciada no Laboratório de Metodologia e Currículo do Departamento de Ensino e Currículo da Faculdade de Educação da UFRGS, com o volume I - Comunicação e Expressão.

A Coordenação do Projeto "Novos Materiais para o Ensino de Ciências" do PREMEM/MEC tornou possível este estudo em busca de alternativas para integração do ensino de Ciências e Matemática no Currículo de 1º Grau. Aparece, assim, a versão experimental do volume II - Ciências, em dois livretos: volume II-A, para ser experimentado nas primeiras séries do Currículo por Atividade, e volume II-B, para ser experimentado em séries do Currículo por Área.

Durante a elaboração do Caderno foram mantidos contatos com especialistas de diferentes países, em três encontros realizados na Europa (75/76). Houve ocasião de discutir projetos que perseguem metas comuns de integração do ensino científico*.

Procurando um modelo desencadeador do processo integrativo em nossa realidade escolar, foi escolhida como base a teoria psicogenética de Jean Piaget. Mas esta é uma tarefa ambiciosa. A obra de Piaget se constitui num manancial ainda inexplorado, à espera de uma verdadeira arquitetura pedagógica.

Alguns especialistas já têm realizado experimentos sistemáticos e centros de educação se ocupam de treinamento de professores e de produção de materiais. Foram consultados especificamente materiais que apresentam uma orientação cognitiva psicogenética, como:

"Projeto Nuffield", da "Nuffield Foundation"

"Activités d'Éveil Scientifique", do "Institut National de Recherche et de Documentation Pédagogiques"

"Relatórios de Seminários da UNESCO" para Ásia, África e América Latina

Publicações da "Comission de Renovation de l'Enseignement de la Physique et de la Technologie"

Ambos os cadernos, II-A e II-B, são constituídos de duas partes. A primeira parte consta de:

I - Introdução: Explicações sobre a finalidade e aplicabilidade do material.

---

*Ver Referências Bibliográficas

II - Integração na Área de Ciências: Delineamento do quadro teórico em que se apóia a integração proposta para o ensino de matemática e ciências.

III - Diagnóstico Experimental: Descrição das provas de Piaget tal como foram utilizadas no trabalho experimental para conhecimento de pequena amostra da nossa realidade escolar.

IV - Orientação aos Professores: Orientação quanto a procedimentos para utilização do material de ensino.

Na segunda parte, são descritas, minuciosamente, sugestões de atividades a serem realizadas com os alunos, numa tentativa de traduzir operacionalmente os princípios teóricos propostos. Pretende-se que esta seqüência de atividades, depois de reformulada e enriquecida pela contribuição dos professores que a experimentarem, concretize um paradigma para futuras seqüências de um currículo.

## I - INTRODUÇÃO

O propósito fundamental deste caderno é oferecer, aos professores em exercício nas escolas de 1º Grau, a colaboração de especialistas interessados na troca de experiências e na melhoria da qualidade do ensino.

A questão considerada é a aprendizagem de Ciências e de Matemática pelo aluno comum e mesmo pela criança culturalmente carente. Acredita-se que em nossa sociedade em busca de desenvolvimento, a exemplo do que vem acontecendo nos grandes centros universitários do mundo, aqueles que tratam com a lógica interna do conhecimento devem cooperar com os que têm a responsabilidade de transmití-lo.

O aumento do número de alunos, assegurado pelo acesso obrigatório ao ensino de 1º Grau, a dificuldade de recrutamento de pessoal docente suficientemente formado e o conjunto das necessidades econômicas, técnicas e científicas que acompanham as reformas educacionais determinam as exigências de mudança dos métodos de ensino.

Os métodos verbais - há centenas de anos utilizados no ensino - que tem servido apenas a uma minoria de alunos bem dotados para as ciências e a matemática, passam a ser questionados quando:

- aumenta a necessidade de estender e intensificar a formação científica das novas gerações;
- deseja-se proporcionar oportunidade de educação e desenvolvimento a todas as crianças;
- a psicologia experimental já consegue explicar alguns mecanismos das operações mentais no processo de aprendizagem e estabelecer leis do desenvolvimento da inteligência humana;
- a investigação experimental sobre construção de currículos, nos últimos 20 anos, permitindo testar modelos e controlar resultados, oferece dados significativos sobre os problemas metodológicos.

A partir de tal problemática, o que se propõe neste Caderno é a colaboração estreita entre especialistas e professores de crianças de 7 a 14 anos, para realização de experiências curriculares sobre integração no ensino de ciências e de matemática.

Pareceu necessária uma experimentação cuidadosa com microseqüências de ensino. Tal experimentação visa determinar melhor os numerosos problemas relacionados com a estruturação do currículo, para que possam surgir novas idéias que orientem, com maior adequação à nossa ralidade, o planejamento de um ensino integrado.

O Diagnóstico Inicial

Ao tentar determinar os fatos que deverão ser considerados no planejamento de uma unidade de ensino, iniciou-se o diagnóstico a partir da experiência imediata da equipe. Esta procurou responder às seguintes questões:

- Quais são as necessidades de formação científica para um cidadão comum?
- Como os alunos estão chegando aos cursos de nossa Universidade?
- Qual seria a formação anterior necessária para um jovem que pretenda especializar-se em ciências ou matemática?
- Que tipo de informações sobre o desenvolvimento da criança e sobre teorias de ensino e currículo manipula o aluno nos cursos de licenciatura?
- Que treinamento em ensino de crianças e de pré-adolescentes recebe o futuro professor?
- De que materiais os professores de matemática e ciências dispõem, na prática, para organizar o ensino?

A resposta a essas indagações conduziu ao reconhecimento de aspectos da realidade escolar, determinando as seguintes decisões:

1. A utilização deste material de ensino deve dispensar treinamento prévio do professor, assim como atrair professores de quaisquer escolas.

2. Este material deve propôr uma dexcrição que carece de formação específica, e ao mesmo tempo constituir-se em desafio para a criatividade daquele professor que tem condições para reformulá-lo e enriquecê-lo no todo, ou em parte.

3. A integração proposta afasta-se dos termos ideais para adequar-se a realidades como:
- currículos formais e estruturais;
- professores com formação que não favorece a interdisciplinaridade;
- restrição de horários do professor para o trabalho em equipe.

## II - INTEGRAÇÃO NA ÁREA DE CIÊNCIAS

### A - Características do pensamento e do método científico a serem considerados no ensino

Em relato de pesquisa, Host e outros (INRDP, nº 62, 1973) afirmam que as idéias que os adultos têm, muitas vezes, da ciência, constituem maior obstáculo à formação científica do que as próprias representações espontâneas das crianças nos diferentes estádios de seu desenvolvimento cognitivo.

Torna-se, pois, muito importante precisar uma concepção da ciência, considerando tanto a atividade como a atitude científicas:

A Atividade Científica

"A atividade científica consiste em descobrir, no fluxo irreversível dos fenômenos, as relações gerais que se repetem regularmente e que vão permitir organizar os dados da experiência, prever os eventos e agir sobre eles. O pensamento científico implica o domínio de métodos e de conceitos, mas só se torna operatório quando é orientado por uma atitude científica."

A Atitude Científica

"A atitude científica se expressa pela curiosidade constantemente despertada ao contato dos fatos; por uma necessidade de recorrer à observação e à experimentação para encontrar a resposta ao problema formulado, em vez de se contentar com opiniões baseadas em informações superficiais; pela vontade e capacidade de questionar um modelo teórico e submetê-lo à experimentação; por recorrer-se à imaginação para encontrar novas hipóteses."

Tradicionalmente, são caracterizadas duas etapas no método científico: a observação e a experimentação. Mas é necessário entender que a observação não é um simples exercício dos sentidos e que a experimentação não se restringe à formulação de hipóteses e procedimentos dedutivos.

O que é a observação científica?

Freqüentemente a observação tem sido concebida como um exercício dos sentidos sobre um objeto exterior em que o sujeito procura uma realidade pré-existente fora de si e sobre a qual ele não intervém. Essa concepção ignora aspectos psicológicos que são fundamentais. A observação científica (Host, 1973) deve ser definida como:

1º) "Uma operação investigadora, impulsionada por uma indagação seja precisa, ou mesmo inicialmente confusa. Torna-se científica à medida em que essa reação de buscar ultrapassa a simples necessidade imediata para transformar-se em descoberta de novas relações entre os objetos observados."

2º) "Uma atividade intelectual tanto em nível de investigação quanto em nível de interpretação. Para descobrir novas relações entre os observáveis e chegar a construir sistemas explicativos, o sujeito precisa atribuir propriedades aos objetos e após combinar de modos diferentes essas propriedades, definindo os possíveis critérios."

A observação científica não é oposta à observação empírica (aquela, por exemplo, do comerciante que examina atentamente a reação dos seus clientes). Ela consiste numa especificação progressiva. À medida que o observador vai construindo cadeias lógico-matemáticas, que o auxiliam a alcançar maior rigor, pode organizar as informações colhidas num sistema de relações, como por exemplo:

- estabelecer a posição relativa das diferentes partes de um todo;
- comparar uma forma a outra já conhecida;
- definir uma cronologia, ou evolução, etc ...

Tanto na história da Ciência como na história do indivíduo, a capacidade de observar progride juntamente com a evolução da estrutura cognitiva. A observação ingênua da criança não sofre de um "deficit" sensorial, o que ela reflete são os aspectos específicos do pensamento infantil, sua "centração", sua "irreversibilidade", etc ...

A observação modifica o conhecido, não pela acumulação de dados sensoriais, mas porque ela contribui para o estabelecimento de um sistema de relações. Por isso ela não pode conduzir à descoberta de uma relação nova se não estiver ligada a atividades operatórias de classificação, de seriação, de medida, pelo sujeito.

É muito importante para a interpretação da observação que os dados possam ser dispostos num quadro organizador que expresse o sistema de relações estabelecido.

Os dados da observação devem ser comunicáveis: os resultados do esforço individual tornam-se objetivos quando são registrados seja em desenhos, seja em linguagem com vocabulário específico, seja em linguagem matemática. Estes registros devem colocar em evidência as relações estabelecidas e descrever as condições espaciais e temporais que permitam reproduzí-las.

A interpretação bem conduzida da observação ajuda a ultrapassar as explicações antropomórficas, animistas, artificialistas, ca -

racterísticas do pensamento pré-operatório.

A observação é, pois, uma atividade criadora (reação de surpresa, emoção, levantamento de hipóteses) e reguladora do pensamento científico.

"A observação é uma atividade de investigação orientada por quadros lógicos e por conhecimentos do sujeito estreitamente ligados às suas atividades operatórias (classificação, seriação, etc) que permitem construir as categorias do pensamento científico (propriedade,substâncias, funções, etc)" (Host, V. et allü, 1973).

A formação científica progride a partir das formulações ingênuas das crianças na medida em que se lhes permite agir sobre o meio e sentir a necessidade de explicações. Por exemplo, a afirmação "a ave tem asas para voar", é uma constatação não-operatória que não permite compreender porque algumas aves não voam. É só analisando o funcionamento das asas que poderá compreender porque algumas não permitem o vôo.

Na separação entre as disciplinas, a observação foi identificada com as atividades científicas, enquanto que as práticas operatórias (classificar, ordenar, medir, etc) foram consideradas somente sob o aspecto matemático. Essa dissociação impede a continuidade do fazer científico nos procedimentos hipotéticos dedutivos que devem seguir-se à observação.

O cientista não se contenta em pensar. A parte mais delicada de seu trabalho consiste em verificar uma hipótese por uma prática experimental.

Em que consiste a experimentação, no ensino científico?

No momento da análise e interpretação dos dados é, muitas vezes, necessário recolocar o objeto ou o fenômeno em diferentes situações para poder controlar o que permanece invariante, numa série de variações, e encontrar explicações causais.

"Por experimentação se designa o conjunto de operações que permitem cercar qualitativa e quantitativamente os fatores relacionados com as variáveis presentes nas transformações de determinado objeto.

Assim, as práticas operatórias são essenciais na experimentação, permitindo e exigindo um esforço de interiorização e de reflexão que ativa os quadros lógicos do pensamento do experimentador.

Um aspecto a ser considerado é a existência de grandes conjuntos teóricos aceitos sem discussão pela comunidade científica (Tawney, 1975). Comumente cabe ao professor apresentar aos alunos certos aspectos deste corpo de conhecimento já estabelecido. Pode, então, acontecer que eles incorporem a idéia de que é necessário aceitar passivamente, sem possibilidade de reinventar, de descobrir.

A experimentação deveria envolver o aluno na reconstrução das teorias, aprendendo a fazer ciência, a compreender e a utilizar técnicas e operações para elaborar, interpretar e verificar modelos explicativos.

A meta final da experimentação no ensino deveria ser "a formação de um aluno capaz de imaginar experimentos para verificar hipóteses, ou seja:

- conceber teoricamente experiências que isolem as variáveis sem modificar o fenômeno;
- conceber combinações mais prováveis das variáveis em cada situação;
- conceber procedimentos práticos que permitam efetivamente realizar a experiência."

B - Características da Matemática relevantes para a integração no Ensino de Ciências

As surpreendentes propriedades do número, afirma Bruter (1974) e suas virtudes operatórias têm-nos levado a considerar a matemática como "ciência do número". O sonho de muitos biólogos e sociólogos é fazer a ciência quantitativa. Entretanto, matemáticos como Bruns e Poincaré já conseguiam mostrar que certos problemas só poderiam ser solucionados qualitativamente. Isto conduziu outros matemáticos a uma nova reflexão sobre a forma.

No século XVIII, Fermat e Descartes descobriam a utilidade do número para tratar a forma, criando-se a análise matemática. Chegou-se a proclamar "tudo é número". Mas depois admitiu-se que a geometria era um instrumento útil para tratar o número.

Bruter afirma que, "para a descrição da realidade complexa , o número é inseparável da forma."

Desde o século XVII os filósofos têm desenvolvido novas doutrinas sobre a natureza e o método próprio das ciências matemáticas como o intuicionismo, o empirismo, o pragmatismo, o formalismo, etc.

Ao analisar o pensamento matemático como "o complexo das atividades mentais que eventualmente conduzem à solução raciocinada de um problema matemático", E.W.Beth (1961, pág. 24) distingüe três fases consecutivas:

1) A fase da investigação - a fase do pensamento matemático espontâneo, original, inventivo e mesmo criador.

2) A fase da organização, que tende a apresentar a solução encontrada sob a forma de um raciocínio correto.

3) A fase de verificação, que consiste em repensar o raciocínio para verificar se está correto e se ele conduz verdadeiramente à solução do problema proposto.

Ora, continua Beth, uma publicação matemática geralmente só reproduz a fase 3, para que o estudioso, repensando o raciocínio apresentado, por sua vez possa apreender o valor científico da solução proposta. Os textos quase nunca apresentam o caminho percorrido pelo matemático nas fases anteriores.

Na prática da pesquisa matemática sempre existiu um curioso dualismo metodológico expresso em procedimentos heurísticos e procedimentos demonstrativos.

O simples fato de um trabalho original, no domínio da pesquisa matemática, ser chamado tanto de "criação" ou "invenção" como de "construção" ou "descoberta" expressa todo o aspecto multiforme da experiência matemática.

A verdade é que não se pode mais radicalizar uma oposição entre:

- a atitude de considerar os entes matemáticos como seres da natureza que se tenta descobrir e,
- a atitude de aceitá-los como uma criação do intelecto humano, que só algumas vezes imita a realidade.

A psicologia que estuda a origem do pensamento matemático, empregando métodos experimentais, não conduz necessariamente à comprovação nem do empirismo, nem do intuicionismo. Segundo Piaget (1961):

"1º) Se as experiências são indispensáveis ao sujeito para que se inicie o desenvolvimento de sua atividade lógico-matemática, não é das experiências físicas que se extraem os resultados, mas das ações ou operações do sujeito sobre estes objetos, o que é muito diferente.

2º) Essa concepção operatória dos inícios da atividade lógico-matemática não conduz necessariamente ao intuicionismo, porque o processo de elaboração do sujeito não é somente progressivo, ele é também "reflexivo", pois necessita constantemente remanejar estruturas anteriores e reorganizá-las sobre bases cada vez mais ampliadas. Segue-se que a corrente do pensamento só gradativamente depreende da intuição operatória as habilidades hipotético-dedutivas."

O pensamento matemático desenvolve-se com a atividade do sujeito, estabelecendo relações entre as propriedades dos objetos, entre as transformações sobre esses objetos e entre as propriedades dessas transformações.

O pensamento humano, submetido a campos de força da natureza ao mesmo tempo os simula e os constrói. O pensamento matemático é a observação dessa construção. O discurso matemático é o símbolo que descreve e analisa essa construção.

A natureza da matemática, segundo Bruter (1974) tem, de um lado, o valor pedagógico de habituar o raciocínio explicativo causal forçando o pensamento à observação, à percepção das propriedades profundas dos objetos, desenvolvendo a capacidade tanto de análise quanto de síntese.

A matemática tem, de outro lado, um valor operatório. Ela nos possibilita um modelo qualitativo-quantitativo do ambiente.

Pode-se dizer que a matemática possibilita construir os modelos que ajudarão a elaborar sistemas explicativos nas ciências naturais.

"No domínio da matemática pura são consideradas noções prodigiosamente abstratas, mas sob outro aspecto", afirma Amoroso Costa (1971), "a matemática é um instrumento incomparável de investigação; o estudo de um fenômeno só tem a ganhar quando pode ser posto em equação ou reduzido a números. É preciso também solicitar o papel primordial do senso estético, porque as combinações úteis dos dados observados", alerta Amoroso Costa (1971, pág. 35), "as transformações, ficam ao mesmo tempo mais belas, e essa harmonia é um admirável fio condutor."

Os modelos matemáticos nem sempre se ajustam à realidade com absoluta perfeição. Entretanto, têm a propriedade de atrair a atenção para aspectos particulares dos objetos que descrevem, ao mesmo tempo forçando a reflexão e propiciando a descoberta das relações que permanecem invariantes através de diferentes transformações.

De outro lado, a matemática,pela generalidade dos objetos de que trata, coloca o pensamento em condições de dominar situações particulares, de modo que o pesquisador poderá utilizar técnicas de exame e métodos de observação que lhe permitirão desvendar as propriedades fundamentais dos fenômenos que estuda.

Assim, segundo Bruter (1974):

- um <u>enunciado matemático</u> relativo a dado objeto é a exposição de uma <u>propriedade</u> desse objeto, apreendida depois de atenta <u>observação</u>;

- a <u>demonstração</u> deste enunciado consiste em mostrar a validade e consistência dessa observação.

Como em toda a ciência, a observação desempenharia um papel fundamental em matemática, a princípio se referindo a exemplos particulares, como nas ciências físicas ou biológicas, para posteriormente possibilitar a experimentação, antes da formulação de uma lei geral.

C - Integração no ensino de Ciências e Matemática

Diferentes alternativas têm sido tentadas em experiências de ensino integrado (Sant'Anna, 1975). Em geral, três tipos de organização curricular interna têm sido estudados:

"1º tipo: envolve atividades de aprendizagem centradas em objetivos principais. Conteúdos diversificados entrariam em jogo, na medida em que fossem necessários para o alcance de objetivos comuns.

2º tipo: enfatiza o conteúdo. Dois tipos de abordagem seriam plausíveis:

a) integração horizontal dos conteúdos, em que estes se inter-relacionam, constituindo um centro de interesse;

b) integração vertical de conteúdos, uma hierarquia de estruturas básicas combinadas entre si, como no caso da matemática atualmente.

Estas estruturas e os isomorfismos estruturais delineiam todo um movimento que se opõe às tradicionais separações.

3º tipo: consiste no desenvolvimento dos módulos ou blocos de trabalho na solução de problemas. Neste tipo, é atribuída maior importância ao ambiente e ao desenvolvimento de habilidades e atitudes, à formação de trabalhar e investigar por parte do aluno e do grupo."

Muito se tem debatido, em teoria de currículo, sobre estas abordagens multi-dimensionais e a contra-exigência das diversas disciplinas ou "campos de conhecimento". Os protestos também se levantam tanto de psicólogos como de matemáticos, que acreditam prematuros os esforços para integrar, no ensino, a matemática com as ciências físicas e biológicas.

Mas, tendo-se em vista que os objetivos curriculares propostos para a Área de Ciências no Ensino de 1º Grau são o "desenvolvimento do pensamento lógico e a vivência do método científico" (Parecer 853/71 do C.F.E.), acredita-se que um maior nível de integração deve ser buscado continuamente no currículo.

Jean Piaget, no Colóquio da OCDE (Nice, setembro de 1970) propõe distinção entre os conceitos de organização

- multidisciplinar - "quando a solução de um problema requer informações provenientes de uma ou de várias ciências ... mas sem que a disciplina que dá a contribuição seja modificada ou enriquecida por esse fato"

e

- interdisciplinar - "quando a colaboração entre as disci - plinas conduz a verdadeiras integrações, o que quer dizer, a uma certa reciprocidade nas trocas, de tal modo que, no final, se verifique um mú tuo enriquecimento".

A controvérsia maior está justamente no tipo de contribui - ção que a aprendizagem da matemática receberia, já que todos concordam que ela oferece contribuições indispensáveis ao trabalho nas ciências naturais. Mesmo que as características do fazer científico estejam pre- sentes na atividade construtiva em matemática, poder-se-ia imaginar que, no ensino da matemática as observações e experimentações sobre objetos concretos viessem a comprometer o rigor dedutivo ulterior e a favorecer o empirismo. Entretanto Piaget (1955) esclarece que há empirismo quando o professor substitui a demonstração matemática pela experiência físi - ca, com a simples leitura dos dados obtidos. Mas, muito ao contrário, quando a experiência oferece oportunidade ao aluno para que ele coorde- ne suas ações chegando a representá-las e a analisá-las, a experiência física prepara o pensamento dedutivo em vez de impedí-lo".

"Todo o conhecimento, na criança, se constitui através da experiência, pois existem duas espécies de experiências:

a) a experiência física, que conduz à abstração das proprie dades retiradas dos próprios objetos. Por exemplo, pesar os objetos e verificar que os mais pesados nem sempre são os maiores.

b) a experiência lógico-matemática (indispensável nos ní- veis em que a dedução operatória ainda não é possível) que consiste em agir sobre os objetos, mas decobrir as proprie- dades por abstração a partir das ações ou operações que o sujeito realiza sobre os objetos. Por exemplo, nas experiên cias de seriação (ordem direta, ordem inversa devida a um percurso em sentido contrário ou a uma rotação, etc) o su - jeito abstrai a ordem não dos próprios objetos, mas das a- ções ou operações pelas quais os objetos são ordenados. A compreensão não será alcançada, pois, pela contemplação pas siva das descrições, e nem mesmo das ações dos outros. Ela será tanto melhor quanto mais ativamente o próprio sujeito tenha participado da ordenação."

Robert Gagné (1973) define o ensino como o conjunto de even tos externos planejados que influencia o processo de aprendizagem e des te modo o promove. Contudo, salienta que estes eventos externos ocorrem num contexto de processos de controle interno que já estão em curso e que vão, ou não, tornar possível a aprendizagem. Afirma Gagné: "Os even tos externos não produzem a aprendizagem, na verdade eles sustentam potencialmente os processos que estão ocorrendo no aluno.

Segundo a linha evolutiva da psicologia genética (Piaget, 1973), cada estádio do desenvolvimento da inteligência é menos caracterizado por conteúdos de pensamento do que por um certo poder numa certa atividade potencial suscetível de atingir este ou aquele resultado segundo o meio no qual vive a criança.

A organização de um ensino integrado supõe, nesta abordagem, preliminarmente a descoberto de interligações entre o conhecimento especializado e os processos cognitivos possível à criança em cada estádio do seu desenvolvimento e, ainda, a descoberta de interligações entre o conhecimento especializado e o ambiente circundante..

O ensino integrado de Ciências e Matemática a nível de 1º Grau, deve ser organizado considerando:

* a definição de objetivos comuns
* o interrelacionamento dos conteúdos
* os procedimentos operatórios

em função dos princípios que regem o desenvolvimento espontâneo da inteligência.

## Desenvolvimento da Criança

Somente uma metodologia de ensino e uma seqüência curricular baseadas no desenvolvimento da criança favorecerão a aprendizagem significativa. As reações do sujeito aos estímulos do ambiente circundante, seu modo de aprender, dependem dos instrumentos de coordenação de sua própria atividade intelectual, que se apresentam em diferentes níveis durante seu desenvolvimento.

A ordem de aquisição desses instrumentos de coordenação se mantém em todas as idades, porém a distância entre os comportamentos é diferente para cada idade. Se aprender B é condição necessária para aprender C, a aprendizagem B → C apresenta maior dificuldade na idade $X_1$ do que em $X_2$.

"A repetição dos contatos da criança com a realidade concreta externa poderá algumas vezes favorecer a fixação de uma nova coordenação de ações, outras vezes favorecerá a passagem para uma nova capacidade de aprender, enquanto que, em outras vezes ainda, poderá ser completamente inútil", conforme vem sendo comprovado em pesquisas realizadas com alunos de 1º Grau (Cavicchia, 1974).

O ensino integrado se expressará no planejamento de um conjunto de eventos externos que sustentem e promovam os processos que estão ocorrendo no aluno. Isto quer dizer que as experiências deverão corresponder às estruturas mentais disponíveis num determinado nível de desenvolvimento do aluno, ao mesmo tempo favorecendo sua passagem para o nível seguinte.

A integração deverá ocorrer a nível de estruturas cognitivas. Os elementos de motivação também serão encontrados nos próprios esquemas de atividades operantes em cada situação, quando estas atividades corresponderem às necessidades do aluno.

A "reciprocidade nas trocas" durante a aprendizagem de Ciências ou de Matemática se dará na medida em que a observação e a experimentação sobre os eventos do ambiente favorecerem a utilização dos instrumentos de coordenação disponíveis no pensamento de cada criança e, ao mesmo tempo, criarem necessidades lógicas de novas coordenações possíveis.

A aprendizagem ocorrerá integrada quando uma mesma estrutura, já presente no pensamento, for utilizada na assimilação de diferentes conteúdos e este funcionamento, reorganizando as coordenações anteriores, proporcionar a aquisição das estruturas de mais alto nível.

## III - DIAGNÓSTICO EXPERIMENTAL

Buscando fundamentação para construir unidades de trabalho que favoreçam a integração do ensino de matemática e ciências no currículo de 1º grau, aplicou-se a 28 alunos de 13-15 anos e a 20 alunos de 7-9 anos em duas escolas públicas de Porto Alegre, algumas provas que se constituem em instrumentos para estudo do desenvolvimento das estruturas da inteligência na Psicologia Genética de Jean Piaget. A análise das condutas apresentadas nessas provas pelos 48 sujeitos oferece informações objetivas sobre a manipulação dos observáveis físicos pela criança em diferentes faixas de desenvolvimento, assim como permite a identificação das operações lógicas presentes nos diferentes modos de raciocinar. Torna possível também realizar um diagnóstico das reais condições dos alunos numa amostra de nossa população escolar de nível sócio-econômico médio e inferior.

### O Quadro Teórico

É quase impossível a qualquer professor reconstituir a linha de seu próprio desenvolvimento: "Como pensava quando tinha 7, 8 anos?", "O que aprendeu na escola?", "Como aprendeu?". Será mais fácil para um adulto tomar consciência de seu modo atual de aprender e de raciocinar. Mas como aprende, como pensa e como se desenvolve a criança?

Este é um problema central para a psicologia genética: determinar quais são as regras que presidem a transformação das estruturas cognitivas da criança de um estádio de desenvolvimento para outro, em que há operações mentais mais adiantadas.

Os investigadores concordam que o bebê nasce com uma capacidade de estruturas que é a base para sua interação inicial com o meio ambiente. Esta capacidade é tanto para <u>assimilar</u> (isto é, o organismo estrutura seu meio ambiente) quanto para <u>acomodar</u> (isto é, o organismo estrutura a si mesmo). Tal mecanismo auto-regulador sugere que a interação entre o organismo e o meio (tanto físico, como social) se dá porque a inteligência é uma reconstrutora ativa do ambiente em que o ser vive. Assim, em nenhum momento de seu desenvolvimento pode-se dizer que a criança esteja num único nível de conceptualização. As evidências mostram que ela pode estar em diversos níveis ao mesmo tempo. Piaget mostra que uma criança pode ser capaz de realizar as operações mentais que determinam a noção de conservação, como por exemplo, ser conservadora quando opera sobre quantidades contínuas, e pode não ser capaz de aplicar essas operações a um problema de conserva -

ção mais complexo, como por exemplo, não ser conservadora em relação ao conceito de volume.

Um estádio de desenvolvimento cognitivo pode ser conceituado, latu sensu, como uma co-ordenação ou organização coerente de diferentes níveis de ação, do sujeito sobre os objetos, pode ser caracterizado como uma distribuição modal de níveis de raciocínio.

A sucessão desses estádios de desenvolvimento é universal e ocorre numa seqüência invariante, conforme têm evidenciado estudos transculturais ( Cada estádio sucessivo é uma extensão lógica do estádio anterior, isto é, envolve a capacidade de realizar as operações lógicas em nível cada vez maior de complexidade e abstração.

Os estádios de desenvolvimento, segundo Piaget, podem ser rapidamente assim caracterizados:

Pensamento pré-operacional

* Estádio Sensório-motor (0 a 1-1 ano e meio)

Ainda não há representação mental dos objetos e o pensamento está limitado ao campo das ações da criança. Neste estádio pré-lingüístico a inteligência se restringe à realidade imediata, por exemplo, os objetos ausentes não podem ser evocados.

* Estádio pré-conceitual (por volta de 1-1$\frac{1}{2}$ a 4 anos)

Este estádio começa com o início da linguagem. Tem início também a representação mental dos objetos, por conseqüência, a inteligência não esyá mais tão limitada à realidade imediata. Mas o pensamento é egocêntrico, isto é, as respostas das crianças exprimem uma confusão ou indissociação entre o mundo interior e o universo físico. Emergem as primeiras formas rudimentares de raciocínio, mas a criança pensa e vê da mesma forma que desenha, isto é, prestando maior atenção ao conteúdo do que à forma. Neste sentido é "realista", entretanto, não consegue distinguir convenientemente o que corresponde ao objeto e o que pertence ao sujeito.

* Estádio intuitivo (ao redor de 4 a 7 anos)

O pensamento é ainda pré-lógico no sentido de que as operações lógicas mentais não são funcionais e estão incompletas.

A criança afirma todo tempo sem nunca demonstrar. É incapaz de explicar como chegou a um resultado: seu pensamento não apresenta necessidade lógica, pois não há "pensamento sobre pensamentos". Não sabe definir os conceitos que emprega e se limita a designá-los pelo "uso".



O pensamento, neste estádio, ainda não é reversível, isto é, quando um objeto é transformado a criança não consegue coordenar a operação inversa com a operação realizada para dar-se conta das propriedades que foram alteradas e das que permaneceram invariantes. Por exemplo, ela não compensa uma transformação em largura com uma oposta, em altura, como no caso da mesma quantidade de líquido vertida em recipientes diferentes.

No período de pensamento pré-operacional a criança passa da organização do universo prático para o campo da representação desse universo. O egocentrismo dessa fase se expressa sob as formas de animismo, finalismo e artificialismo.

Usando as próprias palavras de Piaget (1967, pg. 31):

"O animismo infantil é a tendência a conceber as coisas como vivas e dotadas de intenção. No início será vivi todo objeto que exerça uma atividade: "o fogo que aquece", "a lua que dá claridade". De outro lado, acrescenta saber e intencionalidade à vida: "as nuvens sabem que se deslocam pois levam chuva". As coisas se dirigem para fins determinados. Mais tarde as crianças respondem que só o movimento espontâneo é dotado de consciência: "o vento não sabe as coisas porque não é uma pessoa como nós, mas sabe que sopra porque é ele quem sopra..." É evidente que tal animismo provém de uma assimilação dos objetos à própria atividade do sujeito, revelando ainda grande indiferenciação entre o eu e o mundo exterior."

"O artificialismo é a crença de que as coisas foram construídas pelo homem ou por uma atividade divina operando do mesmo modo que a fabricação humana: "as montanhas "crescem" porque se plantou pedrinhas depois de tê-las fabricado", "os lagos foram escavados". A criança explica, como no caso da física de Aristóteles, o movimento dos corpos pela união de um acionamento externo e de uma força interior, ambos necessários: "as nuvens são empurradas pelo vento, mas elas próprias produzem vento quando avançam".

"As leis naturais acessíveis à criança (Piaget, 1967, pg. 33) são confundidas com as leis morais: "os barcos flutuam porque devem flutuar", "a lua ilumina só de noite porque não é ela quem manda". Tudo é modelado sobre o esquema do próprio eu, para, gradativamente, através da maturação progressiva das experiências físicas e sociais e do processo de reequilibrações sucessivas, o pensamento atingir o período operacional."

Pensamento operacional

* Estádio das operações concretas (por volta dos 6-7 a 11-12 anos)

As operações mentais se tornam funcionais. Emerge gradativamente a capacidade de coordenar operações e de coordenar relações.

A ação do sujeito, ao construir conhecimento, pode-se realizar sobre dois tipos de variáveis de um objeto, evento ou fato específico. Essas características se expressam em:

- índices qualitativos (forma, cor, matéria, etc) que se prestam a uma apreensão perceptiva quase imediata;

- índices quantitativos (extensão lógica, número, quantidades espaciais ou físicas, etc) que, para uma apreensão adequada, exigem uma composição operatória por parte do sujeito de operações tais como: inclusão, correspondências, compensações relacionais, medida, etc.

O pensamento se desenvolve nesse sentido operatório, mas ainda ligado a situações concretas. A criança precisa manipular, agir sobre objetos, precisa antes construir sobre o concreto essa composição operatória.

No início desse estádio a regra de dedução espontânea é a transdução: a criança está ligada ao individual concreto e passa do particular diretamente a outro particular. Mas, gradativamente, desenvolve a reflexão. Começa a pensar antes de agir. Aparece uma necessidade lógica de conexão entre as idéias e as explicações. As ações físicas e sociais se internalizam em operações mentais. Há necessidade de estabelecer discussões, realizar essas operações com o outro sujeito, pois há uma passagem do egocentrismo para o nível de cooperação.

As operações reversíveis possibilitam a compreensão de relações de causa e efeito.

Estruturam-se em sistemas de conjunto as operações de classificação e de seriação. O desenvolvimento das noções passa de esquemas gerais de ação para esquemas gerais de pensamento.

Na efetividade há melhor integração do eu e regulação da vida objetiva, resultantes da socialização e da estruturação das operações intelectuais.

Há também afirmação gradativa do sentimento de respeito mútuo, incorporação moral da regra e o resultante sentimento de justiça. Verifica-se a formação de uma moral de cooperação e não de submissão assim como a existência de uma lógica de valores.



* Estádio das operações formais (a partir de 11-12 anos)

Neste estádio o jovem pode refletir ou operar sobre as operações que emergiram no estádio anterior. Aparece então o raciocínio que não necessita necessariamente estar ligado à realidade, por exemplo, as abstrações matemáticas. Este raciocínio pode começar com premissas que não hipotéticas e chegar a testar sua validade empírica. Sobre estas hipóteses, o jovem já é capaz de realizar deduções e elaborar conclusões.

Na elaboração de conclusões ele realiza uma composição de operações sobre operações possíveis ou necessárias (não mais sobre objetos), utilizando uma verdadeira combinatória proposicional.

Piaget (1973) considera que certos processos são a base de toda a aprendizagem tanto em organismos simples como em seres humanos. Mas enquanto em organismos simples a <u>adaptação</u> é uma questão de sobrevivência, de satisfação das necessidades elementares e a <u>organização</u> é rudimentar, a criança humana, durante seu desenvolvimento, se <u>adapta</u> a uma sucessão de ambientes com crescente complexidade de organização.

As noções não nascem com o sujeito, nem são adquiridas apenas pela percepção, elas resultam de um longo processo de elaboração a partir das atividades do indivíduo sobre o meio ambiente.

A função da inteligência é estruturar o universo, como o organismo estrutura o meio imediato.

O processo de acomodação do pensamento às coisas, ou seja, a explicação do mundo físico, está relacionada com a possibilidade de "<u>deduzir o real</u>", isto é, conferir-lhe uma certa permanência (ou necessidade) e identificar as causas de suas transformações.

O processo de assimilação requer um nível mais "formal" (função implicativa da inteligência). Os "objetos" que são assimilados são formas de objetos, formas de comportamento, freqüentemente. Nada, pois, se pode prever no mundo natural se o sujeito não possui os <u>instrumentos formais do raciocínio</u> que lhe permitam maior independência ante o fenômeno. Só então o sujeito pode formular as leis de regularidade onde percebia antes eventos desconectados!

Todas as categorias vão se estabelecendo como <u>invariantes</u> de um comportamento determinado e a constituição interna de cada uma repete o mesmo processo formal que permite conhecer todas as equivalentes.

Objetivos

- Identificar as operações mentais presentes em diferentes modos de raciocinar da nossa criança.
- Formar uma idéia de como funciona o desenvolvimento cognitivo na aprendizagem.
- Comparar as condições apresentadas por nossas crianças com as respostas, analisadas por Piaget e outros pesquisadores, de crianças de outros níveis culturais nas mesmas faixas de idade.

Procedimentos

Foram selecionadas 5 provas para crianças na faixa de 7-9 anos que freqüentam classes de 2ª série, e 3 provas para jovens na faixa de 12-14 anos que freqüentam classes de 7ª série do 1º grau.

Os sujeitos foram tomados aelatoriamente em duas escolas : uma escola tributária (que atende até a 4ª série) e uma escola de área (que recebe os alunos da anterior, entre outros, e os atende até a 8ª série).

As duas escolas são públicas e estão localizadas nos arredores da capital, atendendo uma população numerosa de nível sócio-econômico médio-inferior e inferior composta, de modo geral, de funcionários públicos e militares não-graduados, operários não especializados, domésticas e pessoas sem profissão.

Houve um treinamento prévio em laboratório na aplicação das provas e serviram como entrevistadores os próprios especialistas: um professor de física, um de química, um de biologia, um de matemática, um professor primário, dois psico-pedagogos.

Os sujeitos eram retirados da sala de aula com o convite para fazer experiências e conduzidos ao laboratório de ciências da escola. Um entrevistador realizava o experimento com o aluno, individualmente, e um observador registrava todas as condutas verbais e não verbais.

Em cada experimento foram definidos os critérios para classificação das condutas. As cinco primeiras provas correspondem ao estádio das operações concretas do período de desenvolvimento do pensamento operacional. Os critérios classificam em 3 fases :

FASE I (de equilíbrio) - Total ausência do conceito. Evidência de condutas características do estádio intuitivo pré-operatório.



FASE II (de desequilíbrio) - Condutas de transição: o conceito é compreendido em alguns contextos e em outros não, o pensamento não resiste à contra-argumentação, apresenta avanços operatórios e retrocessos pré-operatórios simultaneamente.

FASE III (de reequilibração) - Aquisição de conceito. Evidência de condutas operatórias. Generalização e uso do conceito em operações lógicas com objetos ou imagens mentais.

As três últimas provas correspondem à entrada no estádio das operações formais. Nesse caso, na Fase II, as condutas evidenciam uma transição entre o estádio operatório concreto e o futuro estádio operatório formal. A Fase III se constitui de condutas operatórias formais, evidenciando o raciocínio capaz de formular hipóteses coordenando relações sobre relações e coordenando operações sobre operações (não mais sobre objetos), de combinar variáveis e testar sua própria combinatória para demonstrar a validade de uma dedução.

Algumas dessas fases foram subdivididas para que pudessem ficar mais evidentes os tipos de operações que a criança se torna capaz de fazer à medida que se desenvolve.

DESCRIÇÃO DOS INSTRUMENTOS

EXPERIMENTO 1

CONSERVAÇÃO DE MASSA

Material: Uma porção de massa para modelar.

Procedimento: Pede-se ao sujeito que faça duas bolas de modo que as duas tenham a mesma quantidade de massa.

1. Transforma-se uma das bolas em salsicha. Pergunta-se: "Há mais, a mesma coisa, ou menos massa na salsicha do que na bola?" "Por que?" (Se o sujeito não faz referência à inversão, pergunta-se também "e se transformarmos a salsicha em bola outra vez?" "Elas terão as duas a mesma quantidade?")

2. A partir das duas bolas iniciais, transforma-se uma das bolas desta vez em bolacha. Faz-se novamente a pergunta: "Há mais, a mesma coisa, ou menos massa na bolacha do que na bola?" "Por que?" (Tenta-se, se for o caso, obter uma resposta para a inversão).

3. A partir das duas bolas iniciais, transforma-se uma delas em diversas bolinhas e faz-se a pergunta: "Há mais, a mesma coisa, ou menos massa nas bolinhas do que na bola?" "Por que?"

Contra-argumentação: Seja qual for o argumento com que o sujeito responda ao "Por que?", apresenta-se-lhe uma contra-argumentação: "Um coleguinha teu, que esteve aqui antes, disse que na salsicha (ou nas bolinhas, se for o caso) há a mesma quantidade de massa do que na bola (ou há mais quantidade, ou menos, conforme a resposta anterior do sujeito, chamando-se a atenção dele para um argumento a que não tenha se referido). Ele estava certo ou errado? Por que?"

Critério para classificação das condutas

Fase I
- Responde que a salsicha tem mais quantidade de massa porque é mais comprida, ou a bola tem mais porque é mais "gorda" (ou porque é maior) etc., ou a bolacha tem mais porque é mais baixinha, etc.

Fase II
- Titubeia, diz que tem mais, mas se corrige e afirma que é a mesma coisa. Ou diz que tem a mesma coisa, mas não resiste à contra-argumentação e, chamada sua atenção para uma das dimensões, diz que são diferentes. Ou diz que é a mesma coisa de massa numa e noutra, mas não consegue argumentar e responde "Porque sim", etc.

Fase III- Responde que têm ambas a mesma quantidade e argumenta porque - "é a mesma coisa, é a mesma massa",
- "se voltar a ser bola, tem a mesma quantidade"



Fase III (cont.)
- "a salsicha é mais comprida, mas a bola é mais alta"
- "não se tirou, nem se juntou nem um pouco de massa". Resiste a qualquer contra-argumentação e justifica.

EXPERIMENTO 2

SERIAÇÃO E ORDENAÇÃO

Material: 19 barras de cartolina, com 1 cm de largura, possuindo entre 9 a 16,2 cm de altura, com uma diferença de 0,4 cm entre duas barras consecutivas.

Procedimento: Dá-se ao sujeito uma série de 10 bastões diferentes. Pede-se que mostre o maior e o menor.
- Pede-se para seriar do menor ao maior (após construída a série).
- Dá-se um a um, numa ordem qualquer, 9 outros bastões, dizendo-se que foram esquecidos e que é preciso intercalá-los em seu lugar exato.
- Faz-se contar todos os elementos da série, inclusive os intercalados, e deixa-se diante do sujeito só um número de elementos correspondente a uma cifra bem conhecida dele (por exemplo, 8 elementos).
- Mostra-se um bastão qualquer e pergunta-se quantos degraus de escada um boneco já percorreu (pode-se fazer circular realmente um bonequinho, como se subisse uma escada).
- Pergunta-se: quantos degraus o boneco tem atrás de si e quantos lhe restam subir para chegar ao alto da escada?
- Misturam-se os bastões e faz-se as mesmas perguntas (o sujeito deverá seriar outra vez).

Critério para a classificação das condutas

Fase I
a) Só constrói pequenas séries justapostas, sem ordem de conjunto. - Mostra o bem pequeno mas escolhe qualquer um para o bem grande. Falta indicação vetorial.

b) Consegue construir uma escada, mas só considerando a parte superior de cada bastão.
- Figura de conjunto intuitiva (despreza a parte inferior)
Não repousa sob uma linha horizontal.
Avaliação global e não analisada (a estrutura é per-

ceptiva).

Constrói escada correta através de tateios. Faz a seriação dos 10, mas tem dificuldade de intercalar. Mede com cada um, mesmo com os maiores. Alinha sem direção de conjunto que oriente as comparações sempre no mesmo sentido. Progride por pares heterogêneos entre si para depois ajustá-los numa série única. Uma única medida implica uma série de outras.

Fase II

Falta coordenação simultânea de conjunto. Substitui a ordem lógica pela intuição, ou seja, a operação pela comparação perceptiva.

Não coloca cada pormenor em conexão aditiva ou multiplicativa com todas as outras.

- Intercalar supõe relacionamento.

Cada elemento é colocado, de saída, em sua posição.

Fase III

Encontra um sistema de relações que possa dominar as tentativas e os erros, permitindo intercalar, sem falhas,sem auxílio exterior.

RELAÇÕES ENTRE CARDINAÇÃO E ORDENAÇÃO

I - Não compreende que para avaliar quantos degraus o boneco percorreu é preciso determinar sua categoria.
Faz avaliação arbitrária.

II - Compreende pouco a pouco que há necessidade de construir a escada, mas acredita que é necessário refazer todo o conjunto da série.
- O menor dos que faltam, o maior dos que restam.
- Só indica o cardinal quando a série está ordenada.
Faz leitura perceptiva.

III - Compreende que para determinar a categoria de N basta-lhe o segmento de A a N.

EXPERIMENTO 3

MATRIZES

Material: 9 matrizes de 4 a 6 objetos (dos quais 1 a determinar) agrupados segundo a forma, a cor, as dimensões, o número e



a orientação (animais, cujas cabeças ou rabos estão orientados para a esquerda ou para a direita). Ver desenho do material em "Gênese das Estruturas Lógicas Elementares", tradução da Editora Zahar, páginas 200 e 201.

Procedimento: Apresenta-se uma matriz de cada vez, pedindo-se que o sujeito escolha, entre os modelos que o entrevistador coloca espalhados à sua frente, aquele que está faltando no lugar vago, aquele que "combina bem" com os que já se encontram na matriz. Pede-se que o sujeito diga porque escolheu tal modelo.

Depois que o sujeito fez sua escolha e a justificou, pede-se que ele indique uma ou outra das cartas não escolhidas que também, na sua opinião, combinam bem ou até melhor do que a carta escolhida anteriormente. Pede-se novamente que justifique sua resposta.

Caso o sujeito ache que duas ou mais cartas combinam bem e podem ser colocadas no lugar vago da matriz, pergunta-se qual carta ele acha que combina melhor, e por que.

Segue-se essa linha de procedimento para cada uma das nove matrizes, seguindo a ordem fornecida por Piaget.

Critério para classificação das condutas observadas

Êxito nas provas das matrizes por número de critérios observados:

2 para os ítens I - V e
3 para os ítens VI - IX

| Ítens | Critérios |
|---|---|
| I | Forma e Tamanho |
| II | Forma e Cor |
| III | Forma e Cor |
| IV | Forma e Número |
| V | Cor e Orientação |
| VI | Forma, Cor e Orientação |
| VII | Forma, Cor e Orientação |
| VIII | Forma, Cor e Orientação |
| IX | Forma, Cor e Tamanho |

Justificativa - Simetrias

I - Respostas figurais: "porque" não adequado e cede às sugestões de troca.

II - Respostas operatórias: "porque" adequado e recusa modificar.

- Percentagem de soluções figurais x percentagem de soluções operatórias

EXPERIMENTO 4
CLASSIFICAÇÕES MULTIPLICATIVAS

Material: 16 desenhos representando:
1) homens (1 policial, 1 palhaço, 1 jogador de futebol, 1 senhor de fraque)
2) senhoras (uma de chapéu, uma com carrinho de mão, uma com um balde, uma com apetrechos de tênis)
3) meninos (2 com sacolas escolares, 1 correndo e um brincando com uma pipa)
4) meninas (1 com sacola, 1 correndo, 1 com um cão e 1 com uma boneca)

Procedimento: 1. Pede-se ao sujeito que junte os que se combinam, os que se parecem. Pergunta-se: "Em que pensaste para fazer a pilha?"

2. Apresenta-se uma caixa dividida em 4 compartimentos e pede-se ao sujeito que faça 4 pilhas com todos os desenhos.

3. Retira-se uma das divisões, deixando 2 grandes compartimentos e pede-se que o sujeito faça apenas 2 pilhas com todos os desenhos. Pergunta-se: "Por que?" "Em que pensaste para fazer as pilhas?"

4. Pede-se que o sujeito refaça as duas pilhas de outra maneira.

5. Repõe-se as divisões. Pede-se que o sujeito faça 4 pilhas de tal forma que se retirarmos uma das divisões as duas pilhas assim reunidas se combinem bem. E se retirarmos a outra divisão também se combinem as outras duas pilhas.

Critérios para classificação dos comportamentos

Fase I - Permanece nas coleções figurais.

Fase II - Coleções não figurais

II1 - a) Classifica as imagens em apenas 2 coleções, mas sem subclasses e sem alteração de critério, uma vez construídas as 2 coleções.

b) Classifica em 4 coleções, mas não vê relações simultâneas entre elas.

II2 - c) Constrói 2 coleções, das quais só uma está dividida em subcoleções e a outra não, embora características análogas se encontrem em ambas.

II3 - d) Duas dicotomias sucessivas, mas de valores diferentes, manifestando-se através de resistências a fazê-las intervir segundo todas as combinações multiplicativas (o quadro de dupla entrada impõe-se por razões figurais)

e) Dupla classificação, sucessiva e correta, mas as coleções são dispostas em diagonal e não segundo os eixos da caixa.

II4 - Intersecções corretas, depois de várias hesitações.

Fase III - Atinge a estrutura multiplicativa.



EXPERIMENTO 5
INCLUSÃO DE CLASSES

Material: 5 blusas amarelas
4 blusas de outras cores
1 saia
1 gorro
2 meias
4 objetos (cadeado, chave, roda, botão)

Procedimento: 1. Pede-se ao sujeito que nomeie os objetos e os separe em 2 conjuntos. (todos os objetos devem estar nos dois conjuntos e coisas semelhantes devem estar no mesmo conjunto). Depois dessa classificação inicial, pergunta-se qual é a diferença entre os dois conjuntos.

2. Pede-se outra maneira de classificar.

3. Pede-se que o sujeito separe a classe em 2 conjuntos. Pergunta-se: "Qual é a diferença?"

4. Pede-se que o sujeito separe outra vez.

Após terem sido avançados três estágios da divisão, pode-se fazer perguntas para ver se o sujeito descobre a natureza hierárquica do seu sistema de classificação, ou se ele pode fazer comparações somente ao mesmo nível de classificação.

Perguntas:

1. Se eu retirar todas as blusas, sobrará alguma blusa amarela? Qual a razão?
2. Se eu retirar todas as roupas, sobrará alguma blusa? Por que?
3. Há mais roupas ou mais blusas? Por que?
4. Há mais blusas amarelas ou mais blusas? Por que?
5. Na loja, você pode encontrar mais blusas para comprar, ou mais roupas? Por que?
6. Há mais coisas que não são blusas, ou mais coisas que não são blusas amarelas? Por que?
7. Há mais coisas que não são blusas ou mais coisas que não são roupas? Por que?

Critérios para classificação das condutas

Três etapas ocorrem na gênese dessa noção:

Fase I - Tudo faz parte de tudo ou nada de nada.

Fase II - O sujeito funde A e A' em B, mas nos dois sentidos e sem compreender que se todo A é B (=A+A') todo B não é A.

Fase III - O sujeito é capaz não só de classificar corretamente o material segundo o princípio de um agrupamento aditivo (A+A'=B; B+B'=C...), mas também de conferir a essa hierarquia o caráter de um sistema de inclusões. Compara um todo B com uma de suas partes segundo a relação de extensão ACB, a qual implica, por si mesma, a conservação do todo - apesar da dissociação mental das partes (A=B-A').

EXPERIMENTO 6
VOLUME DESLOCADO

Materiais: 1 proveta graduada
3 latas de tamanhos diferentes
2 cilindros de plástico e 1 de metal, cada um com 5 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro



Procedimento:

Procedimento 1

Mostra-se ao sujeito três cilindros e pede-se que nomeie as diferenças e semelhanças. (Ele deverá verificar o mesmo tamanho e diferentes pesos). Pede-se ao sujeito para colocar os cilindros por ordem de peso. Também se mostra como ler a altura da água na proveta.

O experimentador então coloca na água o cilindro de metal, que o sujeito diz ser o mais pesado, e o sujeito observa o aumento do nível da água. Retira-se o cilindro da água. O experimentador pega então o próximo cilindro mais pesado, segura-o sobre a proveta e diz: "Se eu colocar este cilindro na água, você pensa que a água no copo subirá mais, a mesma coisa ou menos do que antes? Por que?" O mesmo é feito com o mais leve.

Apresenta-se contra-argumentação correspondente à resposta do sujeito, por exemplo, se ele disser que: "a água vai subir menos porque este é mais leve", pode-se contra-argumentar: "um coleguinha seu nos disse que subiria a mesma coisa porque eles têm a mesma forma e são do mesma tamanho" "Ele estava certo ou errado?" "Por que?"

Procedimento 2

Mostra-se ao sujeito três latas. Coloca-se água nas latas e o sujeito se certifica que à medida que a água alcança um certo nível começa a fluir para o tubo de escoamento. As latas são de três tamanhos distintos, de modo que o sujeito não tem dificuldade para decidir qual a maior, qual a de tamanho médio e qual a menor. Todas as três latas são enchidas até o nível do tubo de escoamento.

O experimentador coloca um cilindro de metal na lata de tamanho médio e o sujeito observa que a água flui para cima entrando num bequer. O experimentador então segura o cilindro sobre a lata maior e pergunta:

"Se eu colocar este cilindro nesta lata, mais água jorrará para fora do que jorrou para fora da primeira lata, jorrará a mesma coisa, ou menos?" "Por que você disse isso?"

O experimentador então segura o cilindro sobre a lata menor e pergunta:

"Se eu colocar este cilindro nesta lata, mais água jorrará do que na primeira lata, a mesma quantidade ou menos água?" "Por que você disse isso?"

Procedimento 3

Material: 1 proveta
plastilina suspensa por um fio

Coloca-se água na proveta. No primeiro momento, a plastilina está na forma de uma bola e é colocada na água. O sujeito observa o nível alcançado pela água. Num segundo momento a plastilina é transformada em salsicha. Antes de colocá-la na água, o experimentador pergunta:

"Se eu colocar esta plastilina na água, a água subirá mais, menos ou a mesma quantidade de antes? Por que?"

O experimentador faz então uma bola oca e a mesma pergunta. Depois faz uma argola e repete a pergunta.

Critério para classificação das condutas sobre conservação de volume

Fase I

- Ausência de composição e ausência de noção de uma lei.
Não há nenhuma composição, nem simples nem aditiva, e a criança permanece incapaz de compreender a lei que governa a elevação do nível da água. A criança não percebe que se foi colocado na água um cilindro pesado e depois outro leve, e o nível não variou, esse nível também não irá variar para o terceiro cilindro.
A criança também não é capaz de ler a experiência objetivamente.
Exemplos de respostas:
"A água vai subir mais para o cilindro mais pesado." (mesmo depois de realizada a experiência)
- Nessa etapa também nota-se que mudando a posição do objeto os sujeitos pensam que sua ação sobre a água irá variar.
"A salsicha colocada em pé vai fazer subir mais."

Fase II

Os primórdios transdutivos da composição e da constatação experimental de leis

No decorrer dessa segunda fase assiste-se simultaneamente a um início de composição para as igualdades simples. A criança começa a perceber que o peso não tem influência no deslocamento de água, mas faz isso sem rigor dedutivo e por simples analogias transdutivas (se o pesado deslocou o mesmo volume de água que o mais leve, o pesado vai deslocar o mesmo volume de água que o cilindro de peso intermediário). Aparece um começo de dissociação entre o peso e o volume com a utilização das palavras "massa", "tamanho", "forma", o que torna possível um início de elaboração da lei do deslocamento dos volumes de água.
Exemplos de respostas:
"Sobem igual; acho que é pelo tamanho."
"Acho que a água sobe igual porque são da mesma forma."



Fase III

Desenvolvimento da dedução e descoberta indutiva da lei

O desenvolvimento da dedução se manifesta pelas palavras "pois", "então", "certamente", etc.
A criança se torna capaz, isolando o fator peso, de descobrir o volume como tal e de elaborar pouco a pouco a lei que regula o nível da água em função dos volumes deslocados. Mas a descoberta da lei só se efetua a partir das constatações experimentais e das composições que a seguem, permanece assim indutiva.
Exemplos de respostas:
"Não é tão pesado, mas é o mesmo tamanho."
"Nós vimos que é a mesma coisa."
"Se algum fosse maior aumentaria mais; acho que foi o tamanho."

O sujeito começa por compor as equivalências pedidas, mas colocando-se do ponto de vista único do peso. Depois, quando a constatação experimental desmente, então ele prossegue dizendo qualquer coisa como "não tem importância se é peso diferente" e compreende assim, pouco a pouco, a diferença entre o fator "volume" e o fator "peso".

Fase IV

Descoberta e dedução imediatas da lei e composição somente pelo volume

O volume se coloca desde o início e é imediatamente compreendido como a razão do fenômeno a ser explicado.
"Será a mesma coisa. Ocupa o mesmo lugar."
"Não tem importância que seja mais pesado, porque ocupa o mesmo lugar."

EXPERIMENTO 7
QUANTIFICAÇÃO DE PROBABILIDADE

Material: 8 cartões marcados com um X em um dos lados e 8 cartões sem marca.

Procedimento: Mostra-se à criança dois conjuntos de cartões, cada um dos quais formado por cartões marcados e não marcados. Depois que a criança viu a composição de cada conjunto, os cartões são virados e misturados. Pergunta-se então de qual conjunto a criança tem mais chance de obter um cartão marcado (ou sem marca) numa única tirada. Pede-se que ela explique a razão de sua escolha.
As seguintes combinações são usadas:

| | Conjunto 1 | | Conjunto 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | sem marca | com marca | sem marca | com marca |
| 1. | 0 | 2 | 0 | 4 |
| 2. | 2 | 2 | 4 | 4 |
| 3. | 2 | 2 | 0 | 2 |
| 4. | 1 | 3 | 3 | 3 |
| 5. | 1 | 3 | 0 | 3 |
| 6. | 1 | 4 | 2 | 4 |
| 7. | 1 | 4 | 1 | 3 |
| 8. | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 9. | 1 | 2 | 2 | 5 |

Critérios de classificação das condutas observadas:

Fase I - Resposta puramente intuitiva, sem estabelecer relação entre os números.
Ex: "Porque aqui tem carta marcada."

Fase II - A criança centra a atenção em apenas uma das variáveis: num determinado tipo de carta ou numa das pilhas apenas, Ex: "Só tem uma não marcada e mais marcadas nesta pilha." "Porque tem mais marcada que lá."

Fase III- A criança estabelece a relação proporcional entre as duas razões: número de cartas não marcadas para marcadas em cada pilha $\frac{a}{b} < \frac{c}{d}$ ou $\frac{a}{b} > \frac{c}{d}$ ou $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$
Ex: "Porque tem mais marcadas que não marcadas nesta pilha e a outra tem o mesmo número de não marcadas e marcadas."



EXPERIMENTO 8
AS OSCILAÇÕES DO PÊNDULO E AS OPERAÇÕES DE EXCLUSÃO

Material: Pêndulos
5 pesos que possam ser colocados em cada um dos pêndulos.

Procedimento: O experimentador pergunta à criança o que afeta a freqüência do balanço do pêndulo.
Explicar que freqüência é o número de oscilações completas do pêndulo num determinado tempo.
Depois que a criança menciona tudo o que ela pensa ser importante, o experimentador sugere que ela observe o comprimento do fio, o peso, o empurrão e a amplitude.
A criança então deve agir. O importante é a maneira como a criança trabalha. A criança mantém três variáveis constantes e varia apenas uma? Varia duas ao mesmo tempo?

Critérios para a classificação das condutas

Estágio I Indiferenciação entre as ações do sujeito e os movimentos do Pêndulo

Neste nível as ações materiais do sujeito suplantam ainda em sua totalidade as operações mentais. O sujeito não lê de modo objetivo as experiências e faz afirmações contraditórias entre si. Acredita que o impulso é a verdadeira causa das variações de freqüência.

Estágio II Seriação e correspondências mas sem dissociação dos fatores

Julgam de modo objetivo as diferenças de freqüência. São capazes de fazer seriações. Não conseguem dissociar os fatores.

Nível IIA Não se produz ainda seriação exata dos pesos.
O sujeito descobre a correspondência inversa entre o comprimento do fio e a freqüência das oscilações. Mas, como não sabe dissociar os fatores, acredita que muitas coisas podem influir.

Nível IIB Na experiência bruta verifica que o peso não influi, mas como não sabe dissociar os fatores, acredita que muitas coisas podem influir.

Estágio III

Nível IIIA Dissociação possível mas não espontânea

Não sabe ainda provocar por sua conta e de modo sistemático todas as combinações possíveis.
Há uma tendência de fazer variar dois fatores de uma vez ou não fazer variar o fator que deseja.
Não consegue concentrar o método de análise no ponto analisado. Sua conclusão é exata no que se refere ao comprimento, mas não o é nas demais.

Nível IIIB Dissociação dos fatores e exclusão das relações inoperantes

Conseguem dissociar todos os fatores em jogo mediante o método que consiste em fazer variar só um de cada vez e manter "igual todos os demais".
Mas como só um desses fatores em jogo desempenha um papel, os três restantes devem se excluir. Esta conclusão constitui o fato novo.



ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os critérios para classificação das condutas em cada uma das provas foram organizados a partir das análises que Piaget apresenta em seus experimentos com crianças européias. Entretanto, esses experimentos têm sido reprisados com crianças de todos os continentes, tendo sido realizado em 1973 um estudo transcultural envolvendo 19 países da América, Ásia, África e Europa, pela Universidade de Estocolmo. Até hoje tem sido confirmada a consistência da teoria piagetiana quanto à seqüência universal dos estádios no desenvolvimento cognitivo do ser humano. A diferença significativa se situa nas faixas de idade em que essas seqüências se evidenciam.

Considerando que desenvolvimento é produto de maturação x x aprendizagem x processo de equilibração, permanece coerente a teoria quando os fatos comprovam que entre os sujeitos de meios sócio-econômico-culturais carentes a passagem de um estádio para outro ocorre num período de tempo maior.

Chegou-se mesmo a comprovar em algumas sociedades cultural e economicamente pobres, e também em sistemas de ensino rigidamente tradicionais ( Bergling, 75)que o número de indivíduos adultos que consegue alcançar o estádio das operações formais é proporcionalmente muito pequeno.

Nos protocolos de observação onde foram registrados os comportamentos dos sujeitos: (20 x 5) 100, nos quais se esperava encontrar a maioria das respostas em nível concreto, e (28 x 3) 84, nos quais se esperava encontrar a maioria das respostas pelo menos nos subestádios IIB ou IIIA, pôde-se identificar claramente as condutas previstas nos critérios, mas encontradas por Piaget na maioria dos sujeitos mais novos que os nossos de 2 a 4 anos.

Como diagnóstico para organização do ensino é proveitoso que o professor estude cada protocolo e depois organize um mapa das condições de cada aluno em relação aos diferentes conceitos e das condições atuais dos alunos no desenvolvimento de suas estruturas mentais. No mínino seria aconselhável um gráfico de cada aluno. Nas obras de Piaget, já traduzidas, há centenas de provas como as que utilizamos e que poderão auxiliar a integração do ensino de ciências e matemática.

Para nossos objetivos não foi necessário identificar cada sujeito. Embora fosse muito esclarecedora uma análise mais pormenorizada, restringimo-nos a apresentar os resultados gerais (ver tabelas e gráficos, a seguir).

Analisando a Tabela I pode-se verificar que a distribuição apresenta muito poucos alunos no período operatório concreto. Seria uma distribuição para um grupo de crianças de 5 a 7 anos e no entanto este tem de 7 a 9 anos. Acresce que alguns sujeitos que já estão na Fase III não são os de 9 anos, mas os das condições familiares mais favoráveis. Pode-se observar que a maioria se concentra numa fase intermediária; entretanto, neste grupo mesmo os sujeitos de 7 anos têm, no mínimo, 1 ano e meio de escolaridade, pois as provas foram aplicadas no 2º semestre. Todos eles já estão alfabetizados e a todos já havia sido ensinado o cálculo aritmético: adição, subtração e multiplicação (continhas e problemas). As respostas dos sujeitos na Fase intermediária revelaram grande dificuldade para realizar o cálculo e resolver os problemas com os quais já haviam trabalhado em sala de aula.

É necessário que se atente para as respostas à prova de inclusão de classes: nenhum dos sujeitos alcançou o nível operatório e note-se que esta prova solicita as operações que definem a estrutura mental de classificação, elementar para a construção de conceitos quer em Ciências, quer em Estudos Sociais, etc...

As condutas dos sujeitos evidenciaram grande dificuldade para coordenar compreensão com extinção: quando, ao determinar uma nova oportunidade, dissociavam o todo em partes, mentalmente, eram ainda incapazes de conservá-lo, organizando um sistema hierárquico de inclusões. Desvendou-se grande centração do pensamento, dificuldade de agrupar, desagrupar e reagrupar novamente as informações. Nenhum dos sujeitos, conseguiu responder segundo o encaixe A<B, porque quando pensam na parte A, não conservam mais o todo B como uma unidade.

Na prova de conservação da substância, somente 30% dos alunos, evidenciou condutas conservadoras, isto é, foi capaz de realizar as compensações que anulam as transformações realizadas.

As condutas de seriação adquiridas normalmente desde os 7 anos, só apareceram em nossa amostra em 33% dos sujeitos. Os outros não conseguem ainda lidar com a possibilidade de composições dedutivas, por exemplo, com a transitividade A<C, se A<B e B<C.

Na tabela II, podemos analisar as condutas dos alunos que estão numa faixa etária em que, teoricamente, se espera a estruturação gradativa das operações formais. Entretanto, as condutas registradas durante os experimentos em nenhum momento evidenciaram capacidade de operação formal.



No experimento sobre conservação de volume, só 28% dos sujeitos foi capaz de isolar o fator peso, e mesmo a descoberta da lei só se efetuou a partir das constatações experimentais permanecendo indutiva. Nenhum dos sujeitos foi capaz de realizar uma dedução imediata (nível IV).

No experimento do pêndulo, 25% dos sujeitos não conseguiu ler de modo objetivo as experiências, enquanto 75% foi capaz de fazer seriações dos fatores que interferem no fenômeno ou descobriu a correspondência inversa entre o comprimento do fio e a freqüência das oscilações. Mas nenhum deles foi capaz de dissociar as variáveis, provocando de modo sistemático todas as combinações possíveis. Não se registrou sequer uma conduta que evidenciasse um método de análise para excluir as variáveis irrelevantes e permitir a dedução do princípio em jogo.

No experimento sobre probabilidades pode-se também verificar a percentagem de distribuição dos sujeitos em nível pré-operatório e operatório concreto, com ausência total de condutas que evidenciem a capacidade de realizar operações formais hipotético-dedutivas.

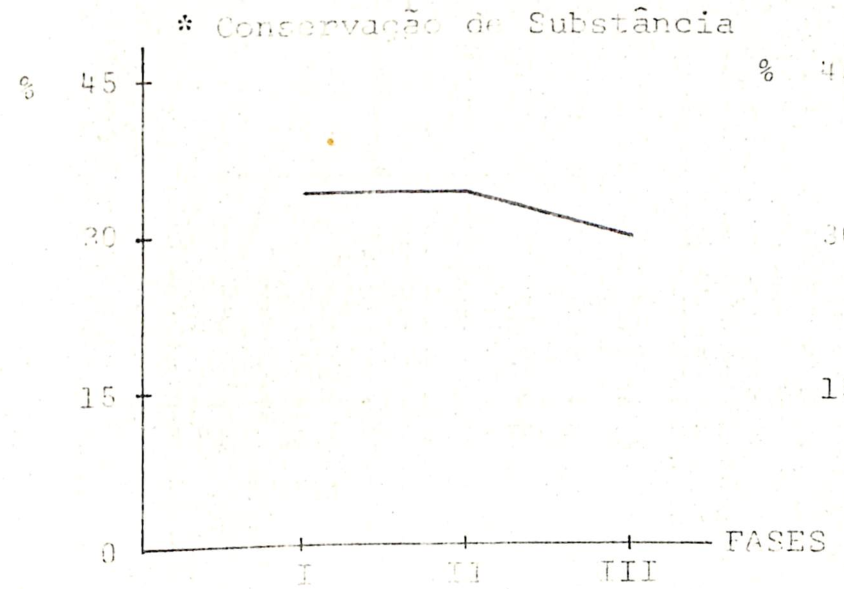
## Conclusões

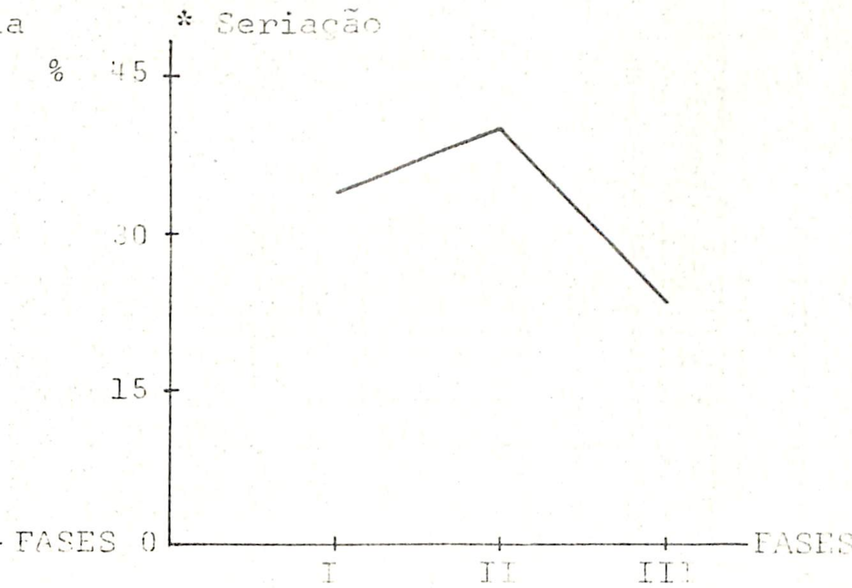
Mesmo que se consiga elaborar materiais de ensino de boa qualidade científica e didática, mesmo que os currículos sejam cuidadosamente "modernizados" "integrados", etc., se o plano pré-estabelecido for gerado pelo modelo do pensamento adulto, pode-se duvidar das possibilidades de favorecer mudanças efetivas na educação.

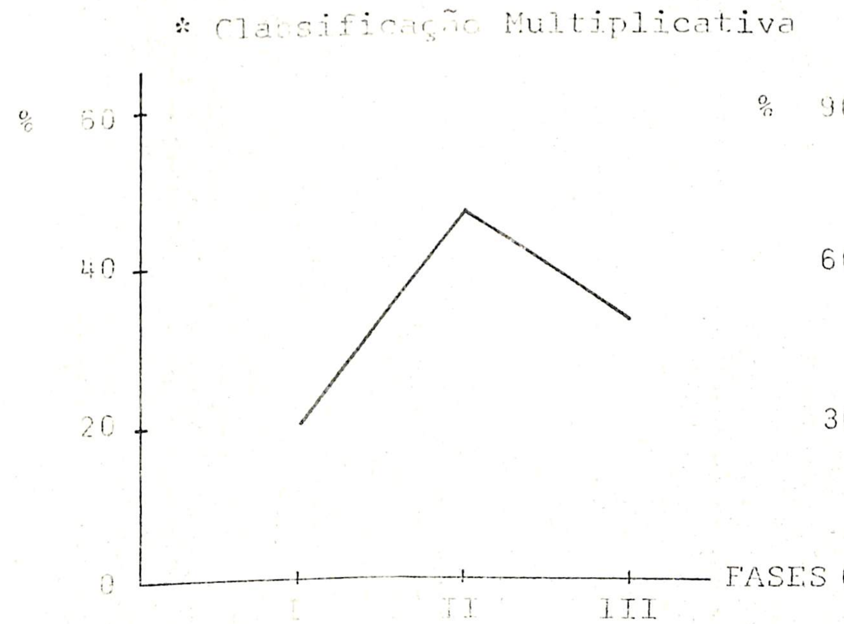
Pôde-se constatar uma carência estrutural, à luz da psicologia cognitiva, no desenvolvimento do raciocínio lógico dos sujeitos de nossa amostra.

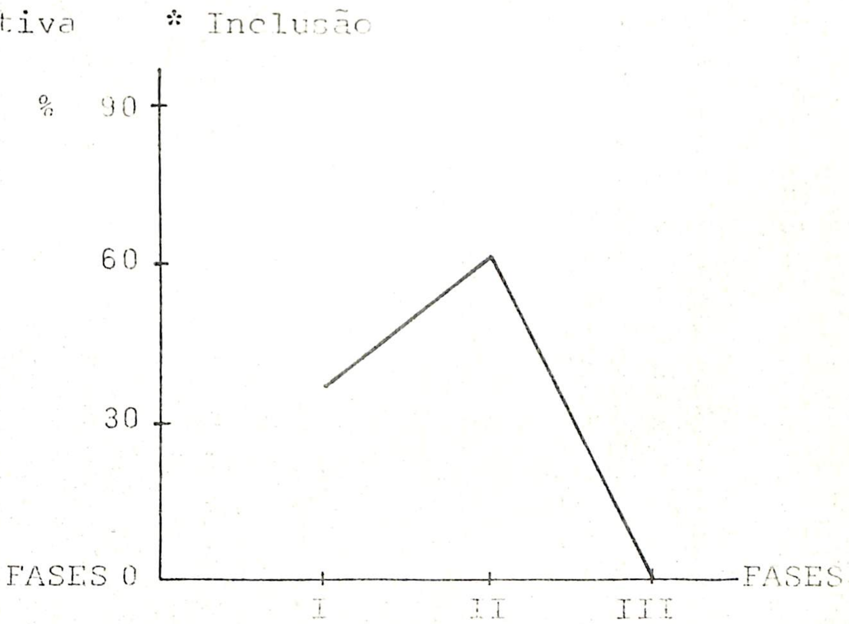
Parece-nos, por isso, de extrema relevância, que sejam sempre consideradas as condições atuais do aluno e todo o ensino seja reorganizado num modelo integrador, que favoreça um desenvolvimento do pensamento realmente integrado, através das interações e da cooperação.

Distribuição dos sujeitos por fases no estádio operatório concreto

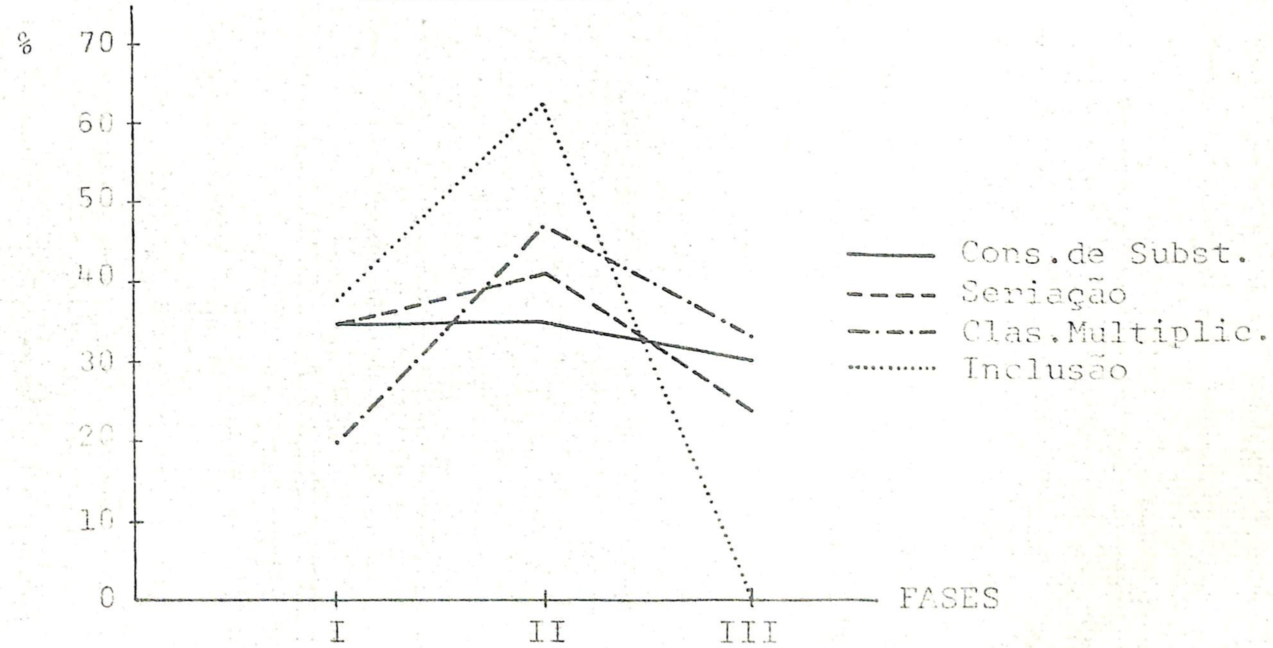


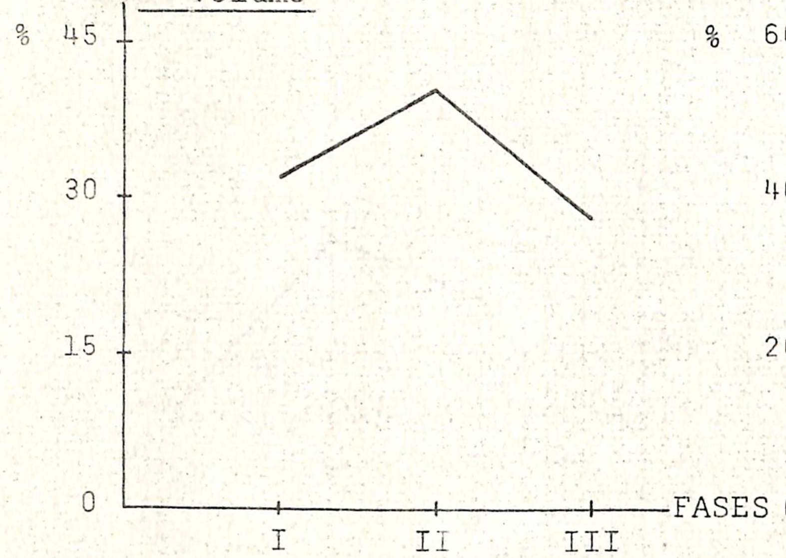




Distribuição dos sujeitos por fases nas 4 provas

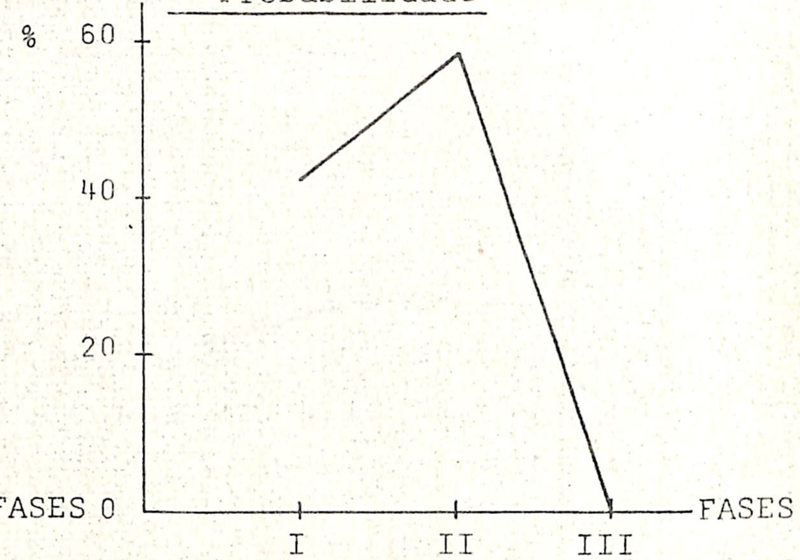


Distribuição dos sujeitos por fases
no estádio operatório formal

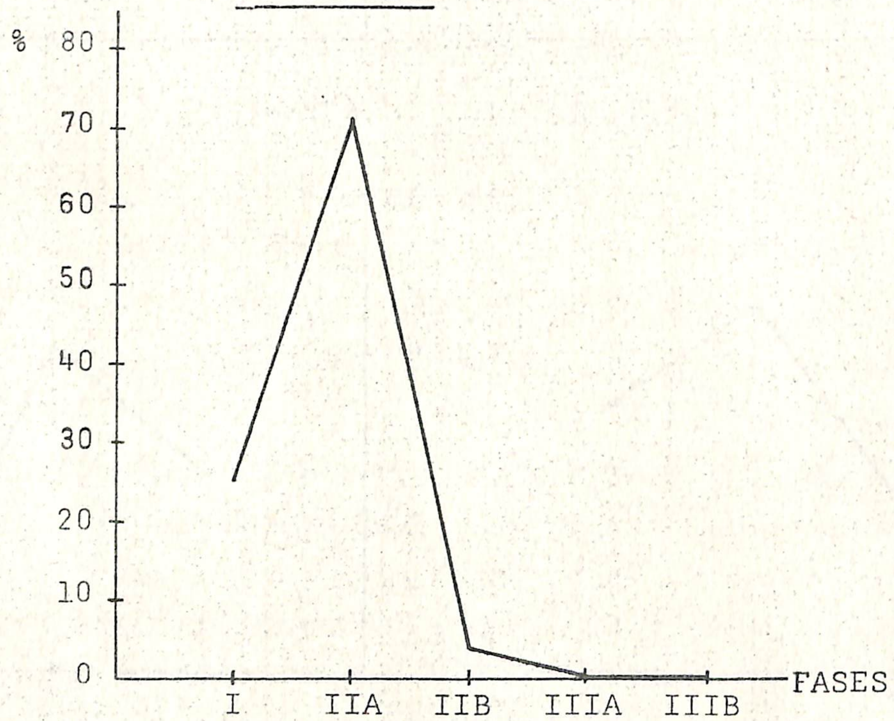
* Volume




* Probabilidade




* Pêndulo




Distribuição dos sujeitos por fases
nas 3 provas

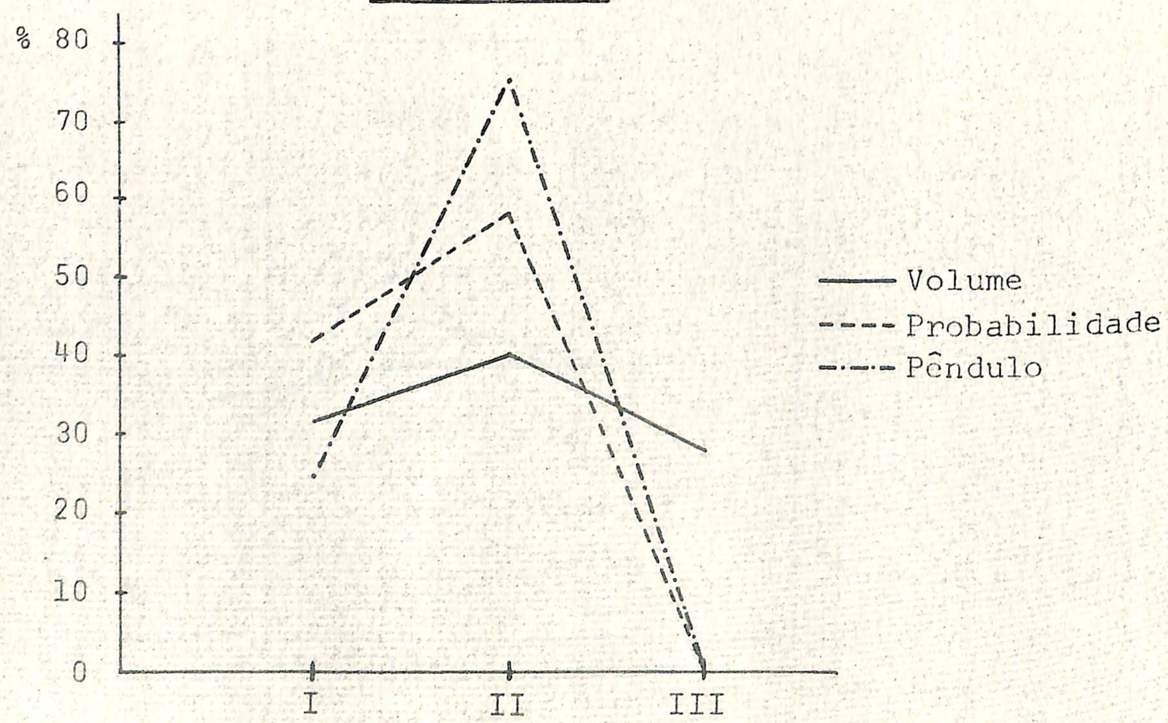





TABELA I

Percentagem de sujeitos classificados em fases
de desenvolvimento do estádio operatório concreto

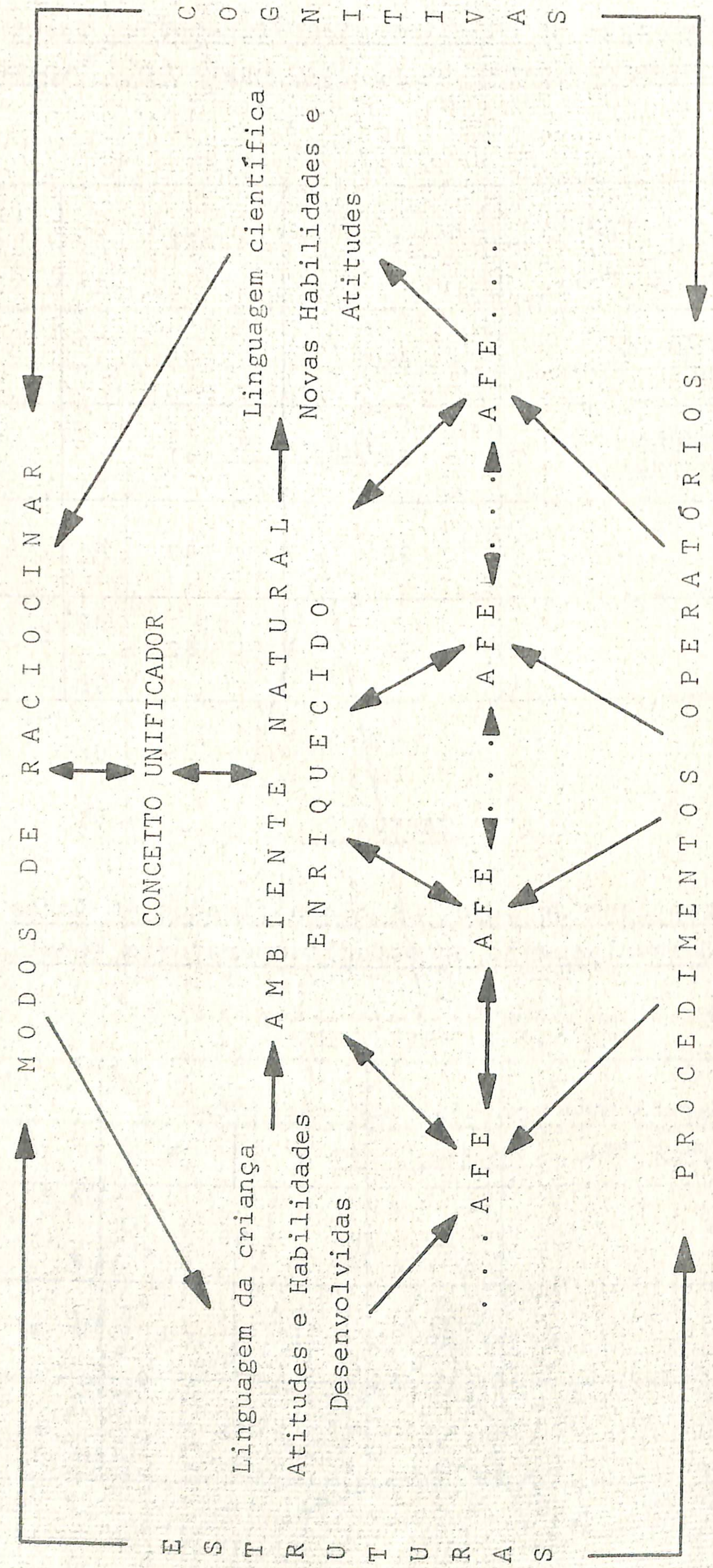
| FASES / EXPERIMENTOS | I | II | III |
|---|---|---|---|
| CONSERVAÇÃO DE SUBSTÂNCIA | 35 | 35 | 30 |
| CLASSIFICAÇÃO MULTIPLICATIVA | 35 | 41 | 24 |
| SERIAÇÃO | 20 | 47 | 33 |
| INCLUSÃO | 38 | 62 | 0 |

TABELA 2

Percentagem de sujeitos classificados em fases
de desnvolvimento do estádio operatório formal

| FASES / EXPERIMENTOS | I | II | | III | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | A | B |
| VOLUME | 32 | 40 | | 28 | |
| PÊNDULO | 25 | 71 | 4 | 0 | 0 |
| PROBABILIDADE | 42 | 58 | | 0 | 0 |

## MODELO PARA ORGANIZAÇÃO DE ENSINO INTEGRADO




AFE: Atividade sobre fatos específicos / ou atividades do aluno sobre eventos particulares, relacionados a um mesmo conceito-chave ou princípio, e desencadeadores de operações mentais de um mesmo nível.

FAGUNDES, L. C. Roma, janeiro de 1976.



## ORIENTAÇÃO PARA OS PROFESSORES

A cada dia que passa aumentam as dificuldades para se conseguir um bom resultado no ensino: aumenta o número de crianças em sala de aula e aumenta o número de salas. Os alunos chegam à série seguinte cada vez com menos bases e, turbulentos ou apáticos, parecem estar sempre desinteressados do estudo. Com o crescimento do alunado o que parece mais evidente é que, no ensino tradicional, muitos alunos aprendiam melhor porque só os que tinham melhores condições para isso chegavam ao "antigo ginásio". E esses eram bem poucos!

O que está em jogo atualmente no ensino não são só as bases do conhecimento, mas as atitudes, os hábitos de raciocínio e toda a afetividade-motivação, entusiasmo, envolvimento responsável!

Entre os poucos que conhecem, utilizam e falam a linguagem científica e a grande massa de gente que não entende a ciência, nem a chave da linguagem matemática, e, inclusive, tem medo dela, levantou-se uma barreira. Esta barreira precisa ser derrubada! O cidadão comum na sua vida diária utiliza pouquíssimo as técnicas operatórias que parecem tão tediosas e incompreensíveis às crianças nas escolas. Mas, por outro lado, para resolver problemas da vida, que se apresenta cada dia mais complexa, assim como para desenvolver-se como pessoa, ele precisa conhecer a linguagem, e dominar os meios de utilizar a matemática na explicação científica! Acreditamos que os professores precisam ser auxiliados e um tipo de auxílio consistiria na integração do ensino de matemática e de ciências.

Para elaborar as sugestões de atividades do Caderno II-A (Currículo por Atividades) e do Caderno II-B (Currículo por Área) organizou-se, neste Laboratório da Faculdade de Educação em convênio com o PREMEN, uma equipe de especialistas. Esta equipe realizou uma sondagem, através dos experimentos relatados nas páginas anteriores, para obter um diagnóstico das necessidades dos alunos que estão atualmente em nossas escolas. Cada atividade foi elaborada e testada em pequenos grupos de crianças. Depois de reescritas, algumas por diversas vezes, foram montadas as seqüências, a partir de um quadro teórico, e entregues a diferentes grupos de professores para serem testadas.

Esses professores não receberam qualquer tipo de treinamento - somente o material escrito, que foi apresentado como uma alternativa para a integração no ensino de 1º Grau. Em suas classes foram aplicados pré e pós testes que avaliaram o nível de desenvolvimento operatório e o rendimento da aprendizagem dos alunos.

Em cada uma das 14 salas de aula foram realizadas de 1 a 2 horas de observação por semana durante dois meses .

O resultado dessa testagem levou-nos a redigir alguma orientação para que os professores possam utilizar com proveito este material.

1. Os objetivos do ensino integrado

1.1 Proporcionar ao aluno a oportunidade de adquirir conhecimento e compreensão do mundo ao seu redor de um modo tão interessante e divertido quanto seja possível, através da descoberta ativa.

1.2 Encorajar e desenvolver a atitude de investigação e a capacidade de analisar as próprias experiências .

Os objetivos específicos relacionados em cada uma das atividades tanto no Caderno II-A como no Caderno II-B referem-se às categorias:

a) Habilidades operatórias tais como observar, comparar, contrastar, classificar, medir, ordenar, dissociar fatores, combinar fatores, inferir, testar inferências e predizer.

Essas capacidades irão influenciar largamente o modo pelo qual o material será utilizado.

b) Desenvolvimento de atitudes tais como honestidade na coleta e análise da informação, mente aberta, e o dar-se conta da natureza experimental das teorias científicas.

Provavelmente essas atitudes não emergirão do estudo a não ser que a abordagem da inquisição prática reflita uma investigação constante.

c) Habilidades apropriadas à atividade científica que incluem a habilidade para manipular tanto materiais do ambiente como aparelhos, para construir e interpretar tabelas, diagramas e gráficos, e também descobrir informações relevantes em fontes de referência disponíveis.



2. Os conteúdos

Ao propor uma abordagem de integração no ensino, tenta-se apresentar o conteúdo como um conjunto de partes relacionadas por estruturas comuns, e não de informações fragmentadas.

Diversos projetos de reformulação no Currículo de ensino científico às crianças, em todas as partes do mundo, apresentam estas características comuns:

a) todos enfatizam o "fazer ciência" das crianças e o desenvolvimento intelectual e das habilidades manipulativas em vez da aquisição de informações enciclopédicas do mundo natural;

b) todos são baseados em estudos psicológicos de como a criança aprende;

c) todos são construídos sobre as experiências de exploração do ambiente pelas crianças antes da escola e fora da escola, pela manipulação de materiais desse ambiente numa aprendizagem sensório-motora e após lógico-matemática.

Para alcançar os objetivos propostos, é preciso abandonar a mera transmissão de informações particulares, definições prontas, receitas mecânicas e raciocínios estereotipados.

Se é certo que a ciência consiste numa pluralidade de disciplinas com conteúdos e características específicas, também é certo que se constitui numa família de modelos explicativos em evolução.

Numa abordagem unificadora para o currículo, buscamos os aspectos que podem convergir. Tentamos elaborar núcleos de informações coordenadas por um conceito superior e integradas por idéias gerais explicitadoras desses conceitos.

Os critérios utilizados para a seleção de conceito são:

a) as necessidades dos alunos num determinado nível de desenvolvimento cognitivo, considerando que as estruturas que a matemática atual estuda parecem ser aquelas de acordo com as quais se organiza a própria inteligência da criança;
b) sua validade para a aquisição de novos conhecimentos;
c) sua potência para desencadear e manter o desenvolvimento pessoal e social.

Para o Caderno II-A, escolhemos o conceito de Medição. Ressalvamos que as atividades propostas se limitam apenas à introdução à Medida.

Medição é onde a escola tradicional obtinha os piores resultados, tanto em matemática quanto em ciências. Seria desejável que os professores conhecessem a estrutura de espaço vetorial, o que significa uma operação fechada e uma operação externa, atc. A noção de aproximação também seria relevante para chegar até a construção dos números Reais (R).

Contudo, nesse Caderno, nos preocupamos com os fundamentos do pensamento operatório para chegar à medida:

- manutenção de equivalências estáveis entre duas grandezas;
- a transitividade das equivalências;
- a anti-simetria da ordem;
- a compatibilidade da equivalência e da ordem.

Essas propriedades referem-se às das estruturas operatórias do estádio das operações concretas no desenvolvimento da inteligência e estão muito bem explicadas nos "agrupamentos" definidos por Piaget em seu livro Ensaio de Lógica Operatória.

As atividades foram elaboradas em 4 blocos: o primeiro (I) refere-se à iniciação em atitudes e habilidades do fazer científico, o segundo (C), às noções de conservação, o terceiro (M) à medição propriamente dita, e o quarto (G), à construção e interpretação de gráficos.

Não foi estabelecida uma seqüência linear de conteúdo. Intercalaram-se explicações sobre o conteúdo de cada bloco, e as atividades podem ser trabalhadas em seqüências paralelas, por grupos diversificados, simultaneamente, dependendo das condições dos diferentes grupos de alunos e do seu ritmo de desenvolvimento, a critério do professor.

Deverão, além disso, ser acrescentadas atividades sobre conteúdos de interesse particular à classe no momento, podendo as atividades do Caderno servir apenas como modelo para que o professor organize o ensino de outros conteúdos, dentro do mesmo nível de estrutura lógica.

Para o Caderno II-B, o conceito escolhido foi Proporcionalidade. Também nos limitamos à sua introdução, justamente porque, no ensino tradicional, as regras e as fórmulas são apresentadas prontas para aplicar, sem que o aluno tenha condições de construí-las por si. Ora, a proporcionalidade envolve uma estrutura de pensamento operatório bem mais complexa, e o que parece mais importante, é que o aluno adquira essa forma de raciocinar para usá-la em solução de problemas e em modelos explicativos, lógicos, espaciais ou quantitativos, para fenômenos e situações de sua própria vida e do mundo em que vive.



Para a aprendizagem do conceito de proporcionalidade, consideramos dois aspectos principais:

- o primeiro, é o estabelecimento de uma relação entre duas outras relações já estabelecidas. As proporções matemáticas consistem na dupla relação:

$$\frac{x}{y} = \frac{x'}{y'}$$

- o segundo é o da inclusão dos dois pares desta proporção no conjunto mais amplo de todos os outros pares, para os quais a mesma relação é válida, isto é, os conjuntos de partida e de chegada de uma função linear.

Porisso os conteúdos trabalhados no ensino de 1º Grau sob o título de razões e proporções, regra de três, juros e percentagens, escalas e semelhanças de figuras são apresentados interligados pelo conceito matemático que lhes é subjacente: a função linear.

A função linear, toda função - polinômio de 1º grau, é aquela para a qual o termo independente é igual a zero. Tem-se pois:

$$f: (x) \rightarrow mx$$

em que "m" é um número real não nulo.

O gráfico de uma função linear é, pois, uma reta que passa pela origem do sistema de coordenadas cartesianas.

Para essa função linear, os valores "y" das imagens são proporcionais aos valores "x" do conjunto de partida

$$x_1 \rightarrow y_1 = mx_1$$

$$x_2 \rightarrow y_2 = mx_2$$

$$\frac{y_1}{x_1} = \frac{y_2}{x_2} = m$$

em que "m" é o coeficiente de proporcionalidades.

Piaget afirma que o problema psicológico que surge para a formação dessa noção é compreender porque razão ela não se constitui já desde o nível das operações concretas.

O sujeito desse nível já consegue, de modo natural, estabelecer relações numéricas, construir frações. Por outro lado, do ponto de vista qualitativo, desde o nível concreto, existe uma operação que Spearman chamou "a edução dos correlatos" e equivale a apresentar, de uma maneira que antecipa as proporções, as vinculações inerentes a um quadro de dupla entrada. Por exemplo, Roma está para a Itália assim como Paris está para a França. Por que, então, os sujeitos de 8 a 11 anos (em nossas experiências para diagnóstico, até 14 anos, em 7ª série) não conseguem descobrir a igualdade de duas frações, que constituem uma proporção?

A explicação está na própria estrutura das operações. O esquema das proporções, sob seus aspectos lógico e matemático, é complexo.

Sempre que intervém um esquema de proporções, antes de alcançar o cálculo das relações numéricas, o sujeito começa por uma espécie de esquema antecipatório de proporcionalidade qualitativa, que é em primeiro lugar simplesmente lógico e conduzirá logo ao descobrimento das proporções numéricas. Por exemplo, no caso da balança, o sujeito começa por descobrir que um certo aumento de peso pode ser compensado com certo aumento da distância a partir do centro - efetivamente, quando coloca um pequeno peso a uma grande distância e um peso grande a uma pequena distância, obtém o equilíbrio e daí extrai uma proporcionalidade dos 4 valores. Tanto a compensação como a proporcionalidade são, em primeiro lugar, exclusivamente qualitativas.

Assim, a aquisição do esquema operatório das proporções numéricas ou métricas supõe antecipações qualitativas sob a forma de compensações mediante equivalências e proporções lógicas.

A vinculação da proporcionalidade com os espaços vetoriais que encerram uma grande riqueza do ponto de vista algébrico (dois conjuntos, três operações internas, uma operação externa, etc.) requer uma abordagem a partir desses fundamentos matemáticos e não somente o estudo isolado de situações em que alguns de seus aspectos aparecem. Neste sentido, foi montada a Unidade sobre Proporcionalidade do presente projeto.

Procurou-se princípios de diferentes campos da ciência (Matemática, Física, Biologia e Química) sobre fenômenos do meio ambiente próximo à criança, cujo modelo explicativo utiliza a mesma estrutura operatória, o mesmo tipo de operações mentais - qualitativas ou quantitativas: - o esquema da proporcionalidade.



Não se espera que somente sejam transmitidas informações aos alunos sobre esses conteúdos. O que se deseja é que, utilizando requisitos do fazer científico - observação e experimentação sobre materiais do ambiente, os próprios alunos operem sobre os fenômenos de modo reflexivo, e aprendam a conhecê-los, explicá-los, chegando às leis gerais e suas propriedades.

O que se espera, finalmente, é que as atividades coloquem em ação as estruturas operatórias do aluno, e o desenvolvimento de sua capacidade de estabelecer a proporcionalidade, e de operar com ela, facilite a aprendizagem dos conteúdos.

## 3. Procedimentos

As atividades não são necessàriamente seqüenciais são antes exemplos ilustrativos de porções do conteúdo. Elas podem também servir apenas como sugestão para que o professor organize outras mais adaptadas à realidade de sua classe.

Elas podem ser trabalhadas simultaneamente, em subgrupos diversificados na mesma turma, desde que o professor tenha um controle escrito sobre sua distribuição, e analise diariamente a documentação de cada subgrupo: relatórios, fichas de trabalho, descobertas do grupo, planos de experiências, conclusões, gráficos, etc.

Duas características da metodologia integrativa aqui consideradas são:

- O uso de material concreto do ambiente do aluno
- O trabalho em pequenos grupos

É necessário e importante que o material seja providenciado antes de cada aula e em quantidade suficiente para que cada criança possa manipulá-lo em seu grupo de trabalho.

Nenhuma explicação do professor, ou de algum texto, pode substituir o manuseio do material pelo aluno. Também não é suficiente que ele permaneça só olhando um dos colegas manipulá-lo. Este aspecto foi comprovado na testagem do material em diferentes escolas. O rendimento na aprendizagem foi muito menor nas turmas em que o professor desenvolveu a maioria das atividades através de demonstrações por um dos alunos, do que naquelas turmas onda cada aluno teve oportunidade de realizar tanto experiências físicas, como experiências lógico-matemáticos, em cada uma das atividades propostas.

O professor não necessita providenciar mais do que duas coleções de materiais para cada atividade, se ele conseguir uma certa autonomia com os grupos.

Por exemplo o grupo A trabalha, no 1º dia, na atividade X, enquanto o grupo B trabalha na Y, e no dia seguinte , fazendo rodízio, trocam de materiais. Os alunos também podem ser envolvidos na coleta e confecção de materiais, em atividades extra-classe , de acordo com os objetivos da atividade.

- Uma maneira inicial de disciplinar as solicitações da presença do professor em cada grupo é planejar um rodízio fixo de atendimento aos grupos. O professor combina que não é necessário chamá-lo, pois ele visitará cada grupo por ordem. O grupo deve anotar a dificuldade do momento e realizar outra tarefa, ou plano, enquanto aguarda o professor. Os alunos precisam ser educados para a autonomia, para a educação permanente.

- O material deve ser partilhado por todos, e as descobertas e conclusões deverão ser discutidas antes de redigidas. Elas devem expressar o consenso do grupo.

- No fim de cada período de trabalho o professor poderá porpor uma avaliação de cada grupo quanto à dinâmica,rendimento, validade da podução, etc.

- Pequeno relatório diário das atividades de cada grupo, elaborado pelos próprios alunos, ajudará não só a reorganização de suas idéias, como também facilitará o trabalho de avaliação pelo professor, sobretudo quando a classe é numerosa.

- É muito importante que seja bem organizado o fechamento da atividade. Diariamente os materiais, já catalogados, deverão ser acondicionados e guardados após cada período de trabalho. Pode-se improvisar estantes com 2 ou 3 tábuas e alguns tijolos encostados numa das paredes, e utilizar caixas vazias de papelão,como por exemplo as que se recolhem nas lojas de roupas,etc.

O segundo aspecto, trabalho em grupos, implica em manejar bem situações como:

a - constituição dos grupos. O professor deverá decidir se será espontânea ou dirigida. Se dirigida, deverá definir os critérios mais adequados para a distribuição dos alunos nos grupos.

b - elaboração de fichas. Cada grupo deverá dispor de fichas com orientação para o trabalho, além da orientação direta pelo professor. Nas fichas deverão ser colocados problemas, perguntas que desafiem perguntas que encaminhem a observação, perguntas que orientem a experimentação,perguntas que provoquem uma análise e uma avaliação das próprias respostas, etc.



Também são necessárias fichas de respostas possíveis, para os casos em que a atividade depender de certos resultados para que se chegue às conclusões mais produtivas.

As fichas ajudarão aos alunos a se tornarem mais independentes do professor, que poderá então ter mais tempo para observar cuidadosamente e registrar num anedotário ou numa ficha, o desempenho dos elementos de cada grupo diariamente.

c - cooperação no grupo: Se o trabalho for bem orientado, os alunos poderão sentir necessidade de testar suas opiniões, analisá-las e discuti-las com os colegas, isto é "operar com o outro". É preciso cuidar para que o grupo seja apenas "físico".

d - aumento do barulho. A dinâmica da sala de aula numa "metodologia ativa" propicia a "troca" entre os alunos no grupo e até entre os grupos. Representa uma aprendizagem bem lenta para alunos que só vêm trabalhando em métodos tradicionais, passivamente sentados ante um papel e um lapis.A atividade física e intelectual do aluno provoca um aumento do barulho. Este precisa ser controlado a nível de trabalho produtivo e respeito mútuo, solicitando-se dos próprios alunos regras de convivência. Nem a repressão que fatiga, nem o excesso que perturba!

e - controle do que faz realmente cada elemento no grupo. Trata-se de uma aprendizagem tanto para o aluno como para o professor que, às vezes, requer tempo, mas que tem muitas vantagens. A cooperação entre alunos favorece o intercâmbio real do pensamento, a objetividade e a reflexão, além das vantagens de ordem afetiva e socialização.

Algumas sugestões para o manejo de tais situações:

- Pode-se alternar liberdade com diretividade na constituição dos grupos,

- É desejável que os pequenos grupos sejam mesmo "pequenos" - de 3 a 4 alunos, só algumas vezes mais do que isso.

Uma habilidade que o professor precisa treinar é a de fazer perguntas - fazê-las oralmente e por escrito, fazê-las em diferentes níveis de pensamento, e a de formular problemas, assim como a de provocar a formulação de problemas pelos alunos.

É indispensável que o professor estude o conteúdo presente em cada atividade: que ele domine os conceitos e seja capaz de relacionar os princípios, que poderão ou não chegar à explicitações pelos alunos.

Lembre-se: - metodologia ativa não é "aula de trabalhos manuais", é operatividade do aluno. Segundo esse modelo, o aluno é quem vai integrar. Mas o professor é o orientador paciencioso, é o estimulador constante e cativante.

4. Avaliação

Há previsão de critérios e instrumentos de avaliação nas próprias atividades. Ela deve ser contínuamente registrada pelo professor. Aconselha-se o registro de um anedotário e de uma ficha em que se anote nas colunas ao lado do nome de cada aluno, sob o título "Atividade x; data y", uma apreciação qualitativa do seu desempenho. Pode-se abrir nesta ficha colunas para registrar a apreciação dos relatórios individuais e de grupo. Consultando esses registros o professor poderá proporcionar a alguns alunos experiências de recuperação, ou de reforço, enquanto os outros avançam.

Os objetivos não devem ser apresentdos aos alunos antes da realização das atividades. Mas a auto-avaliação deve ser proporcionada oferecendo-se como critérios, no final, os objetivos em vista.

O professor deverá ter presente os objetivos gerais do ensino integrado na área de Ciências em todos os momentos de avaliação e realimentação do processo.



ATIVIDADE Nº M.1

Objetivo: Realizar jogos preliminares ao estudo das razões e proporções, que preparem os alunos para abordá-lo explicitamente mais adiante.

Material: Conjunto de figuras geométricas planas, a saber: quadrados, retângulos, trapézios, losangos, triângulos e paralelogramos propriamente ditos, conforme modelos anexos. Lanternas.

Desenvolvimento:

1º momento: A finalidade deste momento é fazer com que os alunos se familiarizem com o material. O professor distribuirá o material a cada grupo para que os alunos reconheçam os tipos de figuras, bem como o tamanho das mesmas, fazendo a classificação dos elementos do material.

Antes de qualquer atividade, na qual se utilize material didático concreto, o aluno necessita se familiarizar com ele; para isso sugere-se este 1º momento. É importante que o aluno conheça todos os tipos de peças que existem nesse material para realizar bem as próximas tarefas.

Problemas a serem colocados aos alunos pelo professor:

- É possível fazer um hexágono usando losangos?
- É possível fazer um trapézio usando triângulos?
- É possível fazer um hexágono com trapézios?

Para os alunos rápidos o professor pode propor mais alguns problemas, tais como:

- Quantos losangos são necessários para construir um hexágono?
- Qual o número mínimo de triângulos que são necessários para construir um trapézio?
- É possível construir um hexágono somente com hexágonos?

Também este 2º momento é ainda uma preparação para a atividade propriamente dita, que conduzirá ao estudo de razões e proporções. Trata-se de oportunizar aos alunos a construção de figuras geométricas com outras menores, respeitando certas restrições. O professor pode preparar uma ficha que oriente os diversos momentos do trabalho, a fim de que cada grupo possa trabalhar no seu próprio ritmo sem que necessite a todo instante o professor.

2º momento: O professor coloca os seguintes problemas aos grupos:

- É possível construir um triângulo, utilizando somente triângulos pequeninos?
- É possível cobrir o triângulo maior com a sombra do pequenino, usando a luz da lanterna, sem o vidro refletor?

(Isto será possível quando o triângulo pequeno estiver em plano paralelo aos do maior.)

- Quantos triângulos pequenos foram utilizados para construir o imediatamente maior?
- Quantos lados do triângulo pequeno estão na base do maior?

O professor deve solicitar que continuem construindo triângulos ainda maiores somente com triângulos pequeninos, e que preencham um quadro como este:

| Ordem de Construção | 1º | 2º | 3º | 4º | 5º | 6º | 7º |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| nº de △'s | 1 | 4 | 9 | 16 | 25 | | |
| nº de lados na base | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |

Trata-se, nesse 2º momento, de uma atividade que conduz ao estudo das razões e proporções, pois um triângulo só será coberto pela sombra de um menor, estando ambos em planos paralelos, se forem semelhantes, isto é, se tiverem ângulos iguais e lados proporcionais. Partindo do 1º triângulo pequenino, o 2º será construído com 4 daqueles, o 3º com 9, o 4º com 16, etc... e é necessário determinar quais dos grandes podem ser cobertos pela combra do pequenino.

O professor pede então aos alunos que completem o quadro nº 2, o qual ele reproduzirá para distribuição.

Os alunos completarão, construindo com as formas da esquerda, figuras maiores deste mesmo tipo, de modo que a maior possa coincidir com a sombra da pequena, projetando com a luz da lanterna.

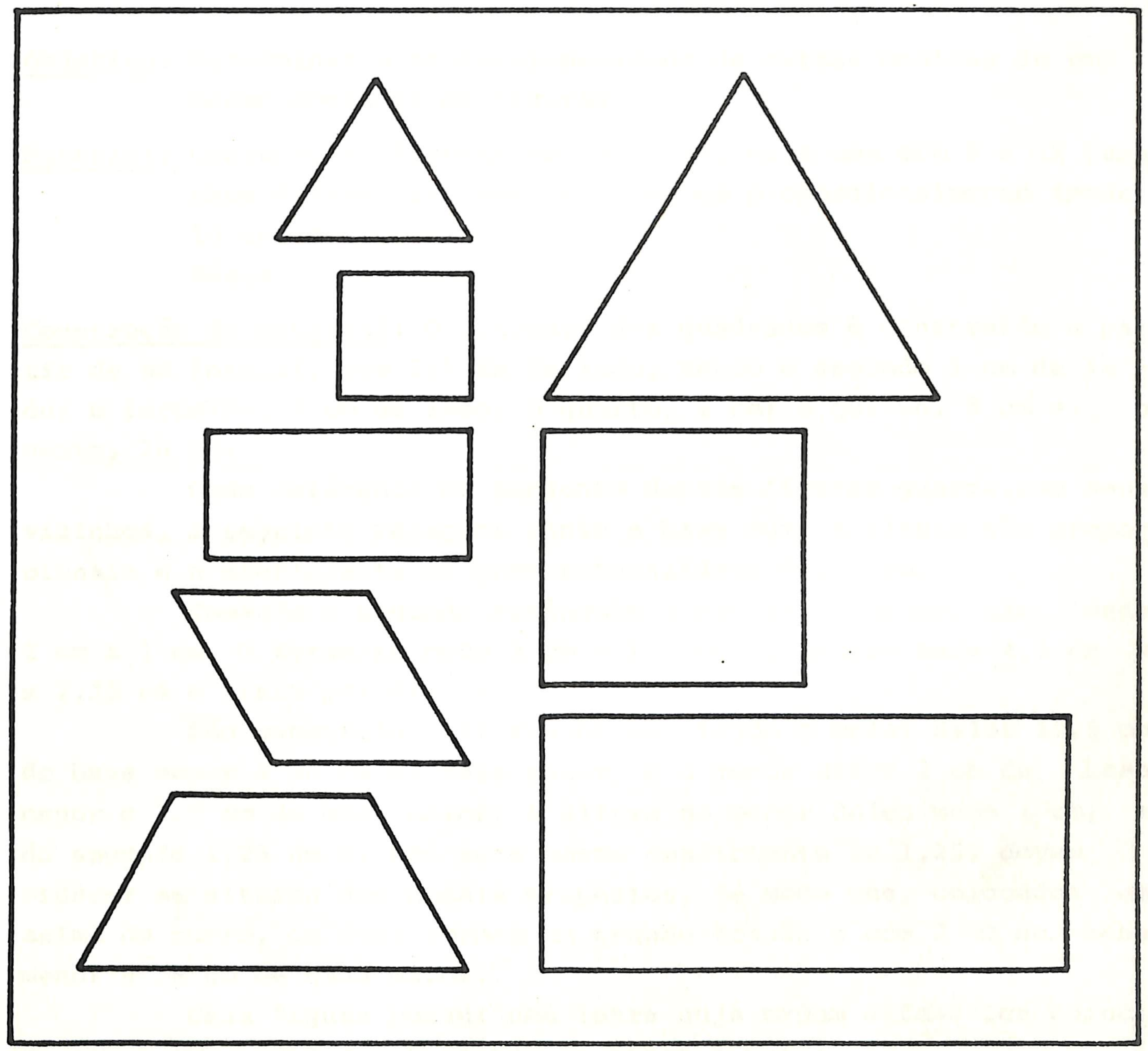
| ORDEM DE CONSTRUÇÃO | 1º | 2º | 3º | 4º | 5º | 6º | 7º |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| nº de □ | | | | | | | |
| nº de lados na base | | | | | | | |
| nº de ⏢ | | | | | | | |
| nº de lados na base | | | | | | | |
| nº de ◇ | | | | | | | |
| nº de lados na base | | | | | | | |
| nº de ▭ | | | | | | | |
| nº de lados na base | | | | | | | |
| nº de ⬡ | | | | | | | |
| nº de lados na base | | | | | | | |

O professor pergunta aos alunos, após o preenchimento do quadro:

É possível encontrar uma regra para descobrir o número das construções seguintes, isto é, além da sétima?

- Qual é esta regra?

Talvez, com a experiência acumulada na construção e no registro, os alunos vejam que o número de figuras é sempre a potência de um número natural correspondente ao ordinal das ocorrências das sucessivas construções.



ATIVIDADE Nº M.2

Objetivo: Determinar a proporcionalidade de certas medidas de um mesmo conjunto de figuras.

Material: Conjunto de figuras geométricas, cada uma com 8 a 12 tamanhos diferentes, mas que crescem proporcionalmente (modelo anexo).
Régua.

Construção do material: O conjunto dos quadrados é construído a partir de um inicial, com 0,5 cm de lado, tendo o segundo 1 cm de lado; o terceiro, 2 cm de lado; o quarto, 4 cm; o quinto, 8 cm e, o sexto, 16 cm.

Cada retângulo do conjunto dessas figuras guarda,com seus vizinhos, a seguinte relação: tanto a base como a altura são proporcionais e o oceficiente de proporcionalidade é 1,5 cm.

Tomando o segundo retângulo a partir do menor, ele mede 2 cm x 1 cm. O terceiro mede 3 cm x 1,5 cm; o quarto mede 4,5 cm x x 2,25 cm e assim por diante.

São construídos 12 trapézios, tendo o meior deles 12,5 cm de base menor e 28 cm de base maior, e o menor deles 2 cm de base menor e 2,5 cm de base maior. A altura do menor deles mede 1 cm, a do segundo 1,25 cm e, com este mesmo coeficiente de 1,25, devem crescer as alturas dos demais trapézios, de modo que, colocados um acima do outro, os doze formem um grande trapézio com 2 cm na base menor e 28 cm de base maior.

Cada figura possui uma letra cuja ordem alfabética coincide com a ordenação dos tamanhos de menor a maior.

Desenvolvimento: Proporcionar a cada 2 ou 4 alunos um conjunto de um dos tipos de figura.

1º momento: Deixá-los manusearem livremente, propondo perguntas como:

- Há figuras absolutamente iguais?
- Quantas figuras são ao todo?
- É possível fazer uma fila com todas elas?
- Quais serão as vizinhas da x?

(Será mais fácil para um professor que esteja habituado a realizar na sala de aula atividades diversificadas por grupos de alunos, que ele construa um conjunto de cada figura, quadrados, retângulos e trapézios, para cada grupo de alunos, e conduza as ativi dades de todos os grupos simultaneamente. Quando todos os alunos já tiverem feito medidas de quadrado, passar para o retângulo, depois para o trapézio.)

2º momento: Solicitar que os alunos façam medições de uma só dimensão de cada figura (base ou altura) e anotem num quadro como o seguinte:

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida de altura | | | | | | | | |

3º momento: Solicitar que meçam outra dimensão e anotem em outro quadrado semelhante ao anterior.

Se os alunos possuem o conjunto dos trapézios, sugerir-lhes que meçam as alturas, pois sabemos que elas são proporcionais.

4º momento: Solicitar que calculem as áreas das figuras de um mesmo tipo e preencham um quadro como os anteriores, se eles souberem fazer o cálculo de áreas.

5º momento: Análise dos dados. Problemas:

- O que é possível observar com base nos dados dos quadros anteriores?
- Será que dividindo o número da medida de H pelo de G obter-se-á o mesmo quociente que entre D e C?
- Isto é válido para quaisquer outras medidas? Por que?

6º momento: Jogo das quádruplas.

Formam-se duas equipes no grupo de alunos. Deixam-se todas as figuras de um mesmo tipo sobre a mesa. Decide-se, fazendo par ou ímpar, quem começa o jogo.

A primeira equipe coloca uma figura.

A segunda equipe coloca outra figura para fazer par com esta.

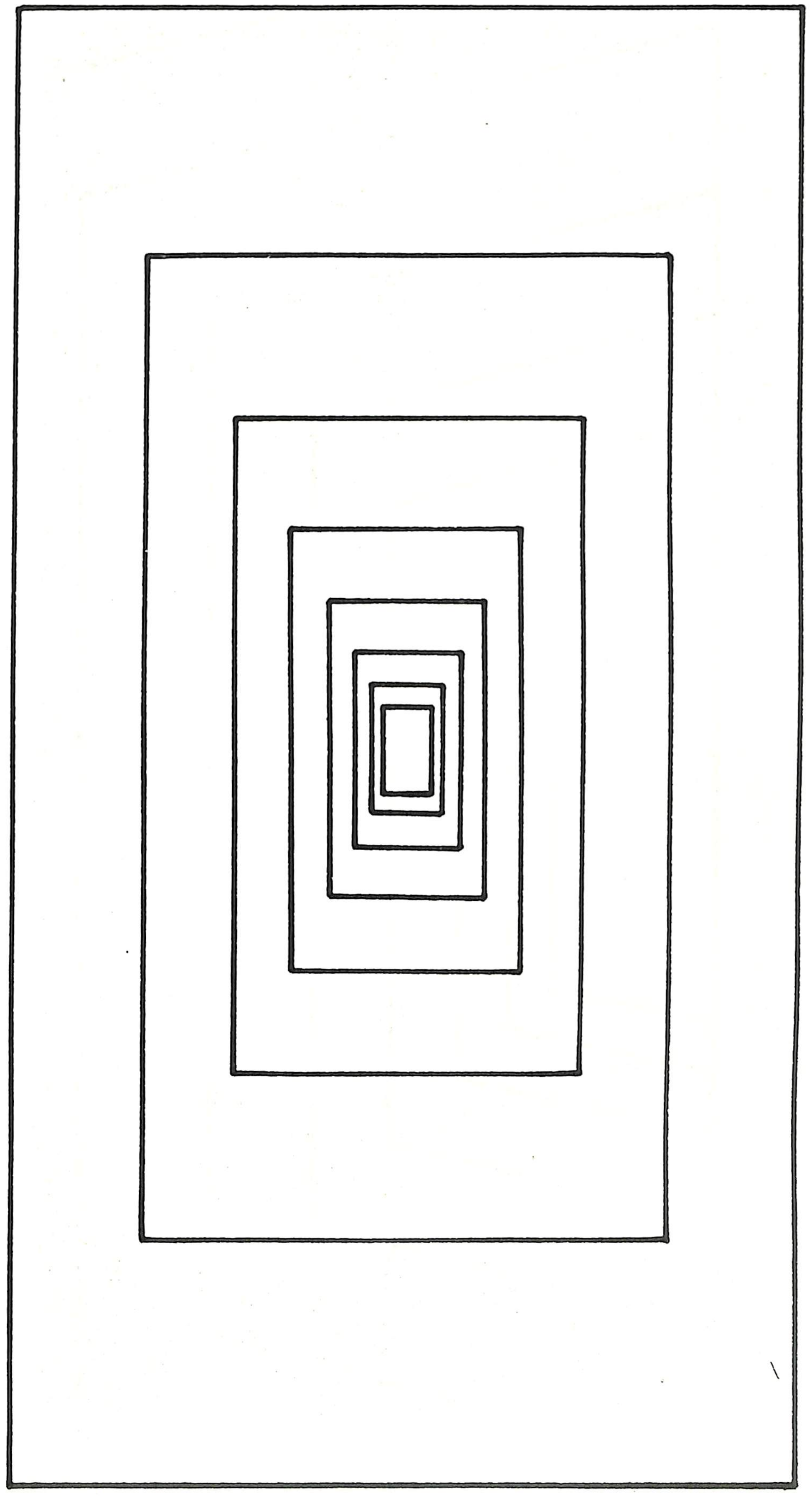
A terceira equipe escolhe uma nova figura.

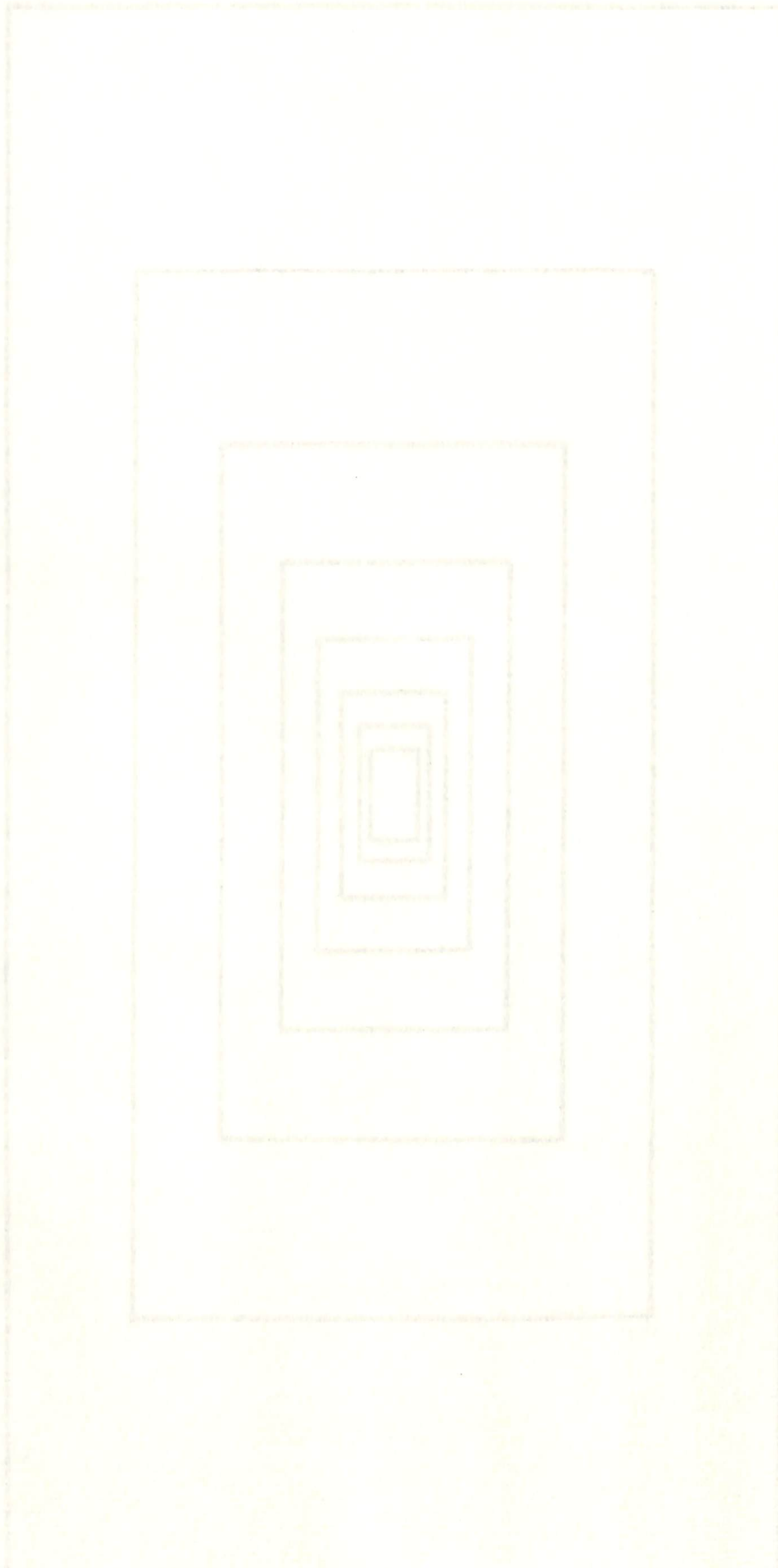
A quarta equipe deve encontrar outra figura que combine com a terceira, de modo que guarde a mesma diferença que existe entre a primeira e a segunda.

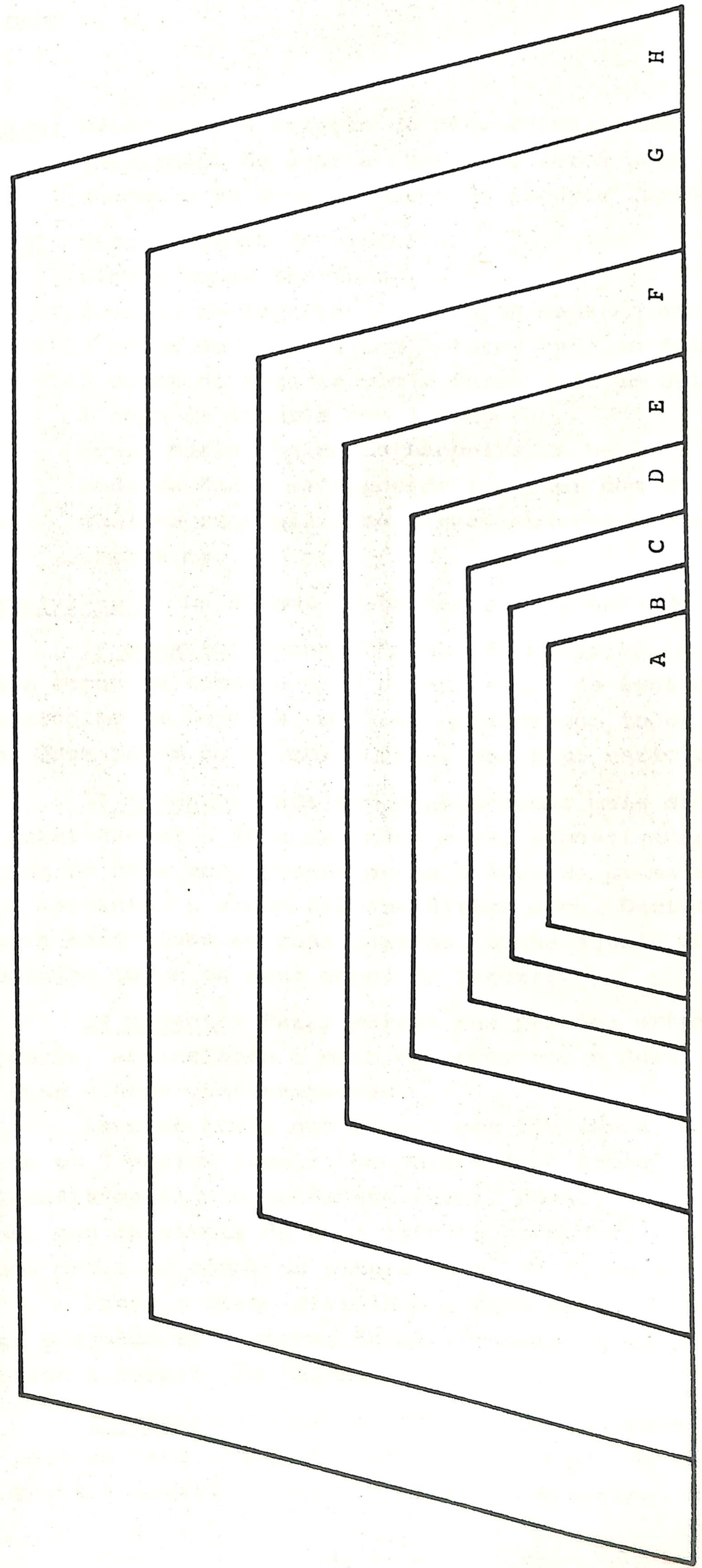
Variante: Quando não houver no material a peça adequada, a quarta equipe tem o direito de tomar uma peça inversamente proporcional à terceira para formar par com ela.

<u>Avaliação</u>: O professor desenha um par de figuras (nos tamanhos reais das peças trabalhadas). O aluno deve desenhar novos pares onde haja a mesma relação que no 1º par, utilizando o maior número possível de figuras, se possível todas.

<u>Nota</u>: O aluno pode trabalhar com o material concreto, e após desenhar os pares que encontrar.






A
B
C
D
E
F
G
H

ATIVIDADE Nº M.3

Objetivo: Determinar a relação de proporcionalidade inversa entre quantidade de água e número de furos para o tempo de escoamento de água de copos de iogurte furados.

Material: Para um grupo de alunos
alguns copos sem furo
4 copos de iogurte com 4 furos cada um deles
3 copos de iogurte com 3 furos cada um deles
2 copos de iogurte com 2 furos cada um deles
1 copo de iogurte com 1 furo
água, bacia, balde ou banheira de bebê
Modo de fazer os copos de iogurte: com um prego grande, o qual se esquenta numa chama, segurando-o com uma proteção para a mão.

Desenvolvimento: Os alunos trabalharão em grupos de 4 pessoas.

1º momento: Reconhecimento do material. O professor enche de água copos de iogurte e os deixa dentro da água do balde. Cada aluno escolhe um copo. A um sinal determinado todos levantam seus copos. Quem tiver em primeiro lugar seu copo vazio ganha o jogo.

2º momento: Cada aluno pode tomar mais de um copo de iogurte e fazer escoar a água de todos eles, sucessivamente, isto é, deve tomar um de cada vez. Quando acaba a água do primeiro, ele deve erguer o seguinte. E assim até seu último copo. Decide-se quantos copos para cada aluno em cada partida. Ganha aquele que esvazir em primeiro lugar todos os seus copos de iogurte.

3º momento: Fazer marcas nas paredes externas dos copos de iogurte, assinalando o meio do copo, uma e duas terças-partes ; uma, duas e três quartas-partes.

Pode-se pedir aos alunos que dividam a água de 1 copo de iogurte em 2 partes iguais, em outros dois copos (para isso foram providenciados alguns copos sem furo). Quando foi obtida a divisão, de modo que os níveis da água estejam parelhos, pedir-lhes que façam uma marca no copo, na altura do nível da água.

Fazer o mesmo dividindo a água de um copo em 3 partes iguais. E também em 4 partes iguais, sempre fazendo uma marca que caracterize a repartição feita.

4º momento: O professor introduz a restrição de que nesta nova partida cada aluno só pode tomar 1 copo com número de furos diferentes dos demais colegas do grupo de trabalho. É que agora se trata de estimar a quantidade de água que se deve colocar no copo para que todos empatem. Dizer aos alunos que façam tantas tentativas quantas forem necessárias.

<u>Nota</u>: Se eles acharem que os auxilia, podem tentar empatar 2 a 2, numa primeira etapa, para depois procurarem o empate para os 4 do grupo.

<u>5º momento</u>: Depois que os alunos conseguirem pôr água de modo que todos empatem, pode-se sugerir que registrem, de algum modo, o resultado do jogo. Isto é, quem tinha um copo com 1 furo, quanto de água deverá pôr no seu copo para empatar com o que tinha 4 furos, etc ...

<u>Avaliação</u>: Pedir aos alunos que preencham o quadro a seguir.

| Copos cheios de areia com | Quantidade de água necessária para que copos com x furos empatem com os da 1ª coluna cheios de água | |
|---|---|---|
| 1 furo | | 1 furo |
| 2 furos | 1/2 copo | 1 furo |
| 3 furos | | 1 furo |
| 4 furos | | 1 furo |
| 3 furos | | 2 furos |
| 4 furos | | 2 furos |
| 4 furos | | 3 furos |

ATIVIDADE Nº M.4

Objetivo: Construir uma representação reduzida, utilizando escala, de uma superfície determinada.

Material: lápis
papel
régua
um mapa com indicação de escalas
plantas de sala de aula da turma, construídas pelo professor

Desenvolvimento:

1º momento

O professor conversaria com os alunos sobre o que é um mapa, como é feito, etc..., ou uma planta, ou qualquer outro modelo reduzido.

2º momento

Alternativas 1 e 2.

Alternativa 1: É mais adequada a alunos do sexo masculino. Solicitar aos alunos que assistam pelo rádio ou pela televisão a um jogo de futebol, para descreverem, em aula, um gol dessa partida. Sabendo que as dimensões de um campo de futebol podem ser as seguintes: 100 m de comprimento por 64 m de largura, fazer um modelo reduzido do campo de futebol, de modo que fiquem guardadas as devidas proporções e marcar a posição aproximada do chutador na hora do gol.

Nota: A confecção do modelo reduzido constitui a avaliação da tarefa.

Alternativa 2: Realizar uma gincana - A Caça dos Tesouros na sala de aula, escondendo um objeto para cada grupo de 3 alunos, entregando-lhes as pistas num código.

Exemplo: Partindo da porta, dê 3 passos na direção porta-janelas, vire à esquerda e procure uma cadeira com um bilhete embaixo do assento num raio de 2 m.

No bilhete estaria escrito: "O tesouro desta equipe se encontra a partir do ponto central da sala, 2 passos na direção fundo da sala - quadro-negro e 4 passos na direção parede-janelas. Há 4 posições assim descritas. Descobre em qual delas está o tesouro. Trabalhem rápido para ganhar das outras equipes.

A equipe só ganha a prova se fizer o mapa da aula, em tamanho reduzido, guardando as devidas proporções, indicando o mais precisamente possível todas as pistas para chegar ao tesouro e, finalmente, onde ele estava. Cada equipe recebe um conjunto de pistas próprio, elaborado pelo professor.

<u>2ª Avaliação</u>: Solicita-se aos alunos que classifiquem as boas plantas da sala de aula entre várias que o professor lhes terá confeccionado, sendo somente algumas delas adequadas, e que descubram em que escalas foram construídas as plantas certas.

ATIVIDADE Nº M.5

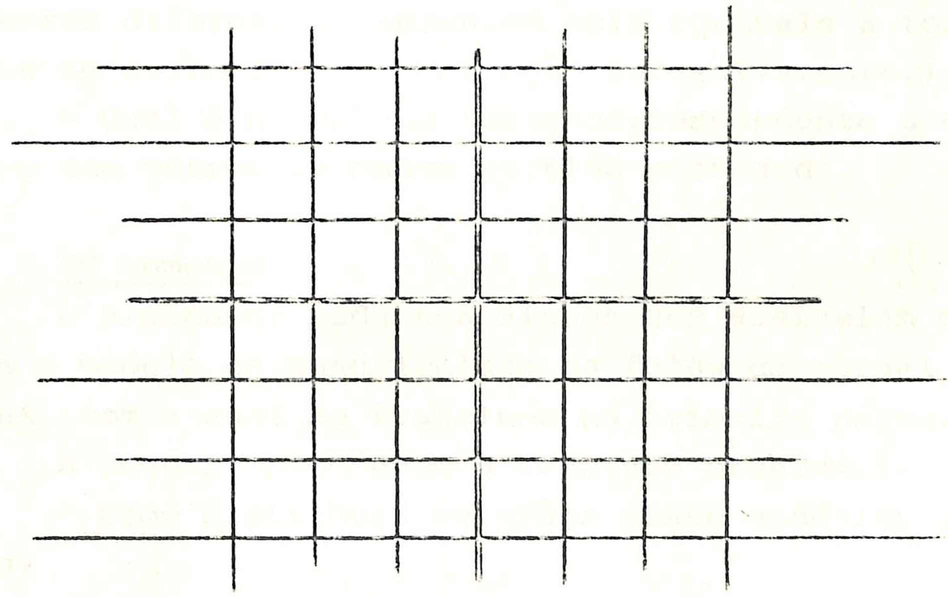
Objetivo: Realizar atividades com objetos concretos, para a compreensão de gráficos cartesianos.

Material: folha de papel quadriculado (papel jornal ou cartolina) 100 a 200 objetos pequenos, como, por exemplo: tampinhas de garrafas de 2 marcas e de 2 cores, ou grãos de feijão pedaços de papel

Observação: A construção de um conceito compreende a etapa de representação, isto é, a explicitação da descoberta por meio de um desenho, um diagrama, um gráfico, etc... Na nossa unidade a função linear que embasa a proporcionalidade pode ser representada com muita utilidade num gráfico cartesiano. Ela terá como representação uma reta que passa pela origem do sistema, que é um ponto cujas coordenadas são (0,0). Assim, porque desejamos que o aluno venha a representar a função linear num sistema de coordenadas, precisamos familiarizá-lo com a codificação de pontos do plano por um par de números, que são coordenados num sistema de referência.

As atividades que seguem, como se pode ver, são um suporte muito rico para essa aprendizagem.

Desenvolvimento: Convenciona-se que cada direção de retas está associada a ver uma cor diferente de cada tipo de objeto.



1º momento

Os alunos farão passeios sobre este quadriculado.

Espalham-se os objetos sobre o quadriculado e combina-se que cada aluno escolherá um quadrado do quadriculado como seu ponto de partida e o assinalará com o seu nome escrito num pedaço de papel, onde também escreverá a letra P de partida.

Trata-se de fazer passeios sobre o quadriculado, obedecendo às seguintes regras:

- só se pode andar seguindo as direções das retas, não em diagonal;

- em cada quadrado que se passa deve-se recolher um objeto, de acordo com a convenção das direções e dos sentidos das retas.

A cada passeio corresponderá um punhado de objetos.

Quando o passeio terminar, cada aluno marca a chegada com um novo papelzinho com seu nome e com a letra C de chegada.

O professor pode pedir aos alunos que realizem um número mínimo de 5 passeios. Deseja-se que se familiarizem com o mecanismo da atividade, e ao mesmo tempo que se oportunize base para reflexões posteriores.

O professor coloca problemas:

- É possível fazer outro passeio saindo de P e chegando em C?

- O punhado de grãos seria o mesmo?

- Faz um novo passeio saindo de P e chegando em C e recolhe os grãos. Em que eles se equivalem?

- O que acontece se P e C são coincidentes?

- Já realizaste algum passeio assim?

(No caso de resposta negativa, o professor diz: "Então realizem-no.")

- Como é o punhado de volta de qualquer trajeto? Isto é, que grãos possue ? Compara-o com o da ida.

(Espera-se que o aluno constate que grãos do mesmo tipo, mas de cores diferentes, se anulam pois equivale a ter caminhado num sentido e no outro da mesma direção sucessivamente.)

- Qual é o punhado menor correspondente a cada trajeto ? Compara-o com outros de mesma partida e chegada.

<u>2º momento</u>

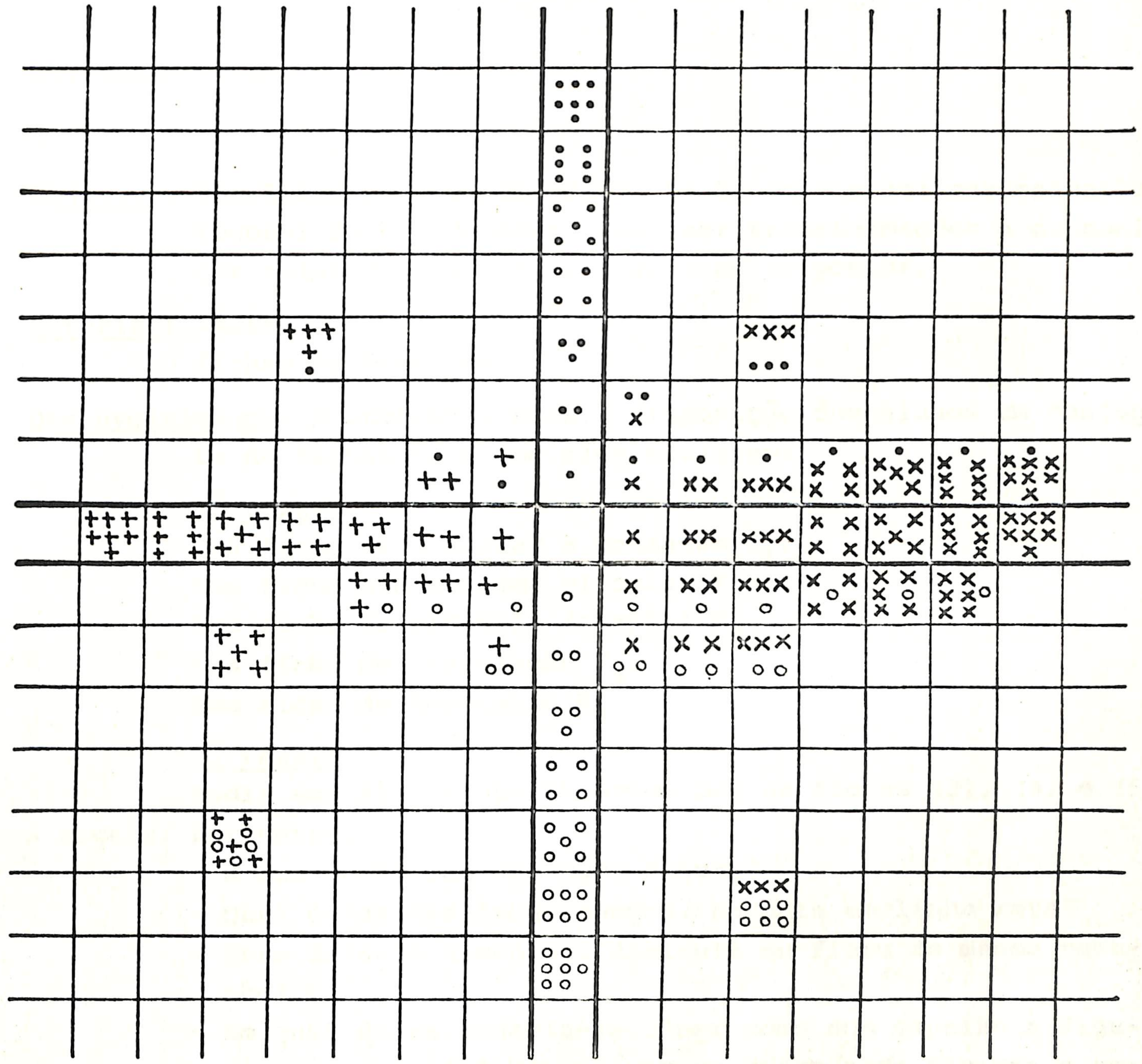
O professor pede aos alunos que assinalem duas bandas, conforme o modelo no quadriculado da folha de jornal grande ou da cartolina, com a qual se trabalhou na primeira parte.

A seguir, propõe-se o seguinte problema:

- Como distribuir os grãos nesse quadriculado, de modo organizado?

Observar que em cada quadrado deve haver um conjunto de grãos diferente de todos os outros.

Espera-se que eles deixem o quadrado central vazio e que distribuam como está no desenho a seguir.



Se os alunos não tiverem nenhuma idéia de como distribuir os grãos, o professor pode ajudá-los colocando os conjuntos adequados em alguns quadrados, e dizer-lhes: "Creio que agora vocês já têm condições de preencher os outros quadrados. Tentem."

Como última tarefa, o professor pode fazer o seguinte: pedir aos alunos que fechem os olhos, enquanto ele troca os conjuntos de grãos de 2 quadrados. Os alunos abrem os olhos. Devem descobrir qual foi a troca realizada.

ATIVIDADE Nº M.6

<u>Objetivo</u>: Localizar pontos num quadrante de um sistema cartesiano ortogonal de coordenadas; realizar transformações e estabelecer relações entre as coordenadas de pontos.

<u>Material</u>: lápis
fichas de trabalho

<u>Desenvolvimento</u>: O professor porá à disposição dos alunos um conjunto de fichas para que eles realizem:

<u>1ª tarefa</u>

Uma ficha de decifrar a mensagem $F_1$.
Uma ficha num sistema circular $F_2$.
Uma ficha de simetria (chapéu) $F_3$.
Uma ficha de translação $F_4$.
Uma ficha de homotetia $F_5$.

<u>2ª tarefa</u>

Pedir aos alunos que observem bem as fichas (3), (4) e (5). A seguir, perguntar:

- O que aconteceu com cada figura?
- Qual delas deslisou, sempre, somente em linha reta?
- Este desenho aumentou, diminuiu ou ficou do mesmo tamanho?
- Em qual delas poderia-se olhar como num espelho a figura transformada? Marque com um risco onde ficaria o espelho.
- O que aconteceu com a 3ª figura?
- Ela é do mesmo tamanho daquela que foi apresentada?

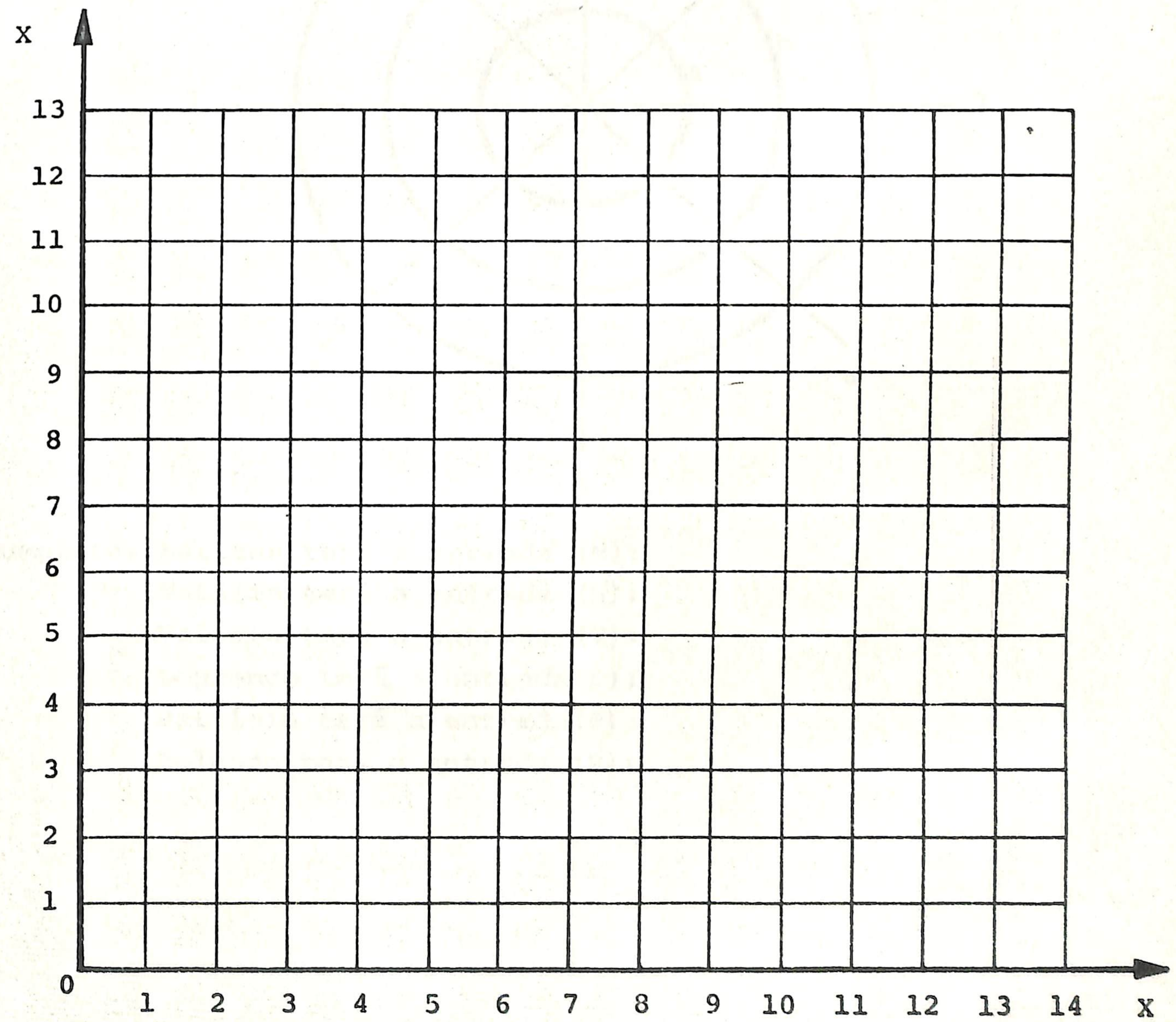
<u>3ª tarefa</u>

Pedir aos alunos que tomem as fichas (3), (4) e (5). Colocar, então, os seguintes problemas:

- Ligue em cada uma delas cada ponto ao seu transformado e prolongue até às extremidades do papel estes segmentos de reta.
- Observe como estão estes segmentos de reta.
- Quais deles passam pelo ponto (0,0)?

FICHA Nº 1

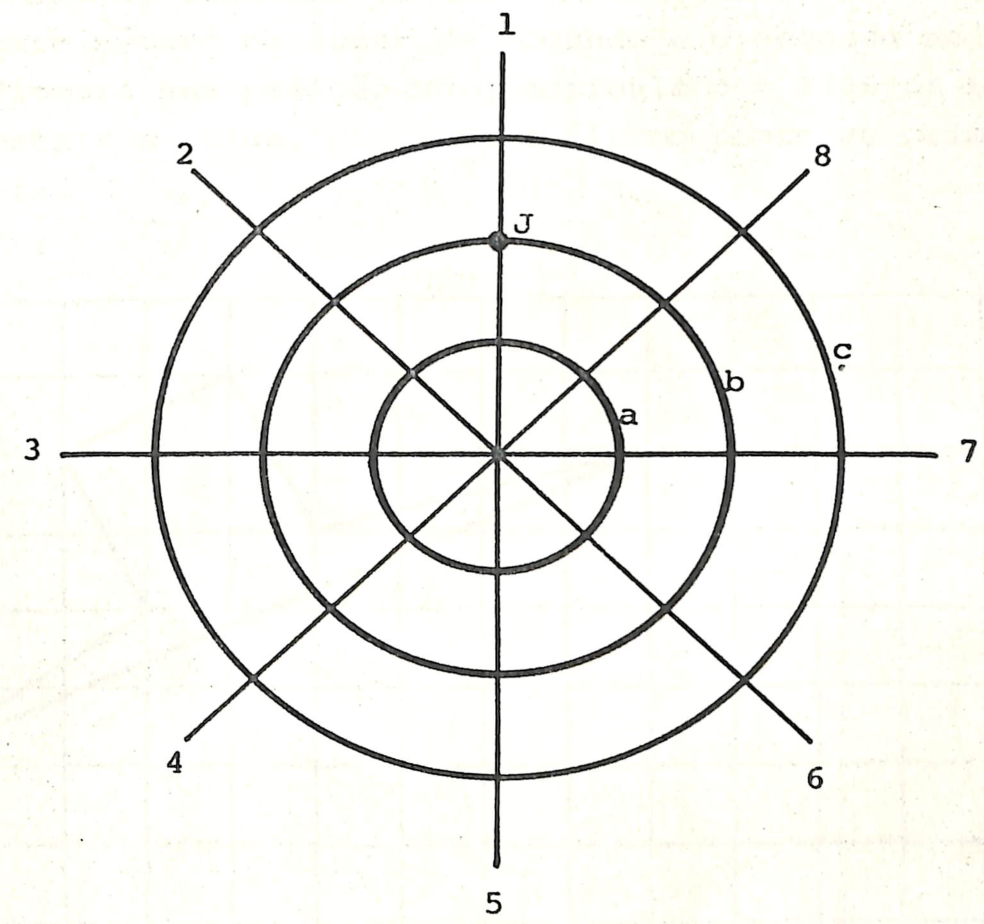
O Diretor do Jardim Zoológico recebe uma mensagem secreta anunciando a chegada de um novo animal.
Encontra os pontos correspondentes aos pares escritos na mensagem .
Liga-os na ordem em que estão escritos e obterás a resposta.
Mensagem secreta:
(4,7) - (5,5) - (6,7) - (6,8) - (4,9) - (3,8) - (3,6) - (2,4)
(0,4) - (1,3) - (3,4) - (4,6) - (3,2) - (4,5) - (5,4) - (5,1)
(6,1) - (7,4) - (8,4) - (9,1) - (10,1)- (10,4)- (12,2)
(10,5)- (9,7) - (6,7).




Retirada de Bray et Clausard, Les Jeux de Valérie er d'Olivier, Paris, 1969.

FICHA Nº 2

Olivério e Marcos prepararam no seu jardim uma representação de circo. Eles dão a cada um dos convidados uma entrada, que lhes permitirá encontrar um lugar. Na entrada de João (J) está escrito (b,1).

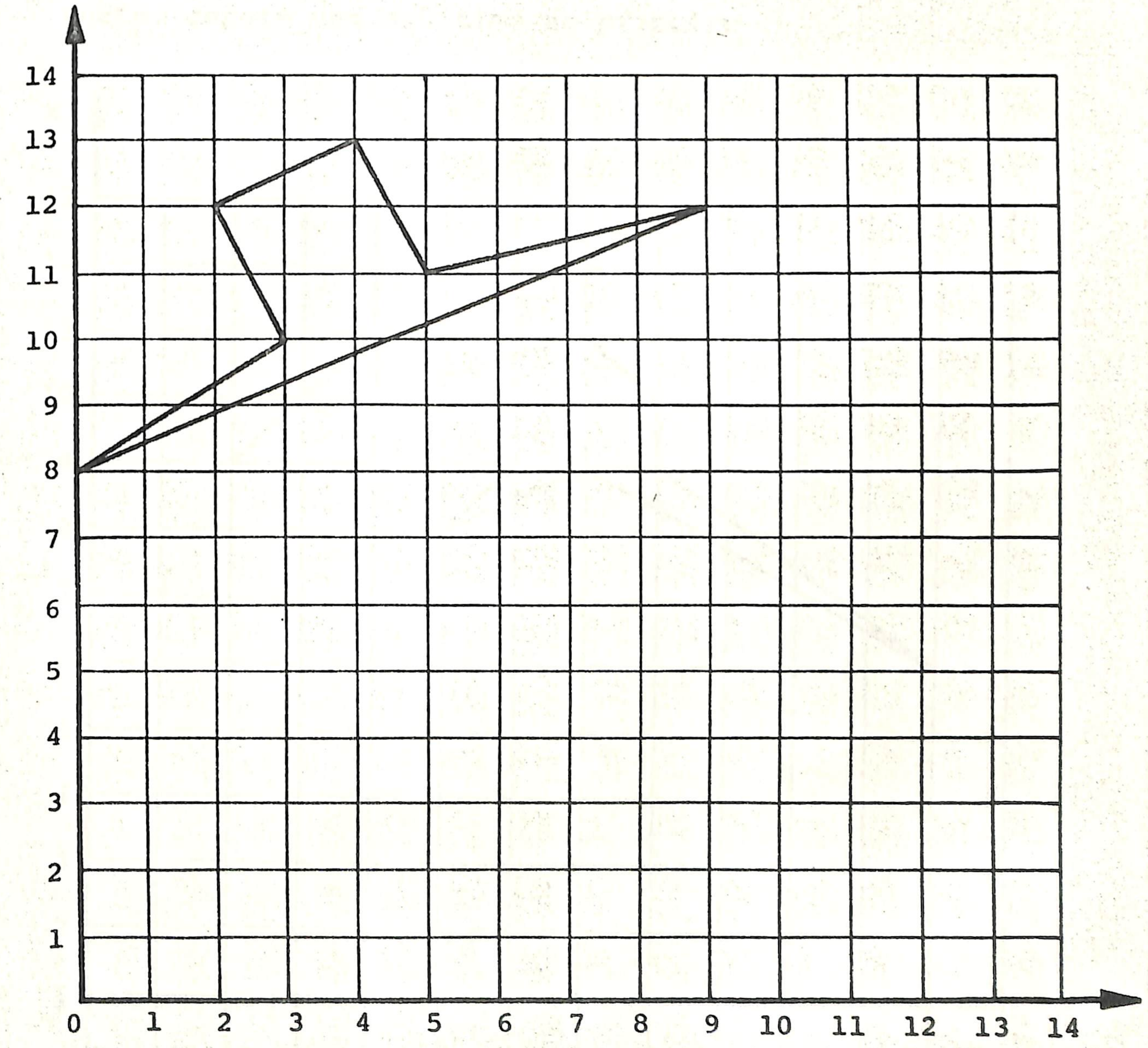



Completa: Mariane terá a entrada (M):
Natália terá a entrada (N):
Valéria terá a entrada (V):
Lourenço terá a entrada (L):
Patrício terá a entrada (P):
Rolando terá a entrada (R):

Retirado de Bray et Clausard, Les Jeux de Valérie et d'Olivier, OCDL, Paris, 1969.

FICHA Nº 3

Estão escritos, logo abaixo, os pares que correspondem aos pontos que permitiram desenhar o chapéu do Zorro, no quadriculado:
(0,8) - (9,12) - (5,11) - (4,13) - (2,12) - (3,10).
Escreve embaixo de cada par um novo par obtido da maneira seguinte: põe o primeiro número no lugar do segundo e o segundo no lugar do primeiro. Procura sua posição no quadriculado e liga-os na ordem em que estão escritos. Liga, por fim, o último ponto ao primeiro.




Retirado de Bray et Clausard, Les Jeux de Valérie et d'Olivier, OCDL, Paris, 1969.

FICHA Nº 4

Eis os pares que correspondem aos pontos que permitiram desenhar es te rato:

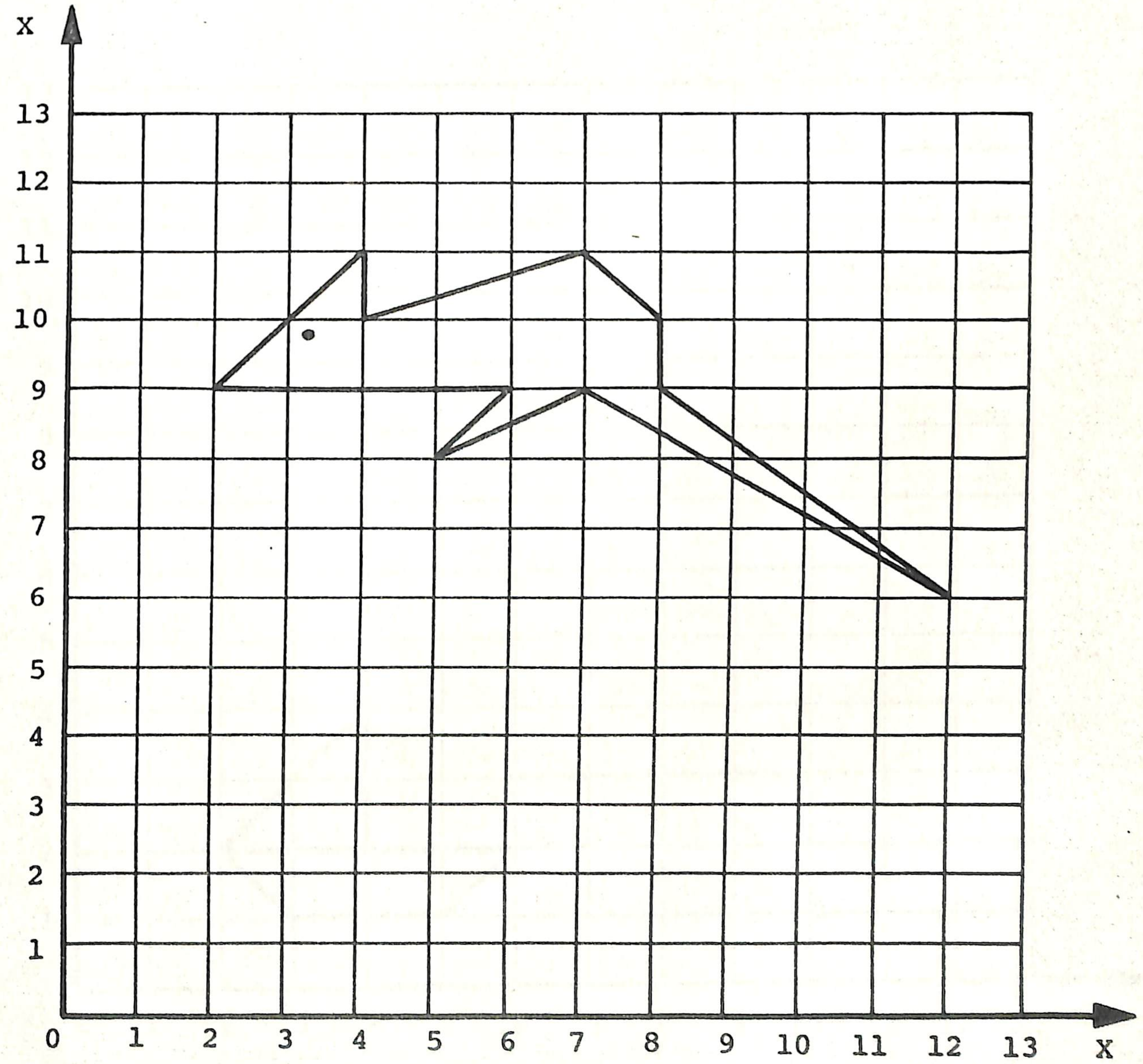
(2,9) - (4,11) - (4,10) - (7,11) - (8,10) - (8,9) - (12,6) - (7,9)

(5,8) - (6,9)

Escreve sob cada um dos pares um novo par, obtido da maneira seguin te: não troques o primeiro número do par

retira 4 do segundo número de cada par

liga, em seguida, os novos pontos obtidos na ordem em que escre veste, depois une o último ao primeiro



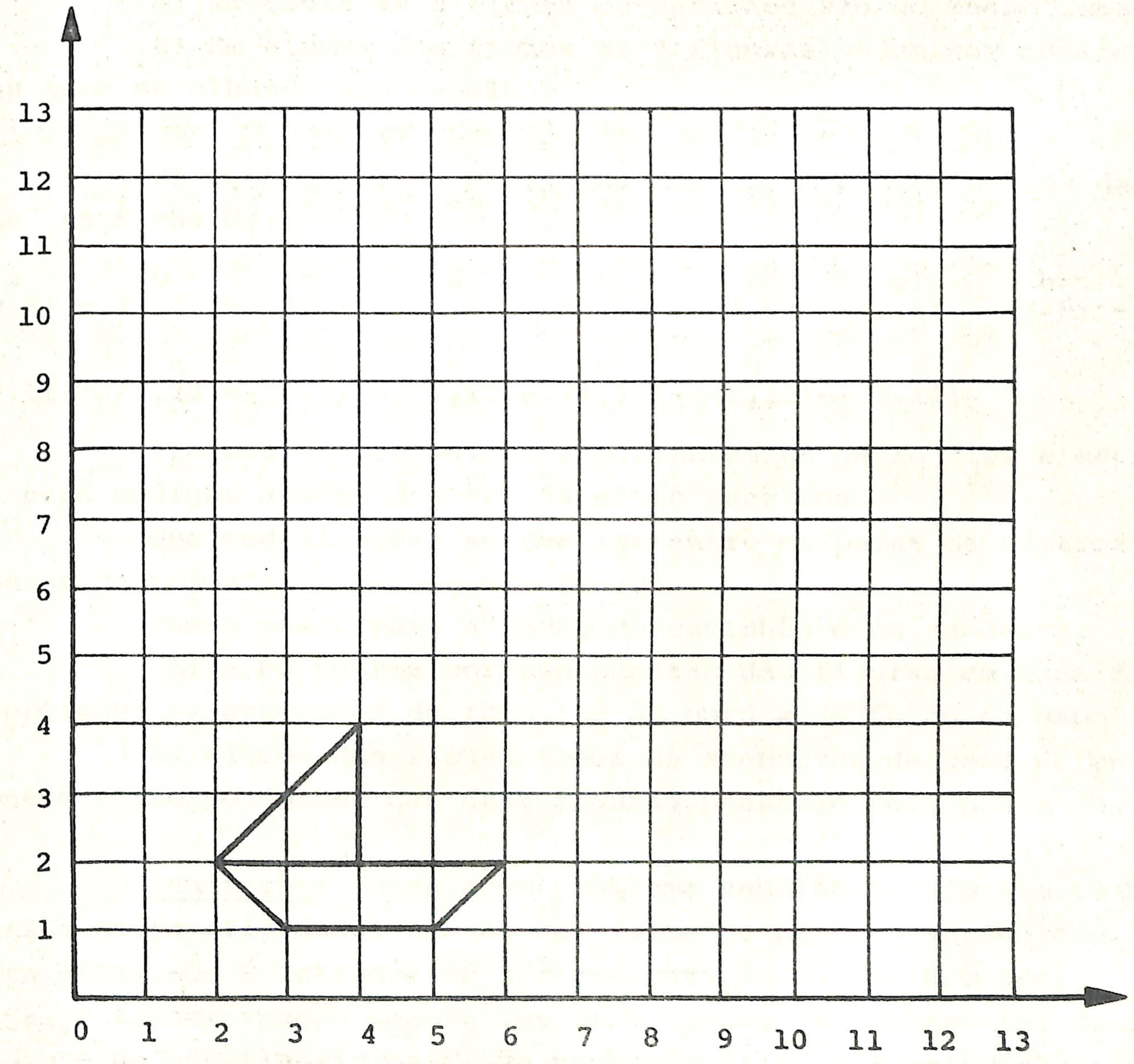

Retirado de Bray et Clausard, Les Jeux de Valérie et d'Olivier, OCDL, Paris, 1969

FICHA Nº 5

Eis os pares que correspondem aos pontos que permitiram desenhar o barquinho no quadriculado:

(3,1) - (4,1) - (5,1) - (6,2) - (4,2) - (4,4) - (2,2)

Escreve embaixo de cada par um novo par, da seguinte maneira: multiplica tanto o primeiro como o segundo número por 3. Encontra os pontos correspondentes no quadriculado e liga-os, como fizeste nas duas atividades anteriores.




Retirado de Bray et Clausard, Les Jeux de Valérie et d'Olivier, OCDL, Paris, 1969

Observação: Para propiciar mais elementos para a aprendizagem de transformações geométricas, tais como simetrias, translações e homotetias, é proposta uma atividade inversa à anterior. São apresentadas três fichas aos alunos, onde as transformações já estão representadas e é solicitado que eles determinem o que foi feito, analisando coordenadas dos pontos da figura inicial e da final.

O professor pode confeccionar uma ficha didática como segue, para esta terceira tarefa.

1) Toma as 3 folhas quadriculadas e observa bem os desenhos que estão nelas. Há sempre 2 desenhos na mesma folha. Responde às seguintes perguntas, olhando para eles:

a) Em todas as 3 fichas os desenhos são do mesmo tamanho?

b) Em alguma das fichas as 2 figuras podem ser consideradas como se olhando num espelho?

2) Aqui estão os pares que codificam pontos de uma das flores, na ficha $G_1$:

| a | b | c | d | e | f | g | h | i |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (2,6) - | (3,7) - | (3,8) - | (4,8) - | (5,9) - | (4,9) - | (3,8) - | (3,9) - | (3,10) |

| | k | l | m | n | o | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (4,11)- | (5,10)- | (6,11)- | (5,12)- | (4,12)- | (3,12)- | (3,11) |

Procura os pontos correspondentes na outra flor e escreve os seus códigos abaixo dos que já estão escritos.

Que modificações se realiza entre os pares de números dos pontos da primeira e da segunda flor?

Fazeo mesmo para a ficha do caminhão e da bandeira.

Liga os pontos correspondentes das figuras em cada ficha e prolonga os segmentos de reta até às bordas da folha de papel.

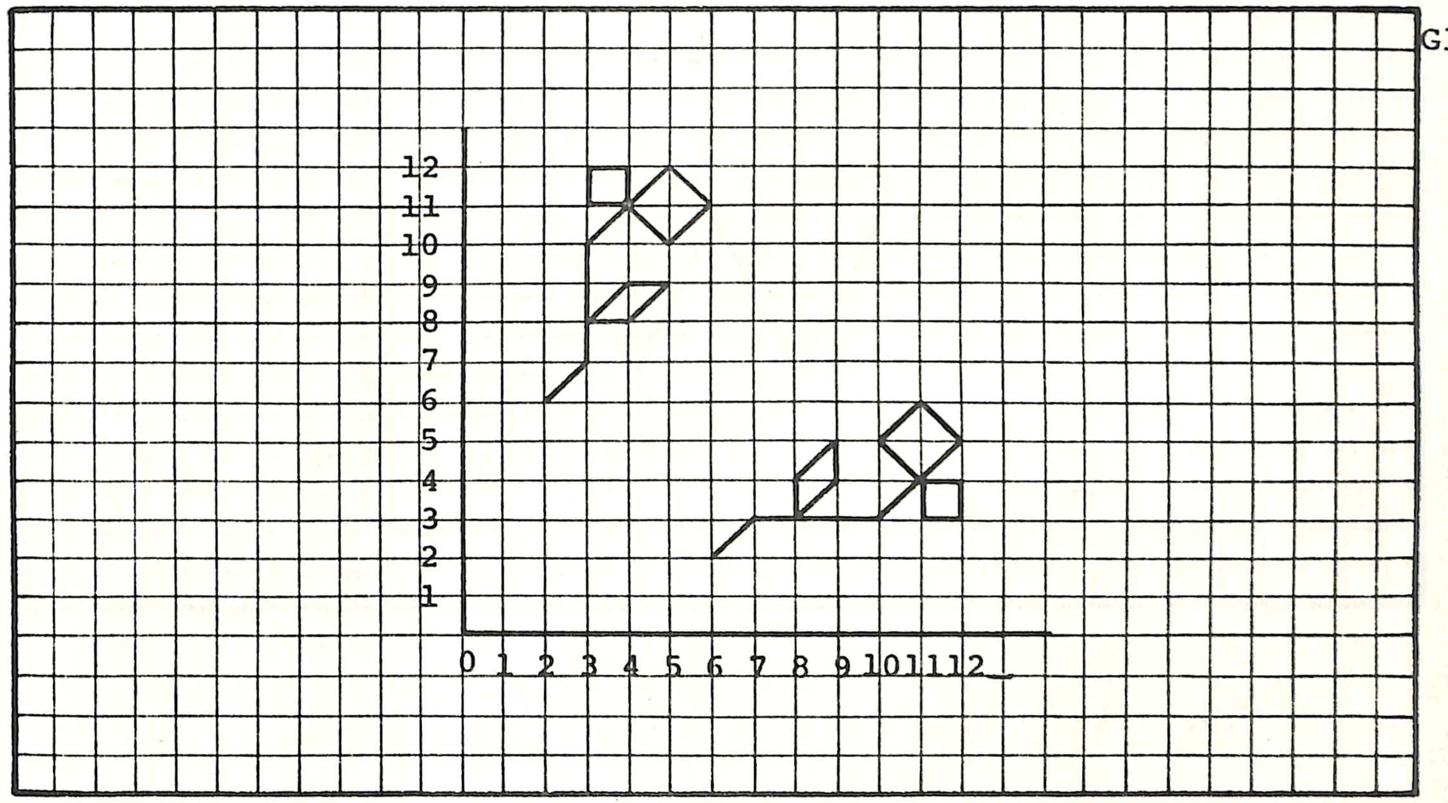
E, alguma das fichas todos os segmentos de reta unindo pontos correspondentes das duas figuras passaram pelo ponto (0,0)?

Avaliação: Inventa um problema semelhante aos que trabalhaste nesta atividade, usando uma folha de papel quadriculado. Com esta atividade é introduzida a representação de uma homotetia, ou seja, a transformação geométrica para a qual as coordenadas de cada ponto e do seu transformado são proporcionais. Portanto, esses dois pontos pertencem a uma reta que passa pela origem do sistema. Nas atividades seguintes os alunos serão conduzidos de maneira a se darem conta da proporcionalidade entre as coordenadas dos pontos de tais figuras. E, mais adiante ainda, será interessante que os alunos percebam que, sempre que se tem uma proporção

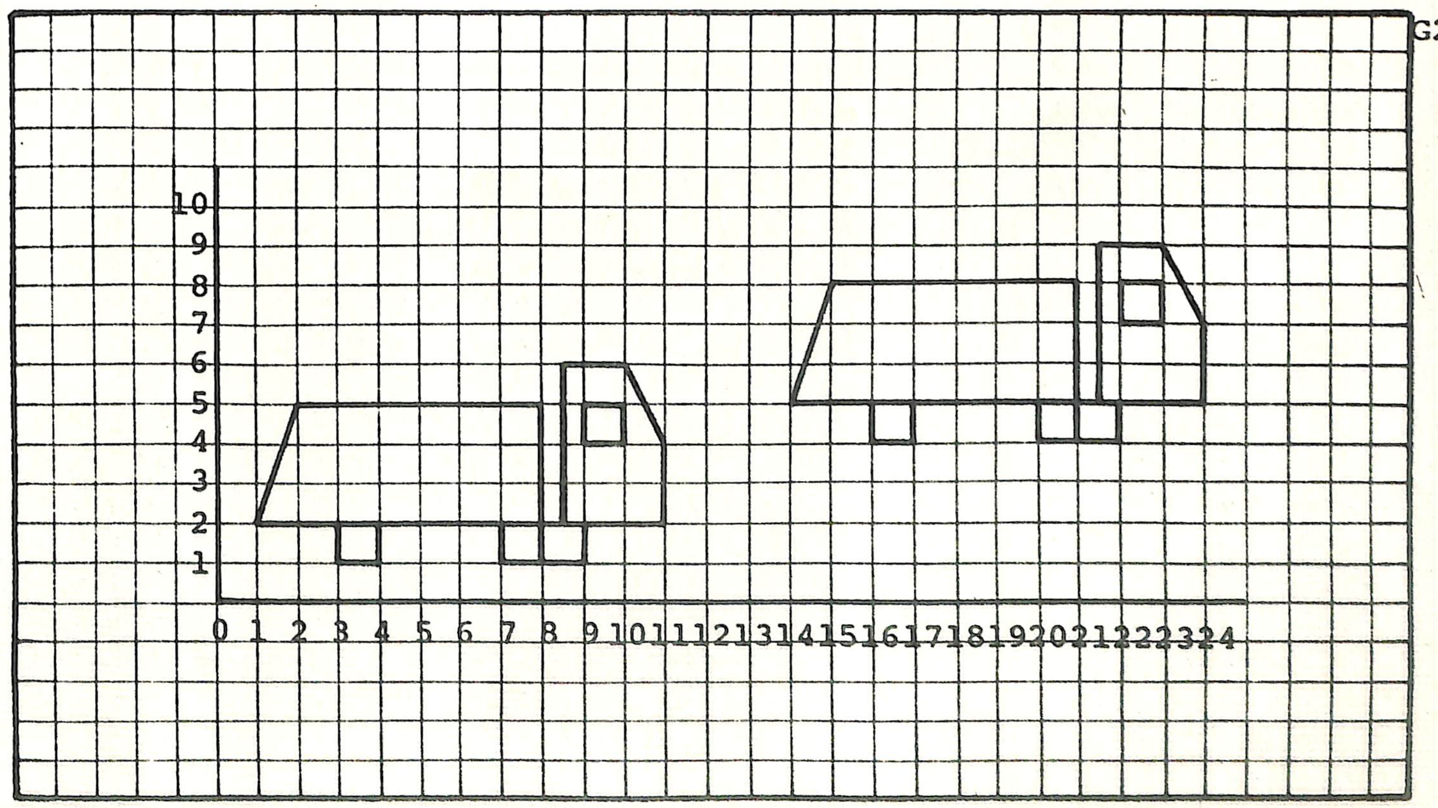
$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$$

quando esses dados são passados para um gráfico, os dois pontos encontrados pertencem a uma reta, que passa pelo ponto (0,0).

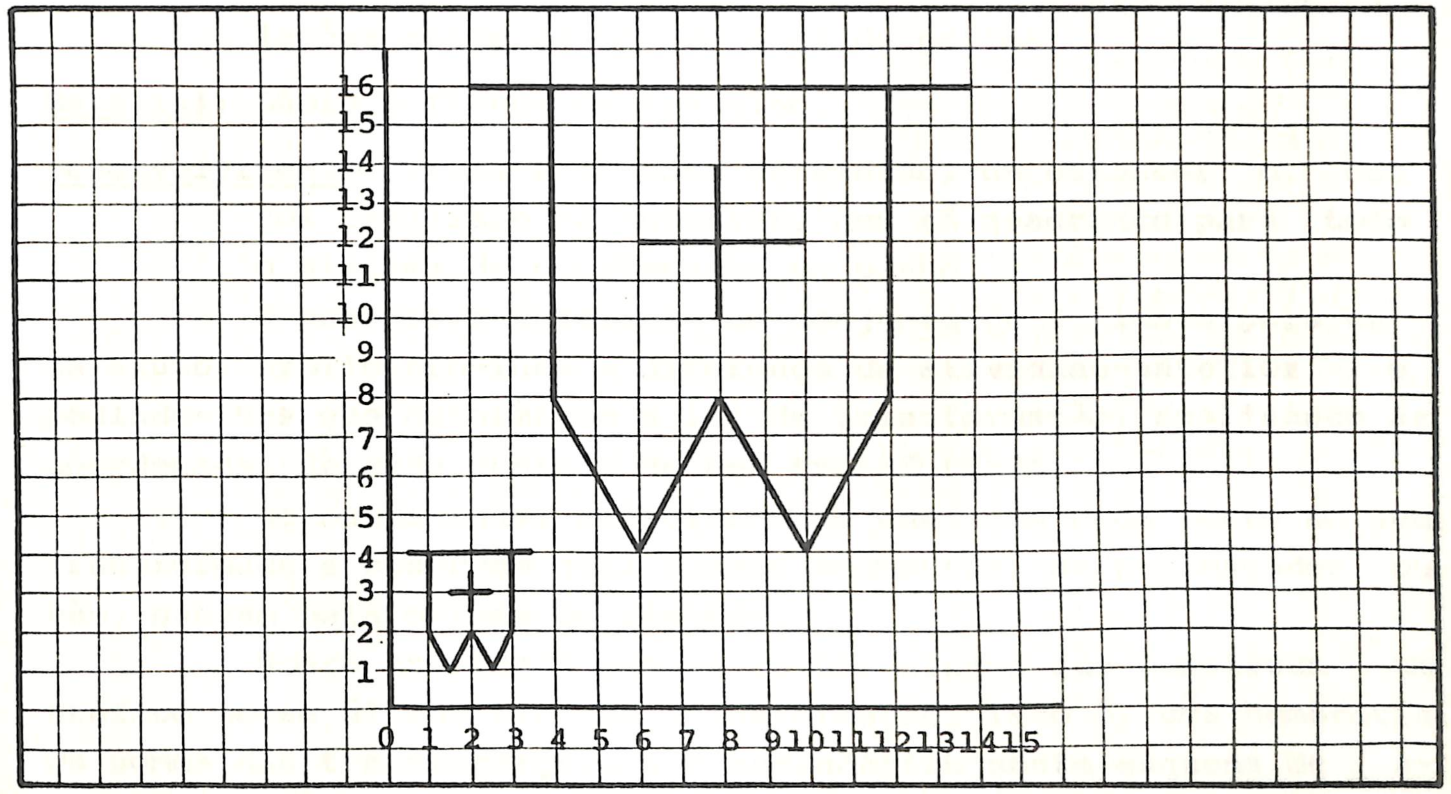
A representação cartesiana da proporcionalidade será um suporte poderoso para a compreensão dessa dupla relação, que é a proporcionalidade.




G1




G2


16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

ATIVIDADE Nº M.7

Objetivo: Localizar pontos num sistema cartesiano ortogonal de coordenadas; realizar transformações e estabelecer relações entre as coordenadas de pontos.

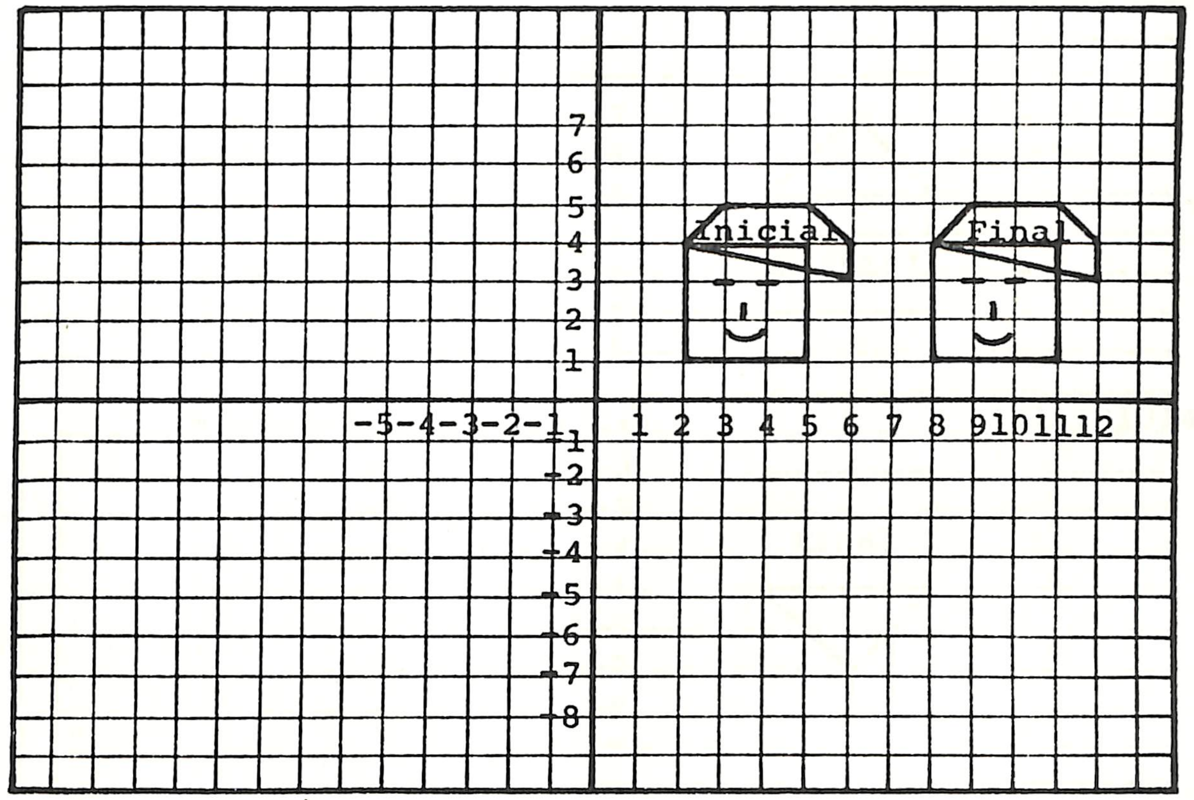
Material: Lápis e fichas de trabalho.

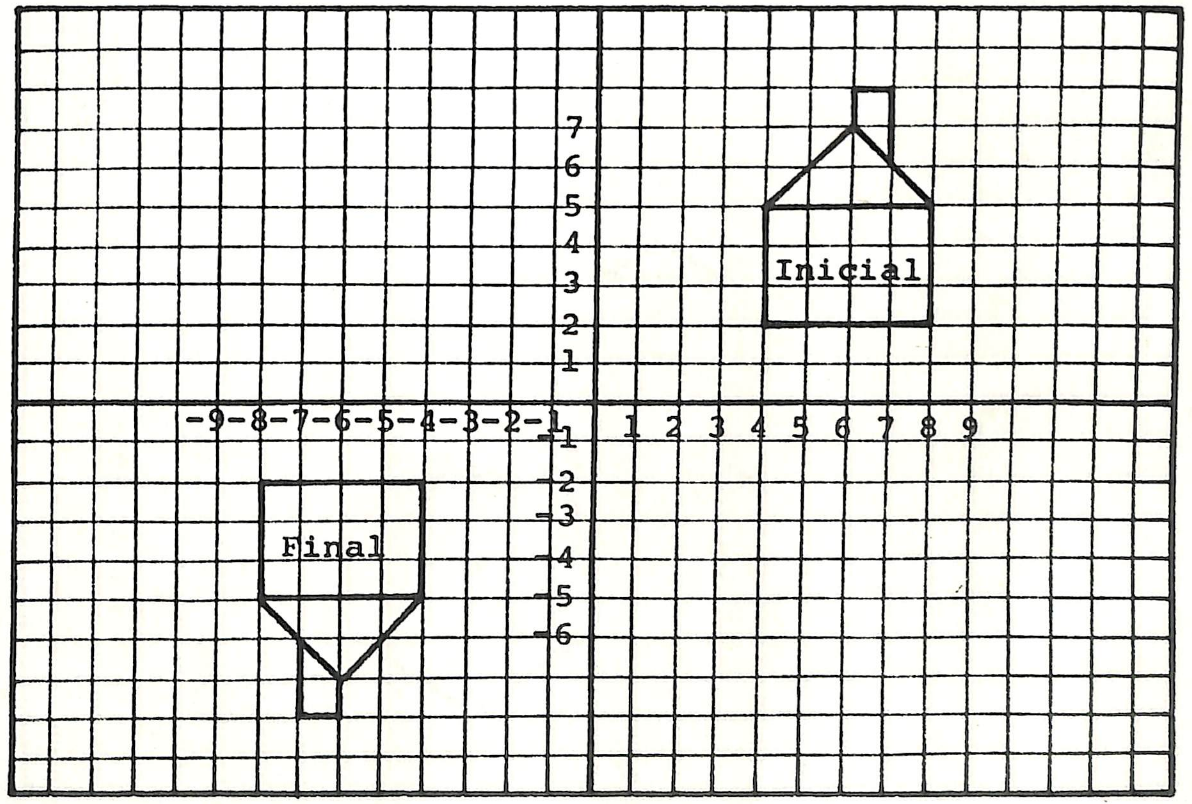
Desenvolvimento: Trata-se, nesta atividade, de estender o que foi realizado na anterior, num só quadrante para todo o sistema de coordenadas no plano.

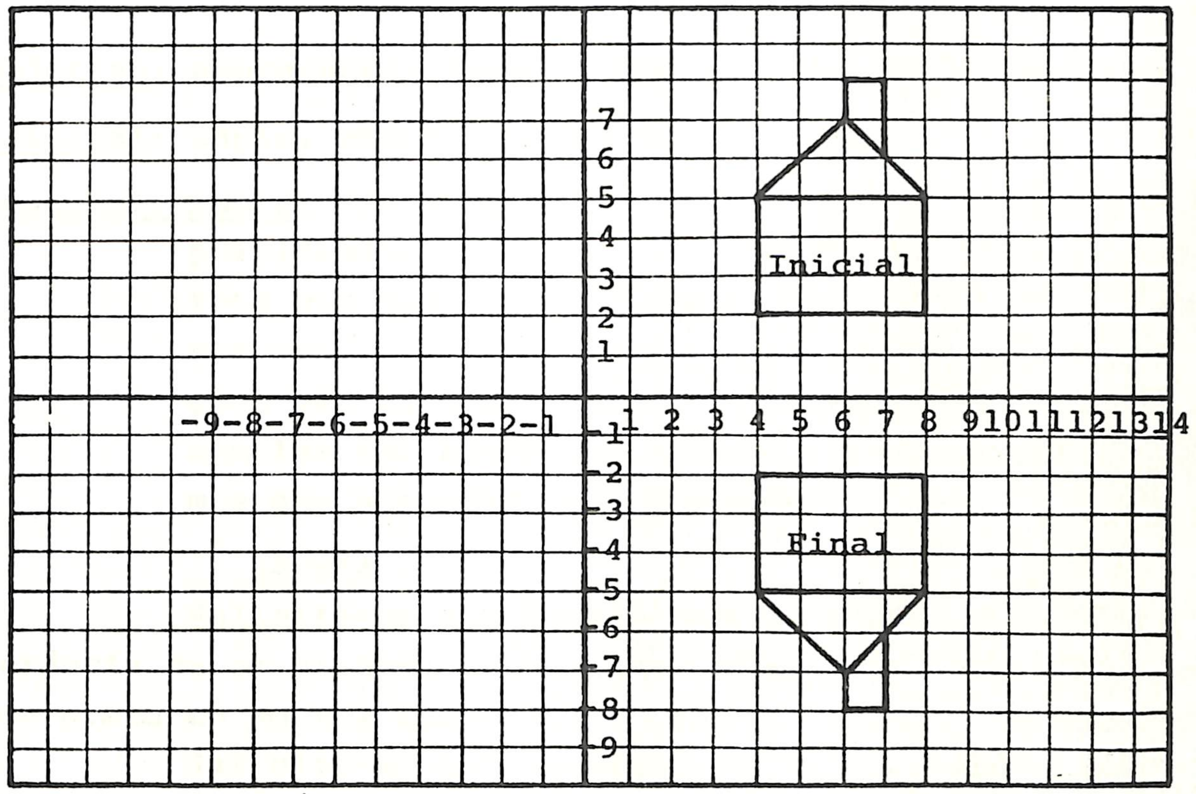
O professor apresenta um conjunto de 4 fichas para cada aluno, explicando-lhes a diferença da atividade anterior e pedindo-lhes que determinem a lei de transformação, analisando as coordenadas de cada ponto e de seu transformado.

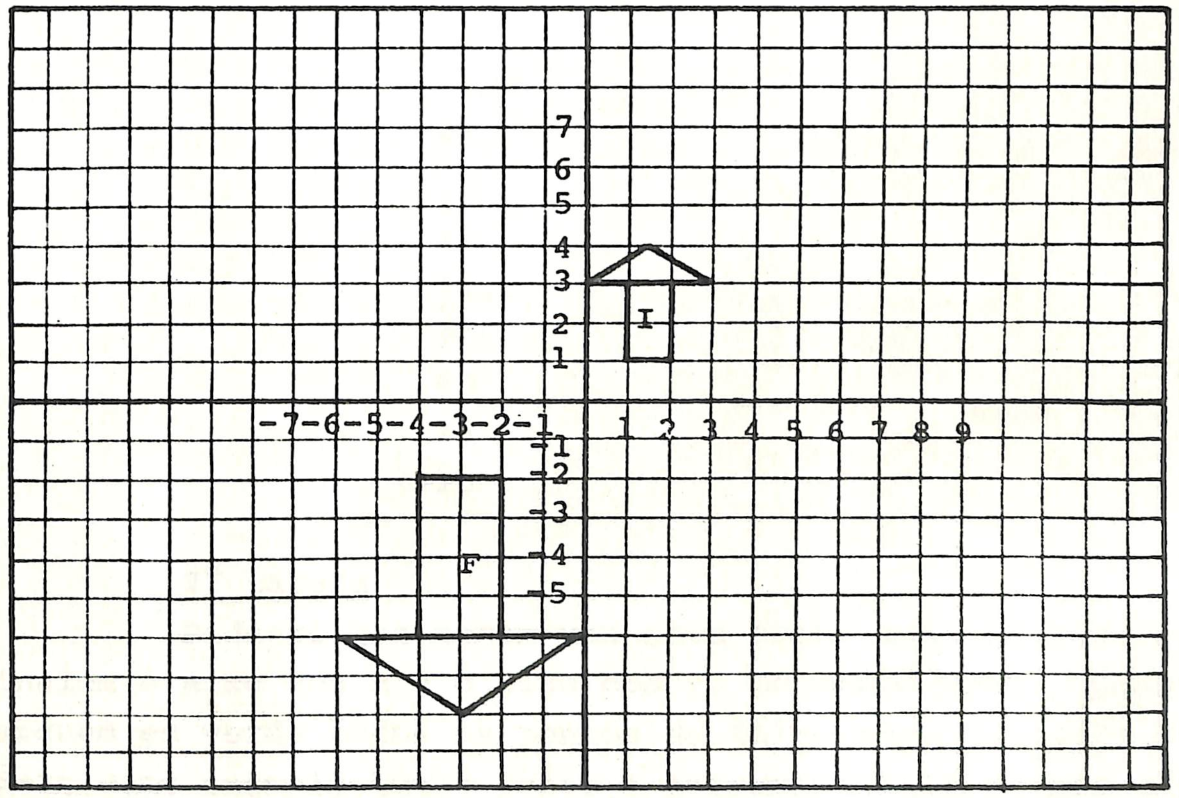
Do mesmo modo, solicita-lhes que unam cada ponto ao seu transformado e observem qual desses segmentos, se prolongados ou não, passam pela origem do sistema.

Nesta atividade propõe-se aos alunos que construam um gráfico desse último tipo de transformação, isto é, uma homotetia. Os nomes das transformações são secundários neste esquema de aprendizagem; o que interessa é a análise das relações entre as coordenadas dos pontos. No caso da homotetia as coordenadas de cada ponto e do seu transformado são proporcionais.


Inicial
Final
7 6 5 4 3 2 1
-5-4-3-2-1
1 2 3 4 5 6 7 8 9101112
-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8


Inicial
Final
7 6 5 4 3 2 1
-9-8-7-6-5-4-3-2-1
1 2 3 4 5 6 7 8 9
-1 -2 -3 -4 -5 -6


Inicial
Final


I
F

ATIVIDADE Nº M.8

Objetivo: Representar funções num sistema de coordenadas.

Material: Lápis, régua e papel quadriculado

Desenvolvimento: Vamos agora tentar explicitar a relação de proporcionalidade entre as coordenadas de pontos de uma reta que passa pela origem. Mas, para isso, necessitamos que os alunos tenham experiência também com funções não lineares, como contra-exemplos. Os contra-exemplos vão ajudá-los a compreender melhor o que queremos que aprendam, por contraste.

1ª tarefa

Solicita-se aos alunos que tracem os dois eixos de referência de um sistema cartesiano ortogonal. Logo após, pede-se que procurem pontos dessa folha para os quais é verdade que y=x.

Solicita-se que escrevam na folha quadriculada a lista abaixo.

| x | y |
|---|---|
| -2 | |
| -1,5 | |
| -1 | |
| 0 | |
| +1 | |
| +1,5 | |
| +2 | |
| +3 | |
| +5 | |
| +20 | |

2ª tarefa

Pede-se que tomem uma nova folha quadriculada e que assinalem o eixo dos x e o eixo dos y. Do mesmo modo, pede-se que marquem em verde todos os pontos da folha para os quais x+y=6 . Dá-se como exemplo que o ponto A correspondente ao par (+4,+2) é um ponto verde porque 4+2=6 e sugere-se uma lista como segue, a qual eles devem escrever num canto da folha quadriculada.

| x | y |
|---|---|
| +4 | +2 |
| +3 | |
| +2 | |
| +1,5 | |
| 0 | |
| -1 | 7 |
| -3 | |

3ª tarefa

Pede-se que tomem nova folha quadriculada e que tracem os eixos de um sistema de coordenadas, como antes, e que representem pontos para os quais é verdade que x.y=36. Teremos, nesse caso, os dois ramos de uma hipérbole, um deles no primeiro quadrante e o outro no terceiro quadrante.

| x | y |
|---|---|
| 1 | 36 |
| 2 | 18 |
| 3 | |
| 4 | |
| 6 | |
| -0,5 | -72 |
| -1 | -36 |

4ª tarefa

Os alunos tomam uma nova folha de papel quadriculado e pede-se a eles que representem a função 2.x=y, isto é, que marquem os pontos para os quais é verdade esta relação.

| x | y |
|---|---|
| 4 | 8 |
| 1,5 | 3 |
| 1 | |
| 0 | |
| -1 | |
| -2 | |
| -2,5 | |
| -3 | |

5ª e 6ª tarefa

Solicita-se, ainda, que os alunos representem as funções x.x=y e y=-3x em outras duas folhas de papel quadriculado.

7ª tarefa

Pede-se aos alunos que espalhem sobre a carteira todos os gráficos que fizeram e respondam as seguintes perguntas:

1) Quais dos conjuntos de pontos que determinaste estão em linha reta?

2) Como estãoos demais?

3) Quais deles passam pelo ponto (0,0)?

4) Considerando os conjuntos de pares dos números correspondentes a cada ponto nos gráficos, para quais deles é verdade que:

$$x_1 \cdot y_2 = x_2 \cdot y_1 \qquad (R)$$

Este é um trabalho importante, para o qual se deve prever tempo suficiente.

Os alunos verão que isso só se verifica para as funções

$$y = x$$
$$2x = y$$
$$y = -3x$$

que são as representadas por retas que passam pela origem do sistema de coordenadas.

Diremos aos alunos que quando se verifica a relação(R) costuma-se afirmar que $x_1$ está para $y_1$ assim como $x_2$ está para $y_2$ e que se anota assim

$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$$

ATIVIDADE Nº M.9

Objetivo: Determinar uma possível função linear, coletando dados através de medições concretas de objetos.

Material: Latas vazias de qualquer dimensão, mas que tenham duas faces circulares.
Quaisquer outros objetos que apresentem esta característica (pilhas, copos de iogurte, cabos de vassoura).
Pedaço de barbante.
Papel quadriculado.
Régua.

Desenvolvimento:

1º momento

Sonda-se se os alunos sabem o que é um disco como figura geométrica e se o identificam nos objetos que trouxeram de casa . Explicita-se o que é diâmetro, raio e a medida do círculo.

2º momento

Solicita-se aos alunos que meçam em todos os seus objetos o diâmetro e o círculo das faces circulares e anotem os resultados no quadro que segue e que lhes será fornecido.

| OBJETOS | M | N | O | P | Q | R | S | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C = medida do círculo | | | | | | | | |
| D = medida do diâmetro | | | | | | | | |
| Quociente entre C e D | | | | | | | | |

3º momento

Pede-se que eles realizem pelo menos 3 divisões entre os números que expressam as medidas do círculo e do diâmetro de um mesmo objeto e anotem na linha de baixo do quadro.

Leva-se-os a observarem atentamente quais são os seus resultados e a compararem com os dos seus colegas.

4º momento

Pede-se aos alunos que representem no papel quadriculado o 1º quadrante de um sistema de coordenadas cartesianas ortogonais, que marquem os pontos relativos às medidas feitas, associando a medida do círculo ao eixo horizontal e a medida do diâmetro ao eixo vertical.

Pede-se-lhes que tentem ligar os pontos e verifiquem se ficaram em linha reta. Há alguma relação desta atividade com as atividades dos atilhos e das molas? Ou com outras atividades já feitas antes?

<u>5º momento</u>

O professor fará ver aos alunos a relação de proporcionalidade entre as medidas dos círculos e dos diâmetros pedindo-lhes que verifiquem se é verdade que

$$\frac{M_c}{M_d} = \frac{N_c}{N_d} \qquad \text{ou seja, se} \quad M_c \times N_d = M_d \times N_c$$

onde

$M_c$ = medida do círculo do objeto M
$M_d$ = medida do diâmetro do objeto M
$N_c$ = medida do círculo do objeto N
$N_d$ = medida do diâmetro do objeto N

Pede-se que verifiquem em mais 2 casos.

<u>Avaliação</u>: Propõe-se o seguinte problema:

Dois alunos estavam fazendo medidas dos círculos e dos diâmetros de alguns objetos. Um deles encontrou em um copo que o círculo media 6,28 cm e o diâmetro 2 cm. Depois mediu uma lata na qual a medida do círculo era de 7,85 cm. Ele esqueceu de anotar a medida do diâmetro. Pergunta-se-lhes se é possível descobrir essa medida, levando em conta as outras três.

SONDAGEM DE UMA APLICAÇÃO EM SITUAÇÃO NOVA

Para fazê-la, proponha-se o seguinte problema:

Um automóvel fez 400 km em 5 horas. Quanto tempo necessitará, mantendo a mesma velocidade média, para fazer mais 320 km?

ATIVIDADE Nº M.10

Objetivo: Explicitar a noção de razão.

Material: Bastões dos seguintes tamanhos: 2m, 1,80m, 1,50m, 1,20m, 1m, 0,50m, confeccionados com cabos de vassoura.
Barbante grosso.
Fita métrica.
Luz do Sol.
Fichas com funções lineares representadas num sistema cartesiano ortogonal.

Desenvolvimento

1ª alternativa

Constroem-se os bastões com os cabos da vassoura, ou cortando-os ou amarrando-os dois a dois, sobrepondo uma parte de cada um deles nas dimensões sugeridas.

Utilizando os bastões, o que requer que haja sol e que os alunos possam trabalhar fora da sala de aula, em grupos.

1ª tarefa

Cada grupo vai medir a sombra de cada bastão, colocado verticalmente no chão, anotando no seguinte quadro os dados pedidos:

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Comprimento do bastão | | | | | | |
| comprimento da sombra correspondente | | | | | | |

2ª tarefa

Solicita-se aos alunos que observem bem o quadro e relatem que descobertas fizeram. Pode-se encaminhar mais diretamente o problema que queremos abordar, perguntando:

- Quais são os quocientes entre cada sombra e o comprimento do bastão respectivo?
- São diferentes? ( ) São iguais? ( )

3ª tarefa

Pede-se aos alunos que coloquem os dados do quadro acima num sistema de coordenadas, de modo que os comprimentos sejam representados no eixo dos "x" e assombras no eixo dos "y". Unam os pontos. Pode-se perguntar:

- É verdade que unindo os pontos obtém-se uma reta que passa pela origem?
- Há alguma relação entre esta atividade e as que fizemos anteriormente, nesta unidade?

2ª alternativa

Fazer uma ficha com a representação da função y=3x e pedir aos alunos que, neste gráfico, determinem as coordenadas de, no mínimo, 6 pontos e preencham o quadro a seguir.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| X | | | | | | |
| X | | | | | | |

Do mesmo modo, solicitar-lhes que determinem o quociente entre y e x para cada ponto e pergunta-se:

- É verdade que este quociente é sempre igual?

( ) Sim ( ) Não

O professor pode promover uma discussão de toda a classe sobre a atividade realizada, enfatizando a igualdade de todos os quocientes encontrados.

Dizer aos alunos que se dá a este quociente comum a todos os pares da atividade, o nome de razão, isto é, entre os comprimentos das sombras e dos bastões ou entre x e y.

O professor vai ajudá-los a ver que, quando temos dois ou mais pares de números proporcionais, eles têm a mesma razão.

Para isso, será necessário que sejam tomados dois pares de números da experiência e que se verifique que

$x_1y_2 = x_2y_1$ (ou que) $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$

ATIVIDADE Nº M.11

**Objetivo:** Determinar a propriedade aditiva das proporções, expressa por

$$\frac{x_1 + x_2}{y_1 + y_2} = \frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$$

**Material:** Ficha didática e papel.

Modelo da ficha didática para esta atividade:

1ª Tarefa: Encontre 10 valores para y, determinando valores à sua escolha para x, para cada uma das seguintes funções lineares:

$y = 1,5\ x$

| x | y |
|---|---|
| 1 | 1,5 |
| 1,2 | |
| 1,5 | 2,25 |
| 2 | |
| 3 | 4,5 |
| 3,5 | |
| 4 | 6 |
| 4,5 | |
| 4,8 | |
| 5 | |

$y = 0,2\ x$

| x | y |
|---|---|
| $x_1 =$ | $y_1 =$ |
| $x_2 =$ | $y_2 =$ |
| $x_3 =$ | $y_3 =$ |
| $x_4 =$ | $y_4 =$ |
| $x_5 =$ | $y_5 =$ |
| $x_6 =$ | $y_6 =$ |
| $x_7 =$ | $y_7 =$ |
| $x_8 =$ | $y_8 =$ |
| $x_9 =$ | $y_9 =$ |
| $x_{10} =$ | $y_{10} =$ |

$y = -2\ x$

| x | y |
|---|---|
| | |

2ª tarefa: Observe atentamente as três listas de pares de números e responda, após operar:

1) É verdade que a soma de quaisquer dois elementos na coluna dos x pode ser também um elemento desta coluna?

2) A soma de dois elementps na coluna dos x corresponde à soma dos 2 elementos correspondentes na coluna dos y?

Por exemplo: na primeira função $y = 1,5\ x$

$$1 \longrightarrow 1,5$$
$$3 \longrightarrow 4,5$$
$$1 + 3 = 4 \qquad 1,5 + 4,5 = 6$$

É verdade que se x é 4, y é 6?

Verifique se isto é verdade para mais 5 casos em $y = 1,5x$.

3) Considere agora a função $y = 0,2\ x$ e verifique se é verdade que:

$(x_1 + x_2).0,2 = y_1 + y_2$

$(x_3 + x_5).0,2 = y_3 + y_5$

$(x_2 + x_{10}).0,2 = y_2 + y_{10}$

<u>3ª tarefa</u>: Descobre o que se pede:

Numa das três funções lineares acima a soma de 2 elementos na coluna dos y é -10,8 e ela corresponde à soma de 2,25 e 3,15 na coluna dos x. Quais são os y para 2,25 e 3,15, considerando a sua soma -10,8?

<u>Avaliação</u>: Como dividir Cr$ 180,00 entre os três netos do Sr. Álvaro, proporcionalmente às suas idades? Um dos netos tem 5 anos, o outro 4 e o outro 6.

ATIVIDADE Nº E.1
EXPERIMENTO SOBRE ELASTICIDADE DE ATILHOS

Objetivo: Permitir aos alunos descobrirem por si mesmos uma relação entre as elongações de um atilho e os pesos que são suspensos nele.

Material: Cada grupo de 2 alunos necessita de
2 atilhos novos (duros)
1 régua
1 lápis ou esferográfica
2 folhas de papel milimetrado ou quadriculado
1 clips
5 pilhas usadas das grandes (usadas em lanternas)

Problema: O professor propõe aos alunos o seguinte problema: Como se alonga um atilho à medida que lhe acrescentamos pesos?

Desenvolvimento: Num primeiro contato com o material é muito natural que os alunos façam experiências aleatórias. Aos poucos o professor deve incentivá-los a procurar uma solução para o problema proposto. A montagem do experimento fica a cargo dos alunos. É possível que alguns façam uma previsão do que deverá ocorrer com o atilho à medida que se lhe acrescentam pesos. Eles estarão formulando uma hipótese. Isto é muito bom e seria desejável que todos procedessem assim. Um professor atento pode tirar partido disso para uma pequena discussão antes de iniciar-se propriamente o experimento. Uma hipótese provável pode ser esta: "Dobrando o peso, dobra a elongação do atilho, triplicando o peso triplica a elongação".

Transcorrido um certo tempo, o professor pode oferecer auxílio aos alunos que não conseguem montar seu experimento para colher os dados de que necessitam.

No desenvolvimento da experiência os alunos adotarão aproximadamente o seguinte procedimento:

Um aluno segura a régua e um lápis no topo desta, onde se suspende o atilho. Como este se curva um pouco, para ler seu comprimento sem carga, convém puxar levemente em sua extremidade, mas não mais do que o necessário para mantê-lo reto.

A seguir suspende-se a primeira pilha. Um atilho é enrolado firmemente na pilha. Com um gancho feito com um clips engata-se a pilha no atilho suspenso. Lê-se na régua o novo comprimento do atilho e registra-se o valor numa tabela. Este procedimento é repeti do usando-se sucessivamente pesos aos quais é acrescida uma pilha de cada vez, até chegar a cinco.

A elongação é o mesmo que o alongamento do atilho. Calcula-se a elongação subtraindo um dado comprimento do comprimento obtido quando não há pilha suspensa no atilho. As pilhas recomendadas tem aproximadamente 90 gramas. Assim, quando as cinco pilhas estiverem suspensas, o atilho suporta o peso devido às 450 gramas.

Escolheu-se as pilhas usadas como pesos porque são facilmente coletadas e podem ser trazidas pelas crianças dos seus lares à escola.

Quando há pontos no gráfico que não caem exatamente sobre a reta, esta deve ser traçada de modo a deixar esses pontos mais ou menos eqüidistantes dela. A reta é uma média e os pontos fora dela são desvios da média.

O fato de os dados obtidos não darem "certinho" faz parte de um experimento; é a diferença entre uma situação real e uma idealização matemática. É importante que os alunos se dêem conta disso e o aceitem com naturalidade. É errado forçar ou "ajeitar" alguns dados para que todos confirmem uma lei matemática. Sem dúvida é desejável que o maior número possível de dados confirme a lei, mas já é um resultado bem razoável se indicam a tendência para a lei.

Na construção do gráfico os alunos devem atentar para as escalas. Cada eixo pode ter escalas diferentes, mas num mesmo eixo a escala deve manter uma relação de proporcionalidade. Se, em lugar de lançar no gráfico a elongação (que é zero para um peso zero) os alunos lançarem o comprimento do atilho, o comprimento correspondente a peso zero (13,5 cm, por exemplo) será lançado no início ou "zero" da escala. Daí em diante a escala deve manter proporcionalidade. É errado lançar 13,5 cm na primeira divisão da folha milimetrada e 14 cm na seguinte, pois isso implica em uso de duas escalas num mesmo eixo.

Se os atilhos não forem novos ou forem muito macios, pode ocorrer que a elongação não seja diretamente proporcional ao peso para algumas medidas. Neste caso deve sempre prevalecer o resultado da experiência e não o resultado que a experiência deveria ter dado. É claro que surgirão erros de leitura na régua e estes não devem ser confundidos com peculiaridades do atilho. Ao final dum experimento é sempre recomendável solicitar aos alunos que pensem sobre as prováveis fontes de erro que podem ter influído no resultado.

O peso do atilho usado para unir as pilhas e o peso do ganchinho podem ser desconsiderados pois as variações de peso que provocam nas pilhas são irrelevantes diante do peso das pilhas.

Terminado este experimento, e se houver tempo, o professor pode colocar mais um atilho à disposição de cada grupo. Eles poderão montá-los um ao lado do outro (em paralelo) e um na extremidade do outro (em série). Assim eles poderão sentir que efeito tem a associação de atilhos.

Exemplo: As figuras mostram um exemplo de montagem do experimento e seus resultados. Este experimento foi feito com um atilho duro e com pilhas grandes servindo de pesos.

A Fig. 1 mostra um esquema da montagem do experimento.

A Fig. 2 mostra a tabela de resultados.

A Fig. 3 mostra o gráfico (elongação versus peso) obtido a partir dos dados da tabela.

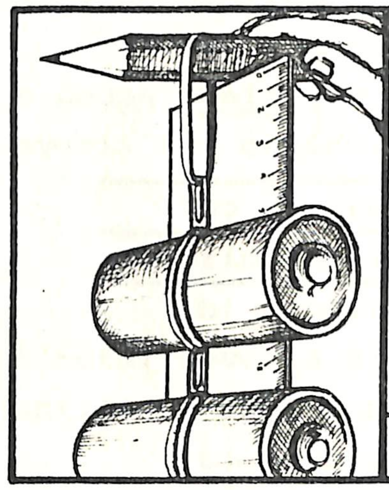


fig 1

| peso | comprimento (cm) | elongação (cm) |
|---|---|---|
| 0 | 5,6 | 0 |
| 1 | 6,0 | 0,4 |
| 2 | 6,5 | 0,9 |
| 3 | 7,0 | 0,14 |
| 4 | 7,5 | 0,19 |
| 5 | 8,0 | 0,24 |

fig 2

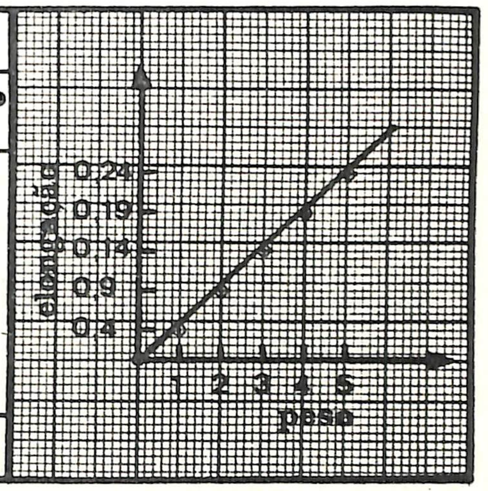


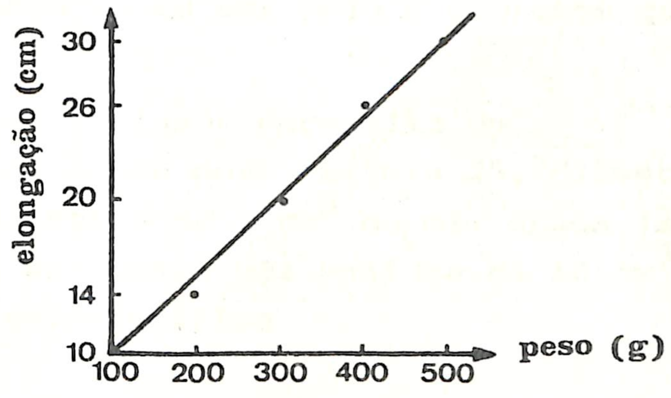

fig 3

Resultados: Alguns alunos concluirão simplesmente que "aumentando-se o peso aumenta a elongação".

Se o experimento for feito com cuidado, a elongação resulta diretamente proporcional ao peso, ou seja, ela varia linearmente com o peso. Contudo, o professor não deve insistir em que os alunos formulem uma lei ou que obtenham uma expressão matemática a partir do gráfico. Basta que se apercebam que para um peso de duas pilhas a elongação é o dobro; para um peso de três pilhas a elongação é o triplo. De qualquer modo, é importante que os alunos façam o gráfico e obtenham uma conclusão a partir dele.

Avaliação: Algumas perguntas que poderão ser formuladas após a experiência ou num teste para verificar se os alunos compreenderam a relação existente entre peso e comprimento do atilho:

Uma aluna dependurou um anel* de 100 g num atilho, de modo que sua extremidade coincidia exatamente com a marca dos 10 cm . Acrescentou então anéis de 100, 200, 300 e 400 gramas e em cada caso anotou o comprimento correspondente do atilho, fazendo um gráfico** com seus resultados.




A aluna perdeu a tabela e seu colega a refez com base nos dados do gráfico.

a) Pede-se a Você que faça o mesmo. Componha a tabela com os dados reais que ela obteve, não os dados que Você pensa que ela deveria ter obtido.

| Nº de gramas | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|
| Comprimento (cm) | 10 | | | | |

b) É correto o procedimento que a aluna usou no traçado da reta? Deveria ela ter traçado uma linha em zig-zag? Você poderia justificar suas respostas com uma frase?

c) Você pode predizer, a partir do gráfico, qual seria o comprimento do atilho se nele se dependurasse um anel de 250 g?

d) A aluna recebe um anel desconhecido (ele tem entre 100 e 300 g). Pode ela dizer de quantos gramas é o anel, dependurando-o do atilho? Explique.

* "Um anel de 100 g" significa "um anel cuja massa é 100 g". Numericamente, porém, a massa é igual ao peso, quando dado em grama-força . Portanto, mesmo que os alunos digam "um peso de 100 g" - quando deveriam dizer "um peso cuja massa é 100g" ou "um peso de 100 grama-força" - não nos parece conveniente introduzir novos conceitos e novas unidades, que terminariam por confundi-los, desviando sua atenção do objetivo básico da experiência.

** É importante para a solução destas questões que o gráfico seja apresentado exatamente como é.

ATIVIDADE Nº E.2
EXPERIMENTO SOBRE ELASTICIDADE DE UMA MOLA

Objetivo: Permitir aos alunos descobrirem por si mesmos uma relação entre a elongação de uma mola e os pesos que são suspensos nela.

Material: Cada grupo de 2 alunos necessita de
1 m de fio de cobre novo, bitola 25, diâmetro 0,49 mm
1 seringa plástica de 5 $cm^3$ ou ml, usada (sem o êmbolo) . Também pode ser usada uma seringa de 10 $cm^3$ ou ml.
1 lápis ou esferográfica
1 clips
areia fina (de preferência do mar)
2 folhas de papel milimetrado ou quadriculado

Problema: O professor propõe aos alunos o seguinte problema: Como se alonga uma mola à medida que lhe acrescentamos pesos ?

Desenvolvimento: Os alunos recebem o material. A montagem do experimento é similar à da atividade anterior, o que agora facilitará o trabalho. Contudo, há algumas diferenças que precisam ser salientadas:

a) Os alunos devem confeccionar sua própria mola. Eles enrolam o fio num lápis, cuidando que a cada volta o fio fique o mais junto possível. Se não der certo ou se a mola for estragada por alguma outra razão, a solução é espichar bem o fio e enrolar novamente a mola.

b) Em lugar das pilhas, usa-se areia como peso. Como recipiente e para graduar pesos múltiplos, é usada uma seringa. Esta é presa à mola por intermédio de um gancho feito com um clips.

c) Em lugar de aumentar o peso em unidades sucessivas, pode ser mais conveniente encher a seringa até 5 $cm^3$ (note que este não é o peso, mas o volume de areia) e ir reduzindo-o para 4, 3, 2, 1 e 0. O fato de se usar medida de volume para obter pesos não altera nada, pois o peso é diretamente proporcional ao volume. Contudo, é preferível chamá-los de peso 1, peso 2, etc, e não peso de 1 $cm^3$, pois isto pode conduzir os alunos à falsa idéia de que peso se mede em unidades de volume.

(Se os alunos já tiverem noção de densidade o professor pode aproveitar para discutir com eles qual seria aproximadamente o peso de 1 $cm^3$ de areia. Mesmo que o professor não saiba exatamente qual a densidade da areia que está usando, pode arbitrar um valor razoável. Como uma alternativa, o material deste experimento pode ser usado para comparar as elongações provocadas por 5 $cm^3$ de água e por 5 $cm^3$ de areia. O quociente entre as elongações fornece a densidade da areia em relação à densidade da água. Para obter um resultado mais preciso é aconselhável repetir a medida 5 vezes e calcular a média. Outros materiais também podem ser examinados. É importante, contudo, que o experimento sobre a mola seja concluído antes, pois seu resultado será usado no experimento sobre densidade, onde a mola funcionará como balança.)

d) A bitola do fio é importante para que o experimento funcione. A solução para consegui-lo é comprá-lo em lojas especializadas em material elétrico. As seringas são obtidas gratuitamente em hospitais e similares. A agulha não deve acompanhá-las. O orifício pode ser fechado com papel.

e) Os alunos suspendem o conjunto mola e seringa vazia no lápis mantido horizontalmente no topo da régua, fazendo um gancho do próprio material da mola.

f) A carga zero é lida na régua <u>com</u> a seringa vazia engatada na mola, ou seja, para efeitos deste experimento, a seringa faz parte da mola.

g) Para a coleta de dados os alunos devem proceder do mesmo modo que na atividade anterior.

<u>Exemplo</u>: As figuras mostram um exemplo de montagem do experimento e seus resultados. Este experimento foi feito com fio de cobre bitola 25.

A Fig. 1 mostra um esquema da montagem do experimento.

A Fig. 2 mostra a tabela de resultados.

A Fig. 3 mostra o gráfico (elongação versus peso) obtido a partir dos dados da tabela.

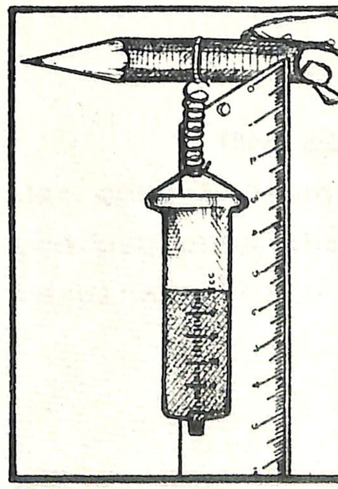


fig 1

| peso | comprimento (cm) | elongação (cm) |
|---|---|---|
| 0 | 16,7 | 0 |
| 1 | 17,0 | 0,3 |
| 2 | 17,4 | 0,7 |
| 3 | 17,7 | 1,0 |
| 4 | 18,0 | 1,3 |
| 5 | 18,3 | 1,6 |

fig 2

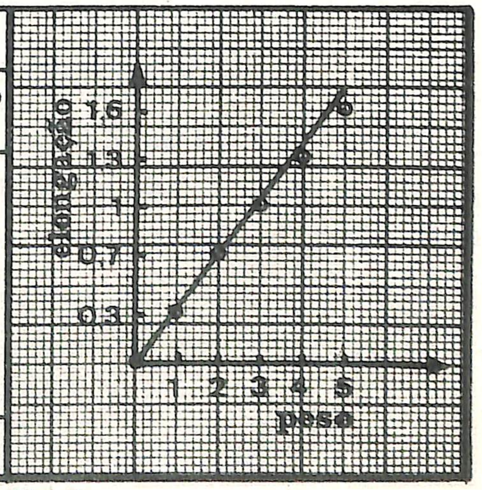



fig 3

Resultados: Cabe aqui o mesmo comentário realizado no experimento anterior. Contudo, há uma questão a mais que deve ser discutida. Como se comportaria a mola se o peso suspenso nela fosse de 15 unidades, ou seja, se houvesse 15 $cm^3$ de areia na seringa? Os alunos talvez possam testar isso com uma seringa de 10 $cm^3$ que, quando cheia até o topo, comporta uns 15 $cm^3$. Eles podem, também, fazer uma previsão a partir dos dados que obtiveram para 5 $cm^3$, pois, se a mola mantém um comportamento uniforme, basta multiplicar a elongação correspondente a 5 $cm^3$ por 3, para obter a elongação para 15 $cm^3$.

O que provavelmente acontecerá é que o resultado do experimento não coincida com o resultado previsto a partir do gráfico , ou seja, a mola, a partir de um certo ponto, não mantém um comportamento uniforme. A generalização feita a partir do gráfico não se confirma. Isto significa que a relação de proporcionalidade direta determinada a partir dos resultados do gráfico na Fig. 3 é válida dentro de certos limites.

Esta experiência ajuda os alunos a aprender a generalizar com cuidado, o que é muito importante, tanto em ciências como em outras áreas de conhecimento.

De fato, a elongação da mola é diretamente proporcional ao peso aplicado até um certo limite de elasticidade, a partir do qual a linearidade desaparece.

Uma conclusão cuidadosa para o experimento realizado seria: "Quando suspendemos na mola de cobre diversos pesos cujo valor máximo foi o peso equivalente a 5 $cm^3$ de areia, verificamos que a elongação da mola é diretamente proporcional ao peso aplicado. " Ao examinar os relatórios é preciso estar atento para conclusões em que os alunos estabelecem relações sobre bases falsas.

Avaliação: Perguntas que podem ser formuladas num teste ou logo após o experimento para verificar se os alunos compreenderam a relação entre o peso aplicado e a elongação correspondente na mola.

## EXPLORANDO MAIS O CONCEITO DE LINEARIDADE

Uma aluna realizou sua experiência com a mola para verificar como a elongação desta depende do peso. Ela tinha à sua disposição pequenos anéis de 5 gramas que ela foi acrescentando à mola.Seu resultado foi o seguinte:

| Nº de gramas | Comprimento (cm) | Elongação (cm) |
|---|---|---|
| 0 | 12 | 0,0 |
| 5 | 12,4 | 0,4 |
| 10 | 12,8 | 0,8 |
| 15 | 13,2 | |
| 20 | 13,6 | |
| 25 | 14,0 | |

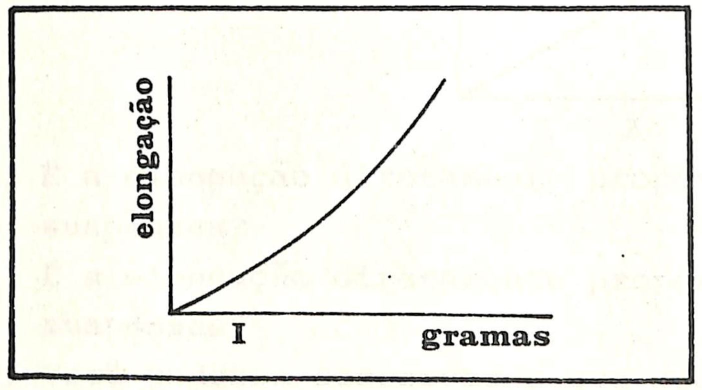
a) Complete a coluna da elongação e faça um gráfico da elongação (cm) x número de gramas.

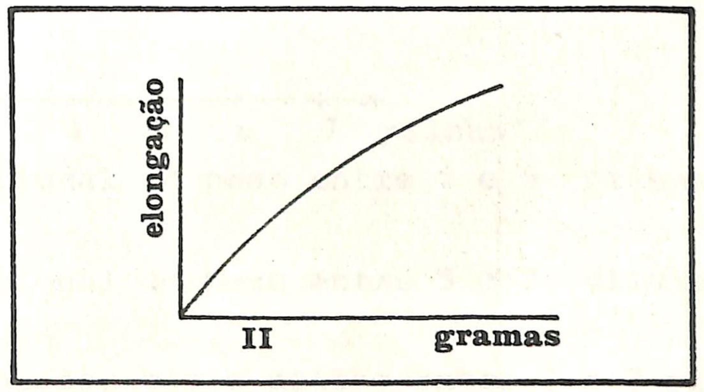
b) Qual seria a elongação provocada por 50 g supondo que a mola continuasse distendendo-se de forma diretamente proporcional ao número de gramas suspensos?

c) Qual seria a elongação da mola para 12,5 g?

d) A aluna determinou a elongação (x = 0,9 cm) provocada por um pequeno objeto. Indique no gráfico como ela pode determinar quantos gramas tem o objeto.

e) Por que os gráficos I e II não servem para representar o resultado da experiência realizada pela aluna?




f) Se a aluna tivesse obtido os dados abaixo, poderia ela concluir que a elongação varia linearmente com o número de gramas suspensos?

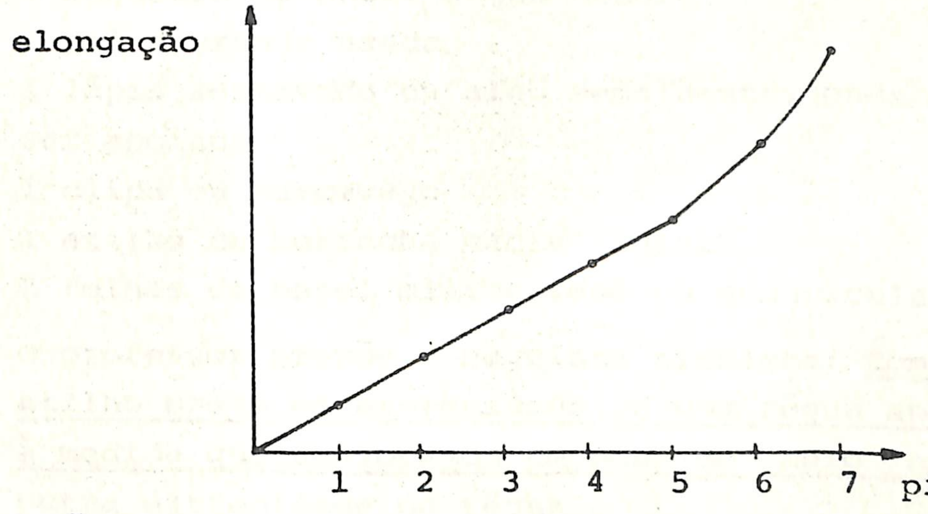
| Nº de gramas | Comprimento (cm) | Elongação (cm) |
|---|---|---|
| 0 | 12 | 0 |
| 5 | 12,2 | 0,2 |
| 10 | 12,5 | 0,5 |
| 15 | 12,9 | 0,9 |
| 20 | 13,4 | 1,4 |
| 25 | 14,0 | 2,0 |

g) Qual dos gráficos, I ou II, descreve mais apropriadamente os dados desta tabela?

h) Descreva alguma balança que funcione com mola.

APRENDENDO A GENERALIZAR

Ao realizar a experiência com um certo tipo de atilho, um grupo de alunos previu que o atilho deveria espichar cada vez mais à medida que lhe acrescentavam pesos iguais, isto é, que a elongação provocada pelo 2º peso seria mais que o dobro da elongação provocada pelo 1º peso. Eles verificaram surpresos que o atilho se distendia uniformemente à medida que foram suspensas pilhas nele, até um total de 5. Para não frustrar sua expectativa, o professor sugeriu que fossem suspendendo mais pilhas, anotando cada vez o resultado de suas medidas. Com os dados obtidos construíram o seguinte gráfico:




a) É a elongação diretamente proporcional ao peso entre 0 e 5 pilhas suspensas?

b) É a elongação diretamente proporcional ao peso entre 5 e 7 pilhas suspensas?

c) Você poderia descrever o que aconteceu com o atilho entre 5 e 7 pilhas suspensas?

d) Poderiam os alunos continuar acrescentando pesos indefinidamente?

e) Antes de seguir o conselho do professor, os alunos haviam concluído: "A elongação do atilho aumenta proporcionalmente ao peso". Qual a restrição que Você colocaria a esta conclusão, em função do resultado do gráfico acima?

f) Se alguém desse aos alunos do grupo um corpo de um peso equivalente a um certo número inteiro de pilhas, não superior a 4, eles poderiam determinar quantas pilhas pesa o corpo medindo a elongação causada por uma só pilha e verificando quantas vezes esta elongação cabe na elongação provocada pelo corpo. Mas se fizerem o mesmo com um corpo de peso equivalente a 7 pilhas, estarão procedendo de forma incorreta. Explique por que.

ATIVIDADE Nº E.3

EXPERIMENTO SOBRE O PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA ALAVANCA

Objetivo: Verificar que, quando se desloca um peso para a extremidade de uma régua apoiada no meio, a elongação de um atilho preso na outra extremidade para mantê-la em equilíbrio, é diretamente proporcional à distância que separa o peso do ponto de apoio da régua.

Material: Cada grupo de 2 alunos necessita de
1 régua de 50-60 cm
1 esquadro ou outra régua menor
1 pilha grande usada
1 lápis sextavado ou algo semelhante, onde a régua possa ser apoiada
1 clips ou percevejo
1 atilho de borracha macia (latex)
2 folhas de papel milimetrado ou quadriculado

Problema: O professor propõe o seguinte problema: Como se alonga um atilho preso na extremidade de uma régua apoiada no meio, à medida que deslocamos um peso do meio em direção à outra extremidade da régua?

Desenvolvimento: De posse do material, os alunos devem ficar livres para montar seu experimento. O professor permanece atento aos seguintes pontos:

a) O clips é enfiado sobre a régua e o atilho é preso nele. Também pode-se usar um percevejo. Como os alunos farão força para baixo, a chance de o clips escapar da régua é pequena.

b) O apoio da régua deve ser colocado debaixo da marca que divide a régua em duas metades iguais e o peso (a pilha) deve ser colocado sobre as diversas marcas, de modo que fique metade para cada lado. O experimento funciona melhor com um apoio estreito. Até um lápis redondo serve como apoio, apenas exige cuidado para evitar que role, afastando-se do meio da régua.

c) A metade da régua à qual foi preso o atilho deve sobressair da mesa. Enquanto um aluno puxa do atilho para equilibrar a régua, o outro mede o comprimento do atilho. O peso pode ser deslocado de 5 em 5 cm, efetuando-se em cada posição a medida correspondente no atilho. Os dados são lançados numa tabela, seguindo-se a construção de um gráfico.

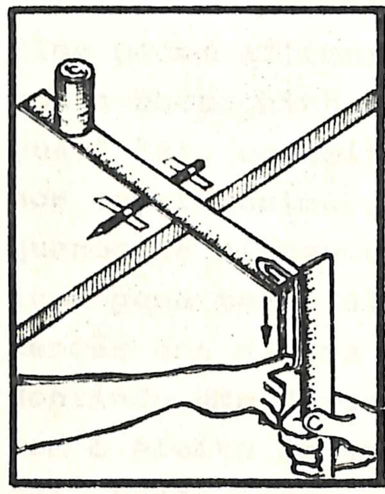
d) Para efeito do experimento, o ponto central da régua conta como zero e os deslocamentos do peso são contados a partir daí. Assim, por exemplo, se o peso se encontra na marca dos 30 cm e a régua está apoiada no 25 cm, o peso está afastado 5 cm do ponto de apoio.

Exemplo: As figuras mostram um exemplo de montagem do experimento e seus resultados. Este experimento foi feito com um pedaço de atilho macio, mas um atilho inteiro de latex é mais indicado.

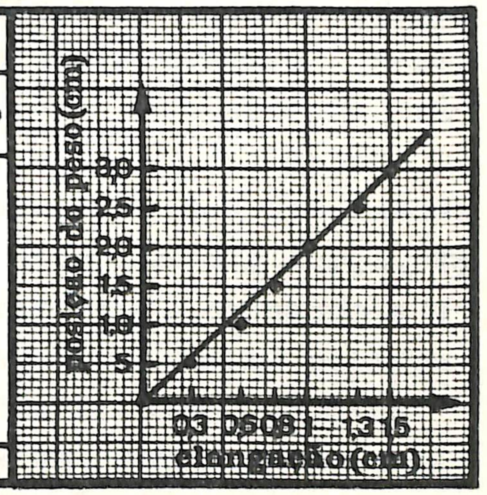
A Fig. 1 mostra um esquema da montagem do experimento.

A Fig. 2 mostra a tabela de resultados.

A Fig. 3 mostra o gráfico (posição do peso versus elongação do atilho) obtido a partir dos dados da tabela.



| posição do peso (cm) | comprimento (cm) | elongação (cm) |
|---|---|---|
| 0 | 8,5 | 0,0 |
| 5 | 8,8 | 0,3 |
| 10 | 9,1 | 0,6 |
| 15 | 9,3 | 0,8 |
| 20 | 9,5 | 1,0 |
| 25 | 9,8 | 1,3 |
| 30 | 10,0 | 1,5 |




Resultados: Eis alguns prováveis enunciados para o resultado do experimento:

"À medida que o peso é afastado do centro da régua, a elongação da borrachinha aumenta."

"A borrachinha se estica mais quando afastamos o peso do centro da régua."

"A elongação da borrachinha depende da posição do peso sobre a régua."

"A elongação da borrachinha é diretamente proporcional à distância que separa a posição do peso do centro da régua."

Este último é mais completo, mas os outros também revelam um bom nível de compreensão e devem ser aceitos.

A precisão na execução do experimento condicionará uma formulação do resultado mais ou menos precisa. Se as medidas forem efetuadas com negligência, é possível que a proporcionalidade direta entre a elongação do atilho e a posição do peso em relação ao centro da régua não fique evidente. Contudo, todos os alunos constatarão que a elongação da borrachinha depende da posição do peso, e que é tanto maior quanto mais ele é afastado em direção à extremidade da régua.

O conceito que se faz presente aqui é o mesmo que surge no princípio de funcionamento da alavanca ou de uma gangorra. Esta última deveria ser explorada numa discussão com os alunos. Como o peso da pilha é sempre o mesmo, o que realmente importa quando se observa a elongação do atilho é a posição que o peso ocupa em relação ao eixo em torno do qual a régua pode girar. Em outras palavras, o peso é tanto mais efetivo em fazer com que a régua gire, quanto mais longe está do centro. O que se faz com a borrachinha é impedir que a régua gire, mantendo-a na horizontal.

Quando se quer mover uma pedra grande procura-se uma alavanca longa e o calço sobre o qual é apoiada é colocado bem próximo à pedra. Com isto consegue-se multiplicar o esforço aplicado no extremo longo da alavanca e a pedra se move.

É provável que alguns alunos se refiram ao termo <u>força</u>. Eles podem afirmar, por exemplo, que "a força que é preciso fazer com a borrachinha aumenta quando se afasta o peso do centro da régua." Este conceito está presente tanto neste experimento quanto nos experimentos já feitos com atilhos e molas. Em todos os casos, quando se distende uma borracha ou uma mola, esta faz uma força. Vale a pena tecer algumas considerações a esse respeito, chamando a atenção dos alunos para o fato de, ao distenderem uma mola, estarem sentindo uma força. Contudo, não se deve confundir este conceito com o efeito de uma força quando pode girar algum corpo, como a régua. Neste caso surge uma outra variável: a distância que separa o ponto onde a força está aplicada do ponto em torno do qual o corpo pode girar. Para efeito deste comentário está sendo considerada apenas uma força que é perpendicular à referida distância, como ocorreu neste experimento, onde a força do atilho e o peso eram perpendiculares à régua, quando esta estava em posição horizontal.

<u>Avaliação</u>: Perguntas que podem ser formuladas num teste ou logo após o experimento para verificar se os alunos compreenderem a relação entre a elongação do atilho e a posição do peso sobre a régua :

Uma aluna obteve os resultados abaixo, quando deslocou um peso sobre uma régua apoiada no meio. Ela dispunha de uma pequena balancinha chamada dinamômetro, que consiste essencialmente numa mola, para aplicar no outro extremo da régua. Isto facilitou seu trabalho e lhe permitiu tirar medidas precisas. As diversas posições dos pesos estavam todas sobre a mesma metade da régua.

| Distância do peso ao centro da régua (cm) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Elongação do dinamômetro (cm) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

a) Construa um gráfico (distância do peso versus elongação) a partir destes dados.

b) Qual seria a elongação do dinamômetro se ela colocasse o peso a 7,5 cm do ponto de apoio da régua?

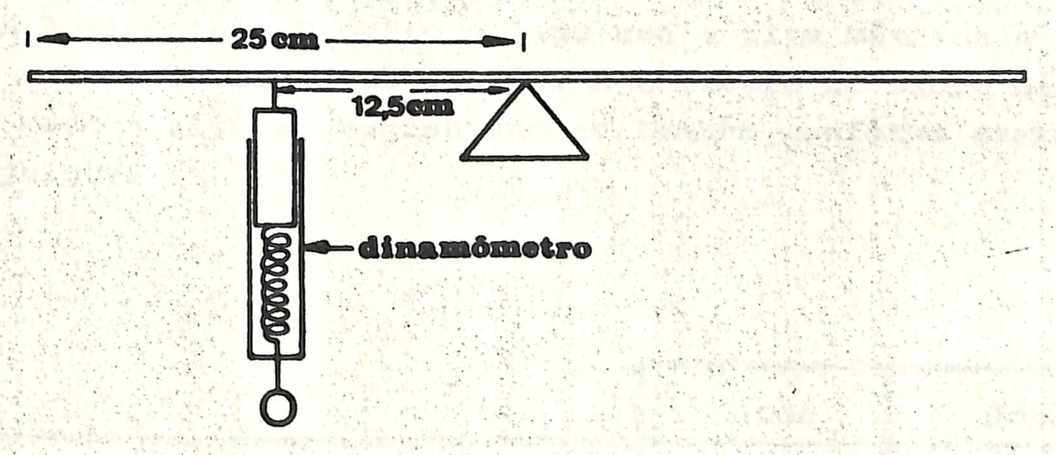
c) Qual seria a elongação do dinamômetro se ela colocasse dois pesos a 25 cm do ponto de apoio da régua?

d) O que significa o fato de ser zero a elongação quando o peso é posto sobre o ponto onde a régua está apoiada?

e) Se a régua fosse de 1 m e estivesse apoiada no meio, qual seria a elongação do dinamômetro com o peso colocado a 50 cm do ponto de apoio?

A aluna resolve mudar seu experimento e prende o dinamômetro a meio caminho entre o ponto de apoio da régua e a extremidade, ou seja, se a régua tem 50 cm e está apoiada na marca dos 25 cm, ela prende o dinamômetro na marca dos 12,5 cm (veja o desenho). Neste momento bate a sineta e ela desiste de anotar os dados.

f) Você poderia escrevê-los debaixo da tabela referente ao primeiro experimento que ela fez? Antes de responder pense se a elongação dobra, permanece a mesma ou se reduz à metade.




g) Uma criança de 20 kg está sentada no extremo de uma gangorra. Onde você sentaria uma criança de 40 kg para que elas pudessem equilibrar-se?

ATIVIDADE Nº CH.1

Objetivos: 1) Medir e verificar as relações de tamanho das várias partes do corpo humano.
2) Comparar as proporções da criança com as do indivíduo adulto.
3) Constatar que no adulto as proporções do corpo humano são estáveis e que as possíveis diferenças encontradas nas crianças são devidas à fase de crescimento em que se encontram e a outros fatores (nutrição, herança, meio ambiente).

Material: Fita métrica ou régua.

Problema: Como medir e verificar as relações de tamanho das várias partes do corpo humano.

Desenvolvimento: Proposto o problema, o professor orienta e estimula os alunos a resolvê-lo por iniciativa própria, deixando-os livres para descobrir a melhor maneira de organizar e verificar as relações dimensionais entre as várias partes do corpo, bem como sua importância na vida prática.

O professor pode informar que no indivíduo adulto a distância entre os braços estendidos é igual à altura do corpo.

Em seguida pode pedir aos alunos para realizarem as atividades que seguem, devendo trabalhar dois a dois.

Um aluno põe-se de pé e estende os braços de modo a ficar bem na horizontal. O outro colega usa a fita métrica e mede a distância entre os braços estendidos e registra no bloco de notas. Logo após mede a altura, registrando-a também conforme exemplo no quadro seguinte:

| | João | José |
|---|---|---|
| distância entre os braços estendidos | | |
| altura do corpo | | |

Em seguida os alunos invertem os papéis. O que mediu põe-se de pé com os braços estendidos na horizontal. O colega toma-lhe as medidas conforme indicação já referida e anota no mesmo quadro.

O professor acompanha e orienta as atividades em andamento. Pede que os alunos comparem os respectivos resultados e verifiquem se há diferenças ou não.

O professor pergunta aos alunos se os resultados obtidos confirmam o enunciado apresentado no início da aula: "No indivíduo adulto a distância entre os braços estendidos é igual à altura do corpo."

O professor estimula os alunos a discutirem os resultados, auxiliando-os na busca de uma explicação cientificamente satisfatória.

O professor novamente informa: "Os antigos egípcios sabiam que a altura corporal é 19 vezes o comprimento do dedo médio."

Logo em seguida propõe o seguinte problema: "Quantas vezes o comprimento do dedo médio é menor que a altura corporal do próprio aluno?"

Sob a discreta orientação do professor os alunos passam a esta nova tarefa. Medem o comprimento do dedo médio e depois a altura corporal. Anotam as medidas. Trocam idéias entre si. Realizam a operação:

| altura corporal: comprimento do dedo médio = |
|---|

Os alunos concluem que o comprimento do dedo médio é x menor que a altura corporal.

O professor incentiva os alunos a comparar os resultados obtidos com a descoberta dos egípcios e a formular hipóteses sobre a concordância ou não dos resultados obtidos.

Avaliação - Aplicações: O professor pode propor a cada aluno realizar um levantamento das medidas entre os próprios familiares comparando a altura corporal entre os pais, filhos e irmãos, mediante a organização de tabelas e gráficos.

Como por exemplo, pode ser organizada a seguinte tabela e verificar se, ENTRE CADA 2 PARES, é possível comprovar que:

$$x_1 \times y_2 = x_2 \times y_1$$

| Comprimento | 1ª pessoa | 2ª pessoa | 3ª pessoa | 4ª pessoa |
|---|---|---|---|---|
| dedo médio | $x_1 =$ | $x_2 =$ | $x_1 =$ | $x_2 =$ |
| corpo | $y_1 =$ | $y_2 =$ | $y_1 =$ | $y_2 =$ |

ATIVIDADE Nº CH.2

**Objetivos:** 1) Medir as partes do corpo humano.
2) Verificar as proporções infanto-juvenis.
3) Organizar tabelas.

**Material:** Fita métrica e réguas
lápis
bloco ou caderno para registro de dados

**Problema:** O professor propõe os seguintes problemas:
1) Quantas vezes o tronco é mais alto que a cabeça?
2) Quantas vezes o braço é mais longo que a mão?
3) Quantas vezes a perna é maior que o pé?

**Desenvolvimento:** Esta atividade, como todas as outras sugeridas, deve ser realizada num clima de trabalho dinâmico que favoreça a livre iniciativa do aluno.

A título de exemplo o professor pode pedir aos alunos para trabalharem em duplas a fim de realizarem as medidas necessárias, deixando-os agir livremente.

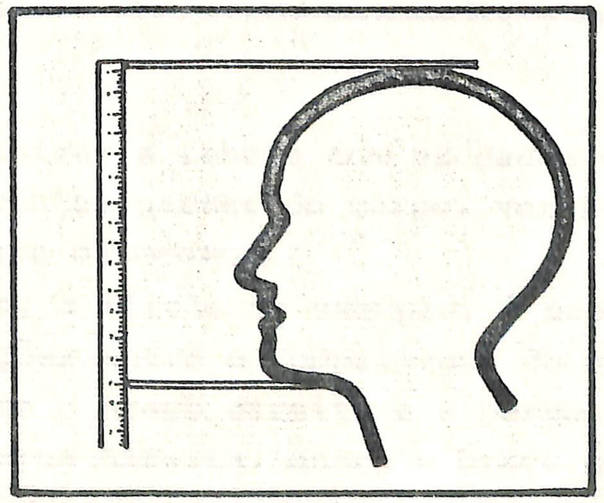
A estatura é medida com o aluno em pé, encostado à parede ou a um suporte que sirva de encosto, onde seja possível fazer marcas para melhor controle da medida. O aluno deve manter o corpo naturalmente ereto, os braços caídos ao longo do mesmo, pés descalços e conservar a linha do olhar na horizontal.

Em seguida fazer a medição utilizando régua ou fita métrica e anotar o resultado.

Para medir o comprimento da cabeça deve-se considerar a distância que vai do vértice (alto da cabeça) à parte inferior do queixo, utilizando réguas e fita métrica conforme indica a figura abaixo:

comprimento
em cm

régua



O comprimento do braço pode ser medido a partir do ombro no ponto de sua articulação com o braço propriamente dito, estando distendido na posição vertical, ao longo do corpo, até o pulso, onde a mão se articula.

Idêntico procedimento se faz para medir o comprimento da mão, iniciando no ponto de articulação (pulso) até o dedo médio.

Para medir o comprimento da perna procura-se movimentá-la na vertical e com uma das mãos localizar seu ponto de articulação com a bacia ilíaca.

Isto feito, volta-se à posição normal, de pé, e um outro colega estende a fita métrica até o ponto de articulação da mesma com o pé, onde se localiza o tornozelo. O comprimento do pé é medido a partir do calcanhar até à extremidade dos dedos.

O professor orienta os alunos no levantamento dos resultados obtidos pelas diferentes duplas.

Os dados devem ser registrados no quadro para serem analisados em classe por todos os alunos.

Como exemplo os alunos podem organizar uma tabela com os seguintes elementos:

| | COMPRIMENTO EM CM | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dupla nº | Tronco | Cabeça | Braço | Mão | Perna | Pé |
| 1 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| | | | | | | |

Após organizar a tabela com os dados obtidos resultantes da medição das diferentes partes do corpo, verificar a proporcionalidade existente entre os mesmos.

Para isto, à título de exemplo, é necessário investigar, verificando as relações entre o comprimento do braço direito e o braço esquerdo, entre o braço direito e a perna esquerda, entre o braço direito e a perna direita, entre o braço esquerdo e a perna esquerda, prosseguindo-se na investigação, utilizando igual proce - dimento com referência ao comprimento do tronco e cabeça, tronco e braços, tronco e pés, podendo ainda comparar o comprimento dos dedos das mãos e verificar a relação de proporcionalidade entre o dedo mínimo e o dedo médio, o dedo mínimo e o anular, o dedo mínimo e o dedo indicador, entre o dedo mínimo e o polegar. Prosseguir comparando os demais dedos da mesma mão e depois fazer o mesmo com ambas as mãos.

O professor orienta os alunos na análise dos resultados obtidos. Pode dar a seguinte informação:

"No indivíduo adulto o tronco é 3 vezes mais alto que a cabeça; o tronco é 3 vezes mais longo que a mão e a perna é 3 vezes maior que o pé."

Os alunos comparam os resultados obtidos com a informa - ção acima. Analisam as diferenças, trocam idéias entre si, formulam hipóteses sobre os resultados concordantes ou discordantes.

Novos problemas podem ser propostos, como por exemplo, investigar o sistema locomotor de outros animais, comparar forma, tamanho, adaptação ao tipo de locomoção terrestre, aéreo, aquático.

Vantagens e desvantagens evolutivas relacionando-os com os animais pré-históricos e os atuais.

ATIVIDADE Nº CH.3

<u>Objetivos</u>: 1) Verificar as proporções do rosto.
2) Organizar tabelas e gráficos.
3) Comprovar a harmonia existente entre as proporções do corpo humano.

<u>Material</u>: régua
papel
lápis

<u>Problema</u>: Como verificar as proporções do rosto?

<u>Desenvolvimento</u>: Conforme já foi sugerido anteriormente, os alunos devem realizar esta atividade num clima de trabalho favorável ao desenvolvimento da própria iniciativa e autodeterminação para descobrir novas alternativas para solucionar problemas.

A título de exemplo, o professor pode informar que: <u>"A linha vértice-queixo (vértice ≐ alto da cabeça) pode ser dividida em cinco partes iguais."</u>

<u>"A distância entre os olhos é exatamente igual à largura do olho. Esta última é ainda igual à fenda bucal e à distância entre as asas do nariz."</u>

O professor pede para os alunos trabalharem em duplas. Recomenda para que realizem as medidas com o máximo de cuidado, a fim de evitarem possíveis acidentes.

O professor orienta os alunos na execução das medidas, auxiliando-os sempre que se fizer necessário.

O professor estimula os alunos na análise dos resultados obtidos, no sentido de identificarem as concordâncias e as discordâncias possíveis.

Após realizarem o trabalho em duplas o professor pode solicitar aos alunos para que realizem uma tabela geral com a medida dos rostos de alunos diferentes e elaborem um gráfico representativo da amostra obtida. Em seguida verificam as possíveis relações de proporcionalidade existentes.

| Alunos | DIMENSÕES DO ROSTO | |
|---|---|---|
| | Comprimento | Largura |
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |
| n ... | | |

**Analisar os resultados obtidos e procurar formular hipóteses para explicar concordâncias ou discordâncias possíveis, ressaltando a harmonia existente entre as proporções do corpo humano .**

ATIVIDADE Nº CH.4

Objetivos: 1) Fazer um levantamento de algumas características - altura e peso - entre os alunos.
2) Medir e verificar a distribuição das diferentes alturas e pesos entre os alunos de ambos os sexos e de diferentes idades.
3) Organizar tabelas e gráficos.

Material: fita métrica e réguas

Problema: O professor pode sugerir os seguintes problemas:
1) Qual a altura dos alunos da classe?
2) O mais alto é o mais pesado?
3) As meninas são mais altas e mais pesadas que os meninos?
4) Qual a altura e peso médio existente entre os alunos da classe?
5) Os mais "velhos" são mais (menos) altos (ou pesados ) do que os mais jovens?

Desenvolvimento: Como exemplo, o professor:
- Pede para se organizarem em grupos de 4 ou 5 alunos.
- Propõe aos alunos que verifiquem as diferentes alturas existentes no grupo.
- Orienta, deixando-os agir livremente, para medir e registrar as diferentes alturas e organizar uma tabela com os dados obtidos, intervindo quando solicitado.

RECOMENDA-SE que os alunos trabalhem por iniciativa própriam a fim de solucionarem as possíveis dificuldades quanto à utilização da fita métrica e obtenção de medidas exatas.

A organização das tabelas pode ser feita nos respectivos grupos, valorizando-se todas as contribuições para fazer uma tabela com todas as indicações.

Podem ser organizadas diferentes tabelas, considerando:
I- ALTURA E PESO
II- ALTURA E IDADE
III- ALTURA, IDADE E SEXO

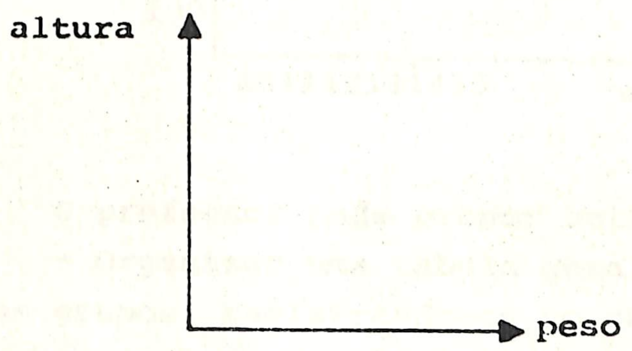
Os alunos, após realizarem as medidas, podem organizar diferentes tipos de tabelas e gráficos, como por exemplo:

TABELA I

| Alunos | Dimensões | |
|---|---|---|
| | Altura | Peso |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| ... | | |

Verificar a freqüência dos dados acima para poder organizar o respectivo gráfico.

Em seguida executá-lo, como por exemplo:




Idêntico procedimento para altura e idade.

TABELA II

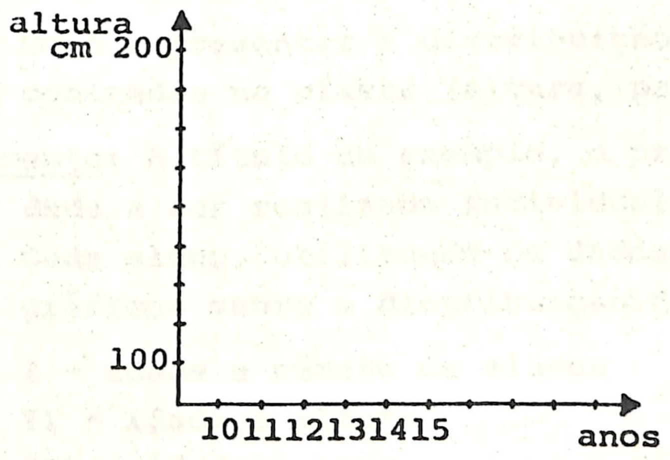
| Alunos | Dimensões | |
|---|---|---|
| | Idade | Altura |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| n ... | | |

TABELA III



| Nº de alunos | Dimensões | |
|---|---|---|
| | Idade | Altura |
| 2 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 8 | | |
| n | | |

Com base nos dados das Tabelas II e III, organizar outro gráfico:




O professor pode propor outra atividade:

- Organizar uma tabela geral com os dados obtidos pelos diferentes grupos, registrando-os no quadro para conhecimento de toda a classe e posterior análise pelos alunos.

Com base nos dados constantes na Tabela Geral, o professor propõe como tarefa individual a organização de um gráfico representativo dos resultados obtidos na atividade anterior.

Problemas sobre crescimento, nutrição, hereditariedade, diferenças de sexo, fatores ambientais e outros poderão ser discutidos sob a orientação do professor.

ATIVIDADE Nº CH.5

Objetivos: Fazer gráficos para representar a distribuição das características encontradas na classe (altura, peso, idade, sexo).

Material: régua
papel milimetrado
borracha
lápis
caneta hidrocor ou esferográfica

Problema: Como representar a distribuição das características encontradas na classe (altura, peso, idade, sexo)?

Desenvolvimento: A título de exemplo, o professor propõe nova atividade a ser realizada individualmente.

Cada aluno, utilizando os dados da tabela geral, executa diferentes gráficos sobre a distribuição de:

I - idade e número de alunos
II - idade e altura
III - idade e sexo
IV - altura e número de alunos
V - altura e sexo

TABELA I - IDADE E Nº DE ALUNOS

| Nº de alunos | Idade |
|---|---|
| 2 | 11 anos |
| 13 | 12 anos |
| 15 | 13 anos |

Com base nos dados acima, organizar gráficos sobre as características encontradas na classe, como por exemplo:

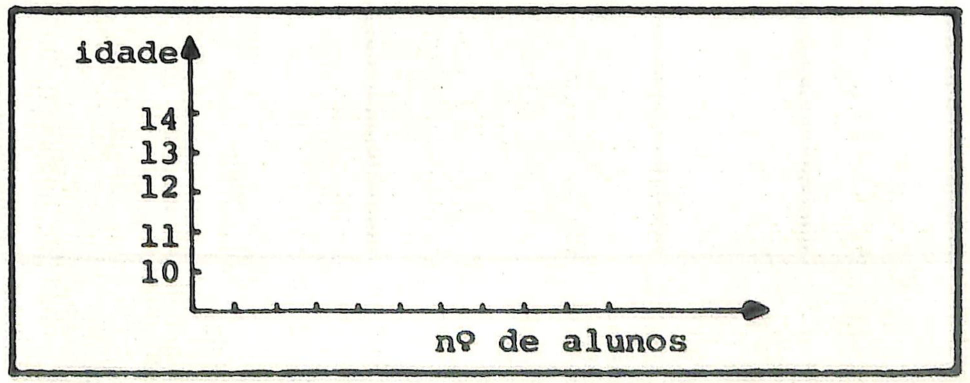


TABELA II - IDADE E ALTURA

| Nº de alunos | Características | |
|---|---|---|
| | Idade | Altura |
| 2 | 11 | 150 |
| 13 | 12 | 160 |
| 20 | 13 | 165 |

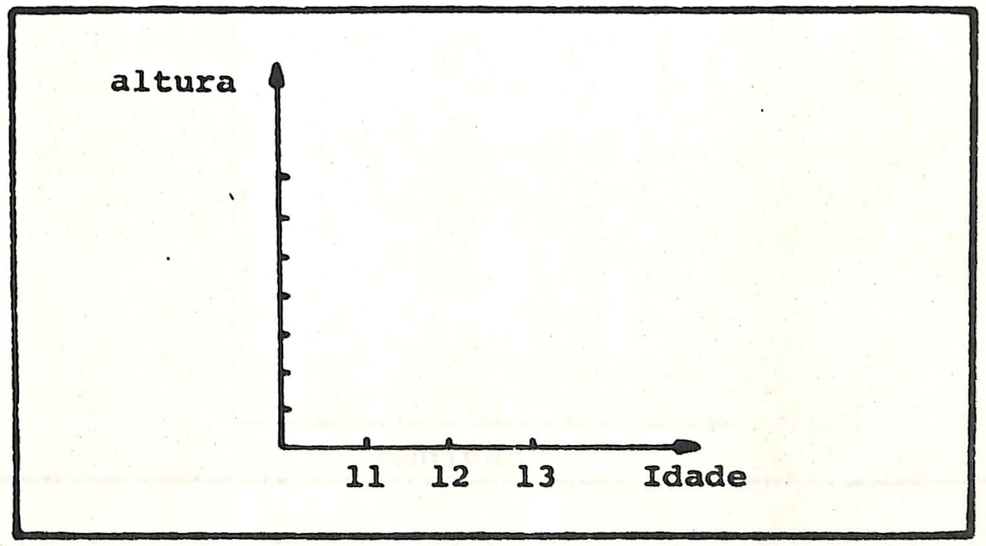
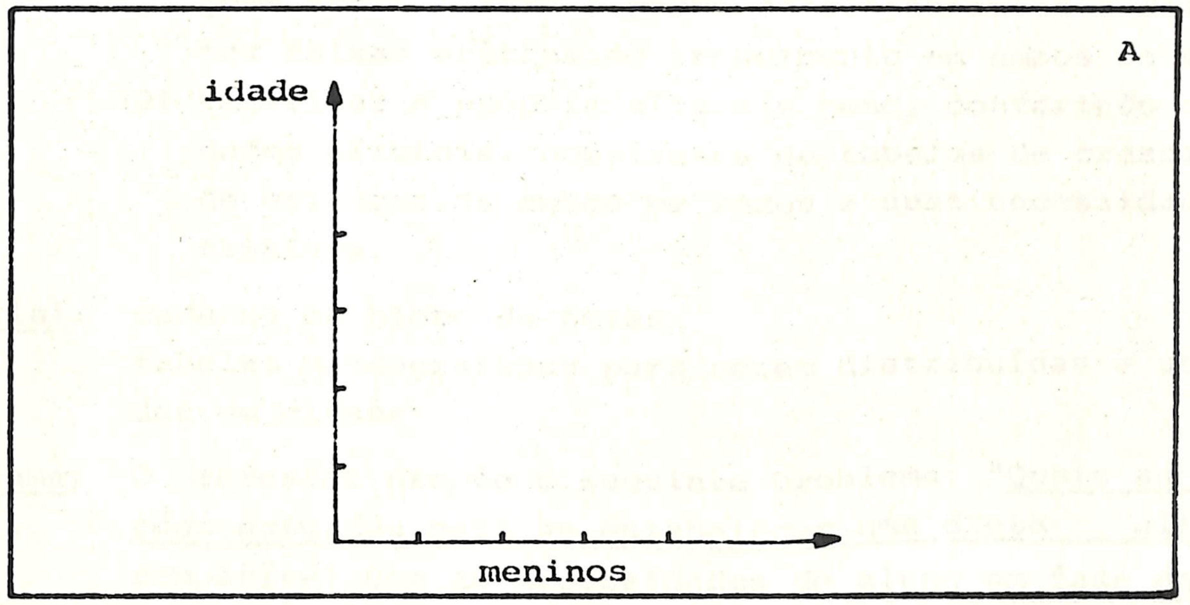
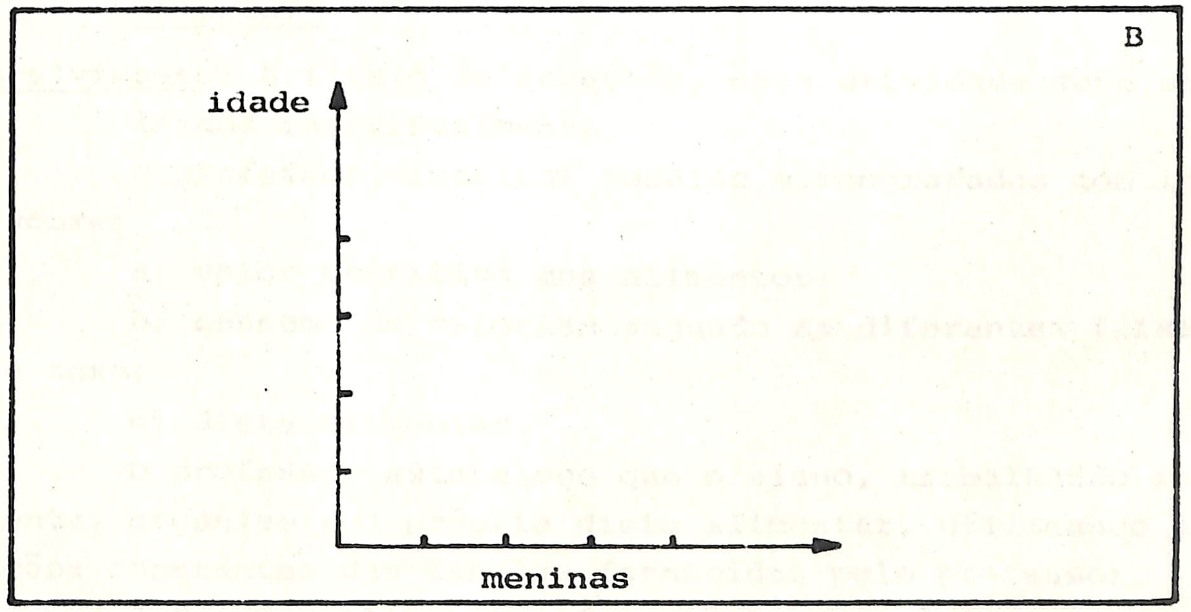



TABELA III - IDADE E SEXO

| Nº de alunos | Características | | |
|---|---|---|---|
| | Idade | Sexo | |
| | | ♂ | ♀ |
| | | | |

De acordo com a Tabela III - IDADE E SEXO, elaborar dois gráficos representativos do número de meninos e meninas, separadamente, de acordo com a idade.




Analisar os resultados e verificar se a predominância dos mais altos ou mais baixos recai num ou noutro sexo ou é indiferente.

O professor orienta e atende os alunos sempre que solicitado. Propõe novos problemas sobre crescimento, educação, higiene e saúde, estimulando-os a estabelecerem as mais variadas relações possíveis entre crescimento e desenvolvimento e as necessidades básicas de uma alimentação compatível com o desenvolvimento da criança.

ATIVIDADE Nº CH.6

Objetivos: 1) Utilizar dados de tabelas oficiais contendo informações sobre altura e pesos correspondentes a diferentes faixas etárias de crescimento em ambos os sexos.

2) Verificar a própria altura e peso, conferindo com os dados oficiais, constantes de tabelas de crescimento de crianças de ambos os sexos e suas necessidades nutritivas.

Material: caderno ou bloco de notas
tabelas mimeografadas para serem distribuídas e utilizadas em classe

Problema: O professor propõe o seguinte problema: "Quais as condições exigidas para se estabelecer uma dieta alimentar compatível com as necessidades do aluno em fase de crescimento?"

Desenvolvimento: A título de sugestão, esta atividade deve ser realizada individualmente.

O professor distribui tabelas mimeografadas com informações sobre:

a) valor nutritivo dos alimentos;

b) consumo de calorias segundo as diferentes faixas etárias e sexo;

c) dieta alimentar.

O professor estabelece que o aluno, trabalhando individualmente, organize sua própria dieta alimentar, utilizando as informações constantes das tabelas fornecidas pelo professor.

Cada um utiliza as informações necessárias para estabelecer a própria dieta alimentar segundo a idade, sexo e tipo de atividade que realiza.

O professor dá as informações complementares sobre higiene da nutrição, educação e saúde, segundo as necessidades dos alunos sob sua responsabilidade educacional.

A título de exemplo o professor pode orientar os alunos para resolverem individualmente o problema proposto, utilizando dados de tabelas oficiais.

Pode ser utilizada a seguinte tabela:

TABELA Nº 1 - Composição de alguns alimentos por 100 gramas de sua parte comestível

I - COMPONENTES ENERGÉTICOS E RESÍDUOS

| Alimento | Valor energético (Cal) | Água (g) | Proteína (g) | Gordura (g) | Carboidrato (g) | Fibra (g) | Cinzas (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arroz (polido branco) | 364 | 12,0 | 7,2 | 0,6 | 79,7 | 0,6 | 0,5 |
| Pão (de trigo) | 307 | 24,1 | 9,3 | 0,7 | 64,4 | 0,5 | 1,5 |
| Feijão | 337 | 12 | 22,0 | 1,6 | 66,8 | 4,3 | 3,6 |
| Batata | 79 | 77,9 | 2,8 | 0,2 | 18,2 | 0,6 | 0,9 |
| Tomate (maduro) | 21 | 93,8 | 0,8 | 0,3 | 4,6 | 0,6 | 0,5 |
| Banana Nanica | 97 | 72,3 | 1,4 | 0,2 | 25,2 | 0,6 | 0,9 |
| Carne de vaca (com pouca gordura) | 244 | 62,1 | 18,7 | 18,2 | 0 | 0 | 1,0 |
| Ovos frescos | 148 | 75,3 | 11,3 | 9,8 | 2,7 | 0 | 0,9 |
| Leite de vaca desnatado | 38 | 90,0 | 3,6 | 0,1 | 5,6 | 0 | 0,7 |
| Leite de vaca integral | 61 | 87,4 | 3,5 | 3,0 | 5,5 | 0 | 0,6 |
| Café (sem açúcar) | 2 | 98,5 | 0,3 | 0,1 | 0,8 | 0 | 0,3 |
| Açúcar (granulado ou refinado) | 384 | 0,7 | 0 | 0 | 99,1 | 0 | 0,2 |
| Cenoura | 41 | 89,1 | 0,8 | 0,4 | 8,9 | 0,8 | 0,8 |
| Alface | 13 | 95,8 | 1,0 | 0,1 | 2,7 | 0,5 | 0,4 |
| Laranja | 32 | 91,0 | 0,4 | 1,4 | 7,0 | 0,3 | 0,2 |

(BIOLOGIA APLICADA À EDUCAÇÃO, Editora Nacional, Lídia Rosemberg Anatangy, Sílvio de Almeida Toledo Filho e Oswaldo Frota Pessoa)

TABELA Nº 2 - Dieta diária recomendada pela junta de Alimentação e Nutrição da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América

| Idade | Peso (Kg) | Estatura (cm) | Calorias | Proteínas (g) | Cálcio (g) | Ferro (mg) | Vitamina A (U.I) | Tiamina (mg) | Riboflavina (mg) | Niacina (mg) | Ácido ascórbico (mg) | Vitamina D (U.I) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CRIANÇAS | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 3 | 13 | 87 | 1300 | 32 | 0,8 | 8 | 2000 | 0,5 | 0,8 | 9 | 40 | 400 |
| 3 - 6 | 18 | 107 | 1600 | 40 | 0,8 | 10 | 2500 | 0,6 | 1,0 | 11 | 50 | 400 |
| 6 - 9 | 24 | 124 | 2100 | 52 | 0,8 | 12 | 3500 | 0,8 | 1,3 | 14 | 60 | 400 |
| RAPAZES | | | | | | | | | | | | |
| 9 - 12 | 33 | 140 | 2400 | 60 | 1,1 | 15 | 4500 | 1,0 | 1,4 | 16 | 70 | 400 |
| 12 - 15 | 35 | 156 | 3000 | 75 | 1,4 | 15 | 5000 | 1,2 | 1,8 | 20 | 80 | 400 |
| 15 - 18 | 61 | 172 | 3400 | 85 | 1,4 | 15 | 5000 | 1,4 | 2,0 | 22 | 80 | 400 |
| MOÇAS | | | | | | | | | | | | |
| 9 - 12 | 33 | 140 | 2200 | 55 | 1,1 | 15 | 4500 | 0,9 | 1,3 | 15 | 80 | 400 |
| 1 - 15 | 47 | 158 | 2500 | 62 | 1,3 | 15 | 5000 | 1,0 | 1,5 | 17 | 80 | 400 |
| 15 - 18 | 53 | 163 | 2300 | 58 | 1,3 | 15 | 5000 | 0,9 | 1,3 | 15 | 70 | 400 |

(BIOLOGIA APLICADA À EDUCAÇÃO - Lídia Rosemberg Anatangy, Silvio de Almeida Toledo Filho e Oswaldo de Frota Pessoa - Editora Nacional)

TABELA Nº 3 - Ingestão diária recomendada dos diferentes constituintes da dieta humana

| | GRAMAS | | | | MILIGRAMAS | | | UG | MG | MG | MG | UG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GRUPO | Calorias | Carboidratos | Gorduras | Proteínas | Cálcio | Fósforo | Ferro | VITAMINAS | | | | |
| | | | | | | | | A | B1 | B2 | C | D |
| Meninos de 12-14 anos | 2700 | 402 | 90 | 50-90 | 700-1100 | 1000 | 10 | 575 | 1,2 | 1,7 | 70 | 10 |
| 14-18 anos | 3000 | 445 | 100 | 60-100 | 600-1100 | 1000 | 10 | 750 | 1,4 | 2,0 | 70 | 10 |
| Meninas de 12-14 anos | 2400 | 355 | 80 | 50-90 | 700-1100 | 1000 | 18 | 575 | 1,0 | 1,4 | 70 | 10 |
| 14-18 anos | 2400 | 350 | 80 | 55-90 | 600-1100 | 1000 | 18 | 750 | 1,0 | 1,3 | 70 | 10 |
| Adultos - homens | 3200 | 435 | 118 | 65-90 | 500-800 | 1000 | 10 | 750 | 1,3 | 1,8 | 70 | 10 |
| Adultos - mulheres | 2300 | 340 | 76 | 55-75 | 500-800 | 1000 | 18 | 750 | 0,9 | 1,3 | 70 | 10 |
| Na idade avançada | 2200 | 320 | 73 | 60-70 | 500-1000 | 1000 | 10 | 750 | 0,8 | 1,2 | 70 | 10 |
| Mulheres grávidas | 2600 | 374 | 86 | 65-100 | 700-1350 | 2000 | 18 | 750 | 1,2 | 1,7 | 70 | 10 |
| Na amamentação | 3100 | 410 | 103 | 75-115 | 1000-1920 | 2000 | 18 | 1200 | 1,3 | 1,8 | 70 | 10 |

(higiene física e do ambiente - Kunt Kloetzel, EDART, S. Paulo)

Uma criança do sexo masculino com 12 anos de idade, 33 kg e 140 cm de estatura necessita de:

60 g de proteínas em sua dieta alimentar diária.

Consulte a tabela nº 1 e selecione 4 ou 5 tipos de alimentos que possam fornecer mais proteínas em cada 100 gramas da parte comestível.

Organize uma tabela especificando os valores proteicos em ordem crescente, como por exemplo:

| Alimento | Valor proteico em (gr) |
|---|---|
| 1) Arroz polido | 7,2 |
| 2) Pão de trigo | 9,3 |
| 3) Ovos frescos | 11,3 |
| 4) Carne de vaca | 18,7 |
| 5) Feijão | 22 |

O professor pode sugerir outro problema:

- Uma jovem na faixa de 13-15 anos de idade, com 47 kg de peso, 158 de estatura, necessita diariamente de 2550 calorias e 62 gramas de proteínas.

Com base nos dados do problema acima e utilizando os da tabela nº 1, organize uma dieta alimentar compatível com as necessidades energéticas da jovem em questão.

| Alimentos | Valor energético | Proteínas |
|---|---|---|
| | | |

O professor, depois de orientar os alunos na realização das diferentes atividades anteriores, solicita a cada um estabelecer uma dieta alimentar para uso diário, seguindo as características individuais:

1) Peso
2) Estatura
3) Idade
4) Sexo

Para resolver este problema os alunos devem utilizar, além da tabela nº 1, as tabelas nº 2, 3 e 4,

A título de sugestão, o professor pode orientar os alunos na discussão de outros problemas relacionados à nutrição e desenvolvimento, adequada ao nível da classe, podendo iniciar outras atividades mediante o planejamento e execução de pequenos projetos relacionados à educação, saúde, crescimento e desenvolvimento.

As atividades devem ser desenvolvidas num clima favorável à auto-iniciativa e espírito de investigação científico.

ATIVIDADE 6.1

Objetivo: Investigar o que é um sabão e como é fabricado.

Recursos: O professor deverá sugerir pessoas fontes para consulta :
- industriais
- pessoas que fabricavam ou fabricam sabão em casa

É interessante também indicar algumas fontes para consulta bibliográfica.

Problema: Propõe-se aos alunos o seguinte problema: "O que é um sabão? Como são fabricados os sabões?"

Desenvolvimento: A atividade deverá ser centralizada em despertar a curiosidade dos alunos sobre a importância dos sabões. Poderá ser proposta como tarefa extraclasse responder à seguinte pergunta: o que é sabão? como é fabricado?

Quando os alunos receberem esta tarefa será oportuno lembrá-los de que o "saber" não está só nas bibliotecas; recomende que investiguem no comércio, na indústria e mesmo com pessoas que aparentemente não estão ligadas às ciências.

Para que os alunos, principalmente os mais sujeitos à influência publicitária, não fiquem restritos a ver no sabão algo muito sofisticado, seria conveniente fornecer alguns dados sobre sua história: o sabão é um dos produtos mais antigos fabricados pelo homem. Há mais de 2000 anos já se fabrica sabão. Logo, o sabão é mais antigo do que a Química e não temos registro de quando foi fabricado pela primeira vez. Não podemos excluir a hipótese de que tenha sido mais uma descoberta acidental dentre as muitas que a história registra.

Nossos avós provavelmente não compravam sabão. O sabão era fabricado em casa, constituindo-se, às vezes, em segredos de família, que originavam produtos detentores de qualidades especiais , assim como hoje existem os segredos industriais.

Hoje, com o advento da era industrial, o sabão é adquirido pronto para usar e apresentando características para torná-lo de uso mais fácil. Assim, os fabricantes oferecem sabão em pó, sabão líquido, sabão perfumado, sabão colorido, etc..., mas que na sua essência são iguais aos sabões fabricados por nossos avós.

Após esses comentários, é muito provável que os alunos tenham sido motivados a partir para suas investigações e trazer respostas a duas perguntas que foram propostas: o que é sabão? como é fabricado?

Poderá então ser entregue a cada aluno a ficha de trabalho nº 1.

Esta atividade será encerrada posteriormente, com a discussão e avaliação do relatado na ficha de cada aluno. Isto poderá ser feito em pequenos grupos de 4 ou 5 alunos para elaborar um relatório-síntese do grupo, com as contribuições mais relevantes de cada um.

ATIVIDADE S.2

Objetivo: Ao final desta atividade os alunos deverão ser capazes de:
- identificar através de testes simples algumas propriedades de ácidos e bases;
- realizar algumas reações que evidenciem propriedades de ácidos e bases;
- usar indicadores para ver se em uma solução o meio é ácido ou é básico.

Material: (para cada grupo de 2 alunos)
- 50 ml de ácido clorídrico diluído (ácido muriático)
- 50 ml de hidróxido de sódio (dissolver algumaslentilhas de NaOH em 1 copo de água)
- um indicador (fenolftaleina ou outro que for acessível)
- 10 vidrinhos vazios (para ser usados como tubo de ensaio)
- 4 conta-gotas

Conseguir, ainda, limão, cinza, vinagre, detergentes, etc.
Pedaços de metais como Ferro (Fe), Zinco (Zn) e Alumínio (Al).
- Ficha: Protocolo de Laboratório.

Desenvolvimento: Os experimentos que forem realizados deverão ser registrados no Protocolo de Laboratório, conforme o modelo de Ficha 4.

O professor pode começar mostrando que apesar de existirem muitas substâncias, estas podem ser agrupadas em poucas funções.

O uso de indicador - substância que, em decorrência do meio, altera a estrutura e, com isto, muda de cor - pode ser sugerido como "um instrumento" auxiliar para investigações.

Sugere-se que o professor oriente os alunos para uma investigação de duas substâncias cujas funções são conhecidas, por exemplo, observar como soluções diluídas de HCl e de NaOH se comportam diante do(s) indicador(es) que a classe possui.

Os alunos precisam de orientação de como usar os indicadores. Se o indicador for em solução (já previamente preparado) é conveniente que os alunos preparem soluções diluídas de substâncias a testar e pinguem uma ou duas gotas de um indicador dentro da solução. Se se tratar de indicadores em tiras de papel (que foi previamente impregnado com a solução de indicadores) um pedaço de 1x1cm é o suficiente. Com um conta-gotas pingar uma gota no papel indicador. O professor deverá insistir com os alunos para usar conta-gotas limpos, pois a troca de conta-gotas em diferentes soluções faz com que os resultados sejam invalidados.

Um experimento interessante é colocar em cerca de 5 ou 10 ml de solução, uma ou duas gotas de fenolftaleina. Observar a coloração vermelha. Repetir agora em uma solução de ácido-clorídrico: a fenolftaleina permanece incolor. A seguir, verter, vagarosamente, a solução do ácido dentro da solução da base. A cor vermelha vai desaparecer no momento que a concentração do ácido superar a concentração da base. Se forem medidos os volumes gastos, poder-se-á avaliar qual das duas soluções, a ácida ou a básica, estava mais concentrada. Na falta de fenolftaleina pode-se colocar um pedaço de papel indicador dentro da solução e observar a viragem de cor.

A seguir, pode-se preparar soluções diversas: suco de limão, vinagre, água de lavagem de cinzas, detergentes de diversas marcas e classificador como ácidos ou bases, usando como instrumento os indicadores testados para as soluções de HCl e NaOH.

Outro teste para o qual o professor pode orientar os alunos é a reação de metais com soluções de ácido.

Esponja de aço, pregos ou limalha de outros metais (Zn, Al, etc) podem ser colocados em tubos de ensaio, adicionando-se ácidos a seguir. (Usar pedaços pequenos.) Fazer com que os alunos observem o desprendimento gasoso. Orientar para o equacionamento; se for usado bom-bril e ácido clorídrico temos:

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

É importante que o professor explique que o Fe (sob forma de lâmina de aço) desaparece devido à reação do ácido. Forma-se um sal, $FeCl_2$, que é solúvel em água e por isto não se vê. O gás que se desprende é o hidrogênio.

Se a água for evaporada com cuidado, através de um aquecimento moderado, em uma tigela de pirex, obtém-se o $FeCl_2$ sólido.

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$$

Como o HCl está em solução aquosa, o $FeCl_2$ também está, isto é, $FeCl_2 + H_2O$.

Aquecendo a solução salina temos:

$$FeCl_2 + H_2O \longrightarrow FeCl_2\text{(sólido)} + H_2O\text{ (vapor)}$$

Aqui o professor pode recordar que este último equacionamento é um fenômeno físico, e não químico.

A reação do Fe (sob forma de bombril ou prego) pode ser repetida com suco de limão ou vinagre e os alunos poderão comparar a velocidade de desprendimento de $H_2$ com reação do Fe com HCl. Destacar a influência da concentração dos ácidos.

A seguir, o professor pode sugerir aos alunos que levantem hipóteses sobre como será a velocidade de desprendimento do $H_2$ em duas situações distintas:

- prego + ácido clorídrico
- bombril + ácido clorídrico

Nas duas situações trata-se de Fe + HCl.

É oportuno que se chame a atenção de como a superfície de contato influi na velocidade.

Pode-se, então, entregar aos alunos a Ficha 2.

É preciso verificar se eles já sabem identificar ácidos e bases e sais. Recorde-se a divisão das substâncias em funções químicas. Acessoriamente, os alunos receberam informações sobre cinética química quando estudaram o comportamento das reações com diferentes concentrações e diferentes superfícies de contato.

ATIVIDADE .3

Objetivo: Planejar o fabrico do sabão.

Desenvolvimento: Com o conceito de sabão da atividade 1 e com os conhecimentos de funções químicas obtidos na atividade 2, oriente os alunos a uma investigação sobre as matérias-primas para o fabrico do sabão.

Sugira levantamento de ocorrências, disponibilidade local e custos.

Estude com os alunos como poderão obter o necessário para fabricar sabões na própria aula. Não esquecer, além do material de consumo, do equipamento necessário.

Talvez seja oportuno dividir os alunos em grupos de 2 ou 3 para esta e para a próxima atividade.

Apresenta-se a seguir um modelo de ficha para os alunos planejarem o experimento (Ficha 3).

ATIVIDADE S.4

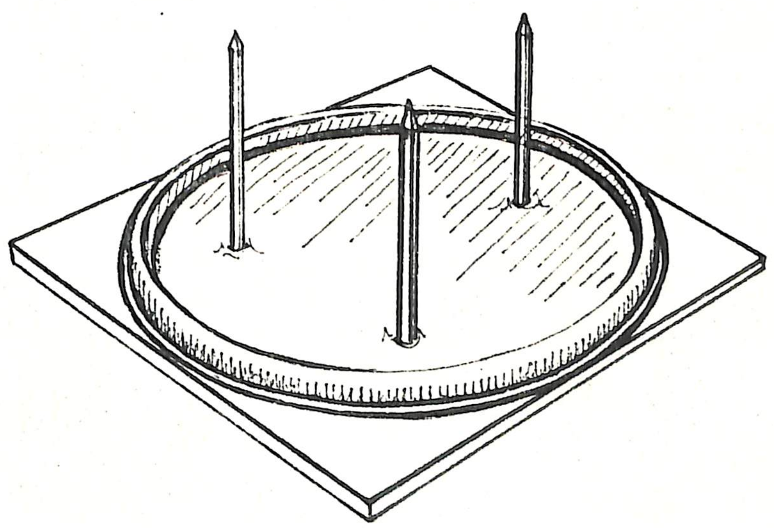
Objetivo: Ao final desta atividade os alunos deverão ser capazes de:
- caracterizar uma gordura
- observar o fenômeno da hidrólise
- realizar uma reação de neutralização
- fabricar sabão
- dar-se conta da necessidade de proporções adequadas dos reagentes

Material: Os alunos realizaram na atividade 3 um levantamento da matéria para o fabrico do sabão, e nesta atividade o professor verifica inicialmente qual a gordura que cada grupo trouxe.

Os alunos também podem trazer para esta atividade latinhas e bastões de madeira para mexer os reagentes.

É recomendável que a soda cáustica seja fornecida pela escola.

Há necessidade de fogo. Caso a escola não disponha de bico de Bunsen e gás no laboratório, pode ser usado um fogão. Os alunos podem construir inclusive lamparinas ou fogareiros a álcool. Caso o professor opte por esta última solução, recomenda-se grupos pequenos (no máximo 3 alunos). Com uma tabuinha, 3 pregos e uma tampa de lata podem ser produzidos fogareiros a álcool.



Desenvolvimento: Além do fabrico de sabão, esta atividade tem por objetivo explorar o conceito de proporcionalidade. Os alunos se aperceberão que o uso de proporções adequadas de reagentes é importante para a obtenção de um bom sabão. A respeito disso, há referência no texto de apoio, que oferece subsídios para explicar o que é uma gordura e o que é uma reação de hidrólise.

Em pequenos grupos (2 ou 3 alunos) deverão:

a) testar uma gordura com indicador;

b) aquecer a gordura com água, testar o meio com indicador;

c) adicionar NaOH, em pastilha ou solução (ver proporções no texto de apoio) e acompanhar com indicador a neutralização.

Aqui o professor deve questionar sobre neutralização, discutida na atividade 2 pelos alunos.

O professor pode orientar cada grupo para realizar diversos ensaios para obter as proporções que pareçam melhor para conseguir um bom sabão.

Distribuir a ficha 4, Protocolo de Laboratório, para registro dos experimentos e seus resultados em cada pequeno grupo.

ATIVIDADE S.5

Objetivo: Testar sabões fabricados em classe.

Problema: Quais as proporções mais adequadas de reagentes para se obter sabões.

Material: Ficha 4 "Protocolo de Laboratório" preenchida na atividade 4

pequenas amostras de sabão das fabricadas em cada um dos diversos grupos

Ficha 5 - Sugestão de Laudo

Desenvolvimento: O professor poderá explicar para seus alunos como uma indústria ensaia para ter condições de lançar um novo produto no mercado.

Nesta atividade eles deverão testar os diversos produtos fabricados em classe.

Inicialmente, deverão comparar os resultados registrados nas fichas nº 4 pelos diversos grupos e depois anotar as semelhanças e diferenças observadas.

Antes de elaborar o laudo devem examinar em cada grupo uma pequena amostra do material produzido na atividade anterior pelos diversos grupos e observar:

- qual dos sabões faz mais espuma?
- qual se dissolve melhor?
- qual o mais homogêneo?
- qual se apresenta mais consistente?

Podem realizar, em cada grupo, pequenos ensaios para verificar a capacidade das amostras em remover a sujeira.

Após, cada grupo deverá preencher seu laudo na Ficha nº 5.

ATIVIDADE S.6

Objetivo: Analisar as propriedades de detergência dos sabões.
Relacionar a influência da presença de ions metálicos (águas duras) na diminuição da detergência.
Analisar a ação dos sabões biodegradáveis e de detergentes sintéticos no meio natural.

Problemas: Deverão ser apresentados aos alunos as seguintes questões:
"Por que o sabão faz espuma?"
"Por que em água salgada o sabão não faz espuma?"
"Quais as diferenças entre o uso sistemático de produtos naturais e o uso de produtos artificiais?"

Material: Amostras de sabões
Tecidos sujos
Água salgada
(se a região tiver algum poço com "água salobra", trazer algumas amostras)
Rótulos de diversos produtos de limpeza que são oferecidos no mercado
Ficha nº 6

Atividades: Propor que os alunos investiguem as condições de melhor detergência de sabões.
Observar como a detergência é afetada pela presença de sais na água.
Convidar, se existir na localidade, alguém ligado a um clube de Proteção à Natureza, para falar aos alunos sobre o assunto.

FICHAS DO ALUNO

FICHA 1

Você, na aula de hoje, ouviu algo sobre detergentes. Resuma aqui aspectos que julgou importantes.

Agora você vai fazer uma pesquisa bibliográfica: sua tarefa é responder: o que é um sabão?

Investigue também como é fabricado o sabão.

Indique as fontes de consulta.

FICHA 2

Resuma os conceitos de:

| |
|---|
| ÁCIDO: |
| BASE: |
| SAL: |

Faça uma relação de alguns produtos triviais e classifique-os de acordo com as funções acima.

Escreva 3 reações de neutralização.

FICHA 3

Você vai fabricar sabão. Registre a seguir a matéria-prima (ou reagentes) necessária. Indique os custos e onde você pode adquirí-la. Não esqueça de uma pesquisa de mercado, pois oferece a oportunidade de negócios vantajosos.

E o equipamento de sua "indústria"? Não esqueça de que "quem não tem cão caça com gato". Se você não tiver um copo de pirex como os livros aconselham, você pode usar uma lata vazia.

MATERIAL NECESSÁRIO

FICHA 4

PROTOCOLO DE LABORATÓRIO

Data: _____/_____/_____

Horários: início - ____ hs ____ min

término - ____ hs ____ min

Componentes do grupo : ______________________________

______________________________

______________________________

Resumo das Atividades (não esqueçam de indicar as quantidades usa - das):

Resultados:

FICHA 5

ENSAIANDO PRODUTOS

Colete pequenas amostras de sabão de cada um dos diversos grupos. Ensaie as qualidades dos diversos produtos. Imagine que você fosse um comprador de sabão; estabeleça critérios e apresente um LAUDO sobre <u>cada</u> produto.

Uma sugestão de LAUDO:

<u>Amostra</u>: ________________________________

<u>Origem</u>: (indique o grupo que elaborou)

<u>Aspecto</u>: (faça referência à dureza, homogeneidade, etc)

<u>Capacidade de Detergência</u>: (resuma um ensaio de limpeza realizado)

<u>Opinião geral</u>:

FICHA 6

Relate um (ou mais) experimentos onde você pode verificar a influência de íons metálicos na inibição da detergência.

Investigue quais os problemas que podem causar os detergentes sintéticos.

AVALIAÇÃO

1) Liste características que você encontrou no sabão fabricado pelo grupo, classificando-as como "recomendáveis" ou "desrecomendáveis" para um bom sabão.

| | |
|---|---|
| | |

2) Dos experimentos realizados no seu grupo, ou dos resultados que você tomou conhecimento de outros grupos, em função das características das amostras obtidas para uma mesma gordura, qual uma boa proporção para relação hidróxido de sódio/gordura?

3) O seu grupo foi solicitado para fabricar produtos para a "cooperativa escolar" (10 kg de sabão). Com os dados da questão anterior, liste os reagentes necessários para atender esta encomenda.

4) Cinco grupos realizaram experimentos, obtendo bons produtos com diferentes relação hidróxido de sódio/gorduras (diversas), a seguir listadas. Pergunta-se, admitindo que existe em todos os grupos a proporção ótima, quais usaram a mesma gordura? Os resultados estão expressos da seguinte maneira:

$$\frac{\text{X partes de NaOH}}{\text{partes de gordura}}$$

| Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{X}{12}$ | $\frac{X}{10}$ | $\frac{1,5\ X}{15}$ | $\frac{2\ X}{24}$ | $\frac{3\ X}{15}$ |

5) Com os dados do grupo 5, admitindo que X fosse 5, quantas partes de NaOH serão necessárias para neutralizar completamente 200 partes de gordura?

TEXTO DE APOIO PARA O PROFESSOR

Antes de iniciar a atividade que se propõe a seguir, é importante que o professor recorde (ou apresente pela primeira vez) para seus alunos que:

- alguns poucos átomos diferentes (algumas dezenas) podem formar milhares de substâncias diferentes;
- com os mesmos átomos podem ser formadas substâncias tão diferentes entre si, que umas podem ser alimentos e outras venenos;
- a estrutura, isto é, a arquitetura molecular, é quem vai comandar as diferentes propriedades das substâncias;
- o conjunto de propriedades químicas comuns serve para caracterizar uma mesma função química;
- na química inorgânica ou mineral, onde existem mais de 65.000 compostos, a grande maioria das substâncias podem ser grupadas em 4 funções: ácidos, bases, sais e óxidos;
- se pertencer à mesma função química significa ter as mesmas propriedades, e as propriedades são decorrência da estrutura, devemos encontrar na estrutura algo que comande as diferentes propriedades: é o grupo funcional.

A observação das substâncias colocadas a seguir

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 $H_2SO_4$ | 7 $HNO_3$ | 13 $KNO_3$ | 19 HCl |
| 2 $CO_2$ | 8 BaO | 14 $Ba(NO_3)_2$ | 20 HCN |
| 3 $H_3PO_4$ | 9 $Na_2O$ | 15 $P_2O_5$ | 21 BaO |
| 4 NaOH | 10 $Mg(OH)_2$ | 16 $Fe_2O_3$ | 22 KF |
| 5 NaCl | 11 $H_3PO_4$ | 17 KOH | 23 $Fe(OH)_2$ |
| 6 $Ca(OH)_2$ | 12 KCl | 18 $Al(OH)_3$ | 24 $Al_2(SO_4)_3$ |

pode permitir a formação de 4 conjuntos:

A 1, 3, 7, 11, 19, 20
B 4, 8,10, 17, 18, 23
C 2, 8, 9, 15, 16, 21
D 5,12,13, 14, 22, 24

A observação dos conjuntos vai fazer surgir o critério para a formação dos conjuntos.

No conjunto A só temos substâncias que tem hidrogênio sob forma de cátion $H^+$: rever o conceito de ácido.

Ácidos são substâncias que em solução aquosa libertam como cátions ions $H^+$.

No conjunto B só temos substâncias que tem a oxidrila - ânion negativo $OH^-$.

BASES são substâncias que em solução aquosa libertam ânion oxidrila.

No conjunto C as características são mais evidentes : todas as substâncias são compostos binários oxigenados.

Composto binário: aquele que é formado por apenas dois tipos de átomos. Além dos listados em C são binários: 5, 12, 19, 20.

Compostos oxigenados: aqueles que têm oxigênio na molécula. Além dos listados em C são oxigenados: 1, 3, 4, 6, 7, 10,11, 13, 14, 17, 18, 23 e 24.

São ÓXIDOS, a terceira função apresentada, os que apresentam as duas características, isto é, ÓXIDOS são compostos binários oxigenados.

No conjunto D poder-se-á,em princípio,não se evidenciar características comuns, mas uma análise mais demorada mostrará que:

em todos,o cátion - o ion positivo - por exemplo $Na^+$, $K^+$, $Ba^{++}$, $Mg^{++}$ e $Al^{+++}$, são originados de bases;

o ânion - o ion negativo - por exemplo $Cl^-$, $NO_3^-$, $F^-$, $SO_4^=$, são originados de ácidos.

Assim, pode-se definir sal como compostos que apresentam um ânion originado de ácido e um cátion originado de uma base .

As propriedades dos compostos - isto é, as regras segundo as quais eles reagem - são determinadas pelo grupo funcional: assim, os ácidos têm sabor azedo, reagem com bases formando sais , conferem cores características a indicadores, etc.

Na atividade 2 sugere-se a realização do levantamento de substâncias que têm características dos ácidos.

Idêntico estudo pode ser feito para bases, sais e óxidos.

Também podem ser procuradas reações características para evidenciar como dentro de uma mesma função são seguidas as regras de reação.

Assim, um metal em presença de um ácido gera hidrogênio

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$
$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2$$
$$Mg + 2HNO_3 \longrightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2$$

A generalização nos permite identificar uma propriedade funcional

$$M + 2HA \qquad MA + H_2$$

Um tópico que pode merecer um estudo pelos alunos é o SABÃO.

O sabão, do ponto de vista químico, é um sal. Sal é o resultado da neutralização de um ácido por uma base. Há uma reação que é clássica para explicar a formação de um sal:

$$HCl + NaOH \qquad NaCl + H_2O$$

O NaCl - cloreto de sódio ou sal de cozinha - é um sal onde temos um cátion (íon com carga positiva), sódio $Na^+$ de origem da base NaOH (hidróxido de sódio) e um ânion (íon com carga negativa), cloreto ($Cl^-$) proveniente do HCl (ácido clorídrico). O NaCl é um sal, mas não é um sabão. Nos sabões o ânion não é originado de ácidos inorgânicos, como o ácido sulfúrico, nítrico, fosfórico, etc . O ânion deve ser de origem orgânica. Os ácidos orgânicos caracterizam-se por apresentar grupamentos caboxila (-COOH) ligado a cadeias hidrocarbônicas. O $CH_3COOH$ - ácido acético - é um exemplo. Um sal originado do ácido acético (vinagre) + hidróxido de sódio: $CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$, o acetato de sódio é um sal de ácido orgânico, mas ainda não é um sabão. O ânion deve ser originado de um ácido graxo superior, isto é, um ácido que tenha em sua cadeia de 12 a 18 carbonos. Por exemplo, o ácido palmítico $CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$ é um exemplo de um ácido graxo superior.

Se o sabão é um sal de ácido graxo superior, podemos representar a equação de formação do sal assim:

$$\underset{\text{ácido palmítico}}{CH_3-(CH_2)_{14}-COOH} + \underset{\text{hidróxido de sódio}}{NaOH} \longrightarrow \underline{CH_3(CH_2)_{14}-COONa} + H_2O$$

O $CH_3-(CH_2)_{14}-COONa$ - palmitato de sódio - é um sabão que genericamente pode ser representado assim: R-COONa, onde R tem pelo menos 12 carbonos.

Assim, podemos resumir que:

SABÃO É UM SAL DERIVADO DE ÁCIDO GRAXO SUPERIOR.

Uma outra questão que pode ser proposta para os alunos a seguir é: <u>quais as matérias-primas para o fabrico de sabão ?</u> Se sabão é um sal precisa-se de ácidos e bases.

Aqui cabe um comentário sobre estes dois tipos de matérias-primas.

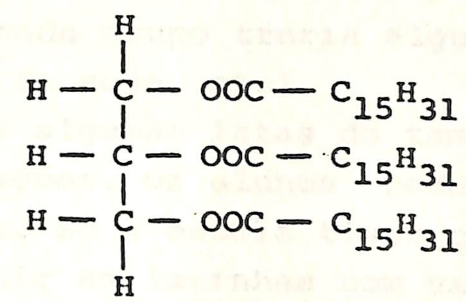
As bases mais usadas são os hidróxidos de sódio e de potássio. O hidróxido de sódio é a substância que se conhece popularmente por soda cáustica. A soda cáustica pode ser adquirida em supermercados ou lojas que vendam artigos de limpeza. Apresenta-se em forma de escamas ou lentilhas e é altamente corrosiva. Deve-se cuidar para não tocar ou deixar cair na roupa. É conveniente chamar a atenção dos alunos sobre outro produto, a "água de soda" ou simplesmente soda, que é água que contém bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) em solução e que é guardada sob pressão e, quando é aberta, desprende o $CO_2$, usada em refrigerantes e para diluir outras bebidas. O hidróxido de potássio (KOH) tem propriedades e aspectos semelhantes ao hidróxido de sódio. É conhecido sob o nome de potassa cáustica.

Ácidos graxos superiores são os outros componentes importantes para o fabrico de sabões. Aqui deve-se recordar que não é usual a ocorrência de ácidos graxos livres. As gorduras - e em um livro de Química Orgânica no tópico lipídios pode-se encontrar maiores detalhes sobre isso - são as principais fontes de ácidos graxos.

Lipídios são substâncias que, por hidrólise (cisão pela água) fornecem ácidos graxos superiores e álcoois. Os lipídios são portanto ésteres. Os lipídios mais freqüentes e também de estrutura mais simples, são os glicerídios. Os glicerídios são ésteres derivados de álcool com três carbonos e três oxidrilas: o propano - triol ou glicerol, ou ainda glicerina, que é um álcool de aspecto xaroposo e adocicado. Nos glicerídios as três oxidrilas do álcool estão esterificadas por ácidos graxos. Eis um exemplo:



É o tripalmitato de glicerina, porque pode ser hidrolisado, originando para cada mol, um mol de glicerol e 3 móis de ácido palmítico.



As gorduras são constituídas quase que exclusivamente de glicerídios. Podemos classificar as gorduras em dois grupos, quanto ao estado físico: GRAXAS, são gorduras sólidas ou pastosas à temperatura ambiente; ÓLEO, são gorduras líquidas à temperatura ambiente.

Aqui o professor pode sugerir à classe uma outra pesquisa sobre a origem das gorduras.

O resultado que os alunos vão apresentar será gorduras de origem animal e de origem vegetal. Mas pode ser solicitado um estudo mais detalhado sobre banha, manteiga, sebo, margarina, manteiga de cacau, banha de coco, óleo de capivara, óleo de soja, óleo de linhaça, azeite, etc.

Um outro tópico que pode ser usado para investigação dos alunos é o uso das gorduras e extração das gorduras.

Sobre o uso ocorrerão aspectos a destacar em regimes alimentares, indústrias, como o fabrico de tinta, etc.

Quanto à extração, pode ser destacada a fusão do tecido adiposo e posterior prensagem: é a obtenção da banha de porco e do torresmo. A extração do óleo de soja pode ser estudada nos aspec tos de moagem do grão e da extração com solvente. Se na região tiver uma fábrica de óleo de soja (ou de milho, ou outra) é interessante que a turma realize uma visita. Um frigorífico que industrialize banha é outra visita que pode ser programada dentro das possibilidades da região.

Após a realização das atividades descritas anteriormente, o professor pode propor à classe uma nova atividade: Vamos fabricar sabão!

Até este momento os alunos já estudaram um pouco de química dos sabões, das matérias- primas necessárias e da ocorrência e, como tarefa para a próxima aula, o professor pode sugerir que tragam para os grupos ingredientes para o fabrico de sabão.

A soda cáustica é aconselhável que seja adquirida pela escola para todos os grupos enquanto que cada grupo traria algumas gramas de uma gordura (banha, sebo, óleo de soja, etc).

É necessário que se providencie algumas latas do tamanho das de leite condensado para fazer as reações. Os alunos podem preparar também bastões de madeira para mexer. Se a escola tiver copos de vidro tipo pirex, estes podem substituir as latinhas com vantagem, pois facilitam melhor a visualização. Um possível problema é a fonte de aquecimento. Fogareiros elétricos podem ser a solução mais prática. A existência de uma sala de Ciências com bicos de gás instalados é a solução ideal. O uso do fogão da escola é uma outra saída. Se for fogão de chapa os vários grupos podem fazer simultaneamente. Se nenhuma dessas soluções puder ser encontrada, após as explicações de classe os alunos, em grupos, farão os experimentos na casa de um dos componentes do grupo. Talvez, e o professor saberá da necessidade, deva ser enviada aos pais uma comunicação sobre o que os alunos vão realizar em casa.

Nesta etapa da atividade é oportuno que o professor mostre para os alunos o papel do laboratório em uma indústria. É no laboratório que se realizam os experimentos em escala pequena, para se escolher as reações mais adequadas, para após realizá-las em escala industrial. Explique-se que também os alunos vão realizar em escala de laboratório e se tiverem bons produtos poderão, após, em casa, fabricar sabões para o consumo da família e até para vender aos vizinhos.

A reação que deve ser feita para o fabrico do sabão é a neutralização com NaOH de um ácido graxo superior. Recordando que o ácido graxo superior não ocorre livre, ele precisa ser obtido. Viu-se que nos ésteres há resíduos de ácidos graxos e sabe-se que os ésteres hidrolisados originam ácidos e álcool. Assim, se temos uma gordura, ou falando em uma linguagem um pouco mais química, um glicerídio, e submetermos a uma hidrólise, obteremos ácidos graxos e glicerol. Se à água que promove a hidrólise adicionarmos NaOH, assim que surgir o ácido, este será neutralizado pela base e teremos o sabão. A hidrólise será mais efetiva se aquecermos. Assim, ao fazer sabão, vamos "ferver" gorduras com soda cáustica e água. As reações poderão ser assim equacionadas:

$$\begin{array}{l} CH_2 - OOC - C_{15}H_{31} \\ | \\ CH \; - OOC - C_{15}H_{31} \\ | \\ CH_2 - OOC - C_{15}H_{31} \end{array} + 3\;H_2O \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2 - OH \\ | \\ CH \; - OH \\ | \\ CH_2 - OH \end{array} + 3\;C_{15}H_{31}COOH$$

glicerídio — glicerol — ac. palmítico

$$C_{15}H_{31}COOH + NaOH \longrightarrow C_{15}H_{31}COONa + H_2O$$

palmitato de sódio "sabão"

ou, resumidamente,

$$\begin{array}{l} CH_2OOC - C_{15}H_{31} \\ | \\ CH{-}OOC{-}C_{15}H_{31} \\ | \\ CH_2{-}OCC{-}C_{15}H_{31} \end{array} + 3H_2O + NaOH \xrightarrow{calor} \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CH{-}OH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 3\;C_{15}H_{31}COONa$$

Uma pergunta que surge é: qual a proporção de soda e gordura? Para responder esta pergunta talvez fosse oportuno levantar características de um bom sabão. Uma das características de um bom sabão é <u>ser neutro</u>. Isto significa que não deve sobrar $\underline{OH^-}$ proveniente da base nem cátions $\underline{H^+}$ provenientes do ácido. Todos $\underline{OH^-}$ devem se combinar com $H^+$ para, através de neutralização total, formar água.

Se a gordura fosse um glicerídio puro e de fórmula conhecida (em função da origem da gordura teremos radicais ácidos diferentes) um cálculo de relações massa-massa poderia definir a proporção ideal.

Não se dispondo destes dados a proporção será feita por tentativas. Prepara-se pequenas quantidades de gordura e soda em diversas proporções e se observa as características dos produtos obtidos, isto é, qual dos sabões faz mais espuma, qual se dissolve melhor, etc.

Apresenta-se a seguir algumas proporções que poderão servir para uma orientação aos alunos. Recomenda-se que só se forneça se realmente os alunos não conseguirem bons resultados.

Para 100 partes de um glicerídio são necessários:

| | partes de NaOH | de KOH |
|---|---|---|
| palmitina | 14,9 | 20,8 |
| estearina | 13,5 | 18,9 |
| oleina | 13,6 | 19,1 |

É evidente que estes glicerídios não ocorrem puros e por isto estes dados são teóricos.

Se a escola tiver indicadores ácido-base (fenolftaleína, tornassol, etc) o professor poderá orientar os alunos a acompanhar o pH do meio reacional e observar as características em termos de pH do produto final.

É recomendável que os diversos grupos comparem a qualidade dos produtos obtidos e também as proporções e o tipo de gorduras que foram usadas.

Quando da análise das características dos produtos usados, um dado que merece ser discutido é a qualidade da matéria-prima usada. O professor poderá contar à classe que primitivamente, ao invés de soda cáustica usava-se cinza, porque nestas existem hidróxidos alcalinos. Evidente que, como o material continha muitas misturas, o aspecto do produto final não era dos melhores. É recomendável que alguns grupos tentem fazer sabão com cinzas e procurem inclusive através de lavagem prévia das cinzas (atenção: as bases vão ficar nas águas de lavagem, logo, são estas que devem ser usadas), melhorar o aspecto do sabão.

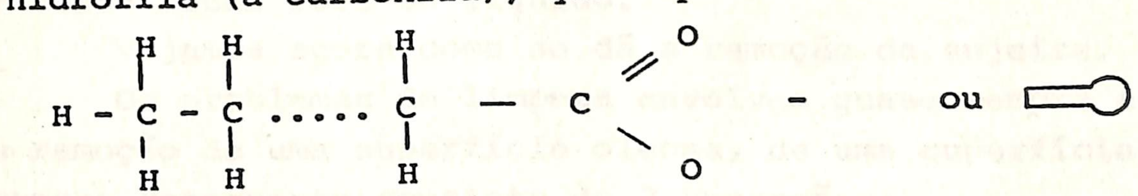
Aqui o professor pode também explorar a criatividade dos alunos no sentido de criação de formas para os seus sabões ou a adição de substâncias para melhorar seus aspectos. Uma investigação por parte dos alunos pode levá-los ao fabrico de sabonetes e xampus.

Agora o sabão está fabricado, foi experimentado e tomara que tenha removido bem a sujeira, mas o sabão continuará como personagem principal por mais algumas aulas.

Por que o sabão faz espuma? Por que o sabão remove a sujeira? Por que não dá para lavar roupa em água salobra? Por que quando colocamos uma roupa muito suada em água com espuma desaparece a espuma? Por que quando viemos de um banho de mar lavamos a cabeça com sabonete e este, inicialmente, não faz espuma? São algumas perguntas interessantes, que poderão ser exploradas nas aulas seguintes. O professor poderá fornecer dados para que os alunos constatem a veracidade das perguntas e que investiguem as possíveis respostas.

Para uma explicação, duas palavras devem ser introduzidas pelo professor: hidrófilo e hidrófobo. O professor explica aos alunos que o termo hidrófilo significa amigo da água. Pode-se explicar que o termo liófilo é mais amplo, significando amigo do líquido. Uma substância hidrófila é simpática à água, isto é, se dissolve na água. Hidrófobo ou hidrófugo significa o contrário: não amigo da água, que não se dissolve na água. São substâncias hidrófilas: açúcar, sal de cozinha, álcool, etc. São substâncias hidrófobas: gorduras, parafinas, ceras, etc.

Mas veja-se um sabão, por exemplo $C_{15}H_{31}COONa$, quando colocado na água se dissocia, assim $C_{15}H_{31}COO^{-} + Na^{+}$. O cátion sódio é solúvel em água, mas o ânion palmitato merece uma consideração especial. Há neste ânion uma longa cadeia hidrocarbônica de 15 carbonos muito semelhante à parafina e no final temos um grupamento $COO^{-}$ com carga negativa, que é muito simpático à água. Assim, no ânion palmitato temos uma parte hidrófuga (a cadeia carbônica) e uma parte hidrófila (a carboxila), que representamos assim:



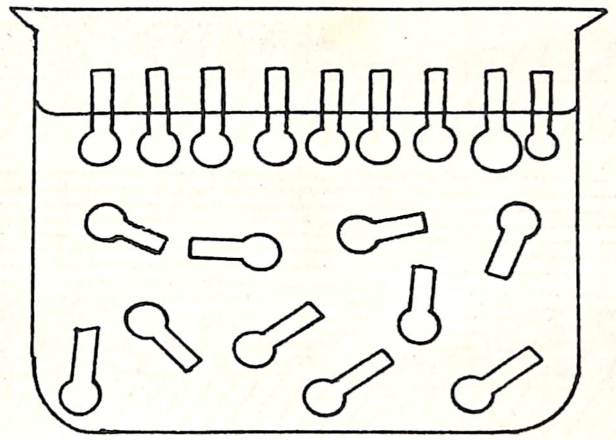
hidrófuga hidrófila

A característica de detergência - isto é, de agente de limpeza - está na existência de uma zona hidrófuga e de uma zona hidrófila.

Os sabões e os detergentes sintéticos são agentes de limpeza devido à sua atividade de superfície. A extensa parte hidrófuga exerce uma pressão considerável para conservar-se fora da solução. Há, porém, uma parte hidrófila com tendência a ficar na água. Assim, uma parte do sistema (no sabão comum o ânion palmitato e em detergente sintético- uma molécula com idênticas características) tende a ficar fora da água e a outra a se manter na água.

Esse agrupamento de moléculas na superfície de uma solução abaixa a sua tensão superficial, que traduz a sua tendência de manter a mínima área superficial. Os íons, ou moléculas, da superfície de uma solução detergente ficam assim seguros, pois as partes hidrófugas tendem a abandonar a solução. Isto significa que a tensão superficial da solução é mais baixa do que seria se a solução não tivesse sabão. A tendência destas soluções é de estenderem as suas superfícies, o que explica a formação de espuma.

Na figura seguinte isto pode ser observado:



As moléculas do detergente alinham-se sobre a superfície da água. A extremidade hidrófila (extremidade arredondada) ficará dentro da água, enquanto que a parte hidrófuga (extremidade retangular) tenta ficar fora do líquido.

Vejamos agora como se dá a remoção da sujeira.

Os problemas de limpeza envolvem quase sempre a necessidade de remoção de uma superfície oleosa, de uma superfície sólida. O processo detergente consiste de 3 operações:

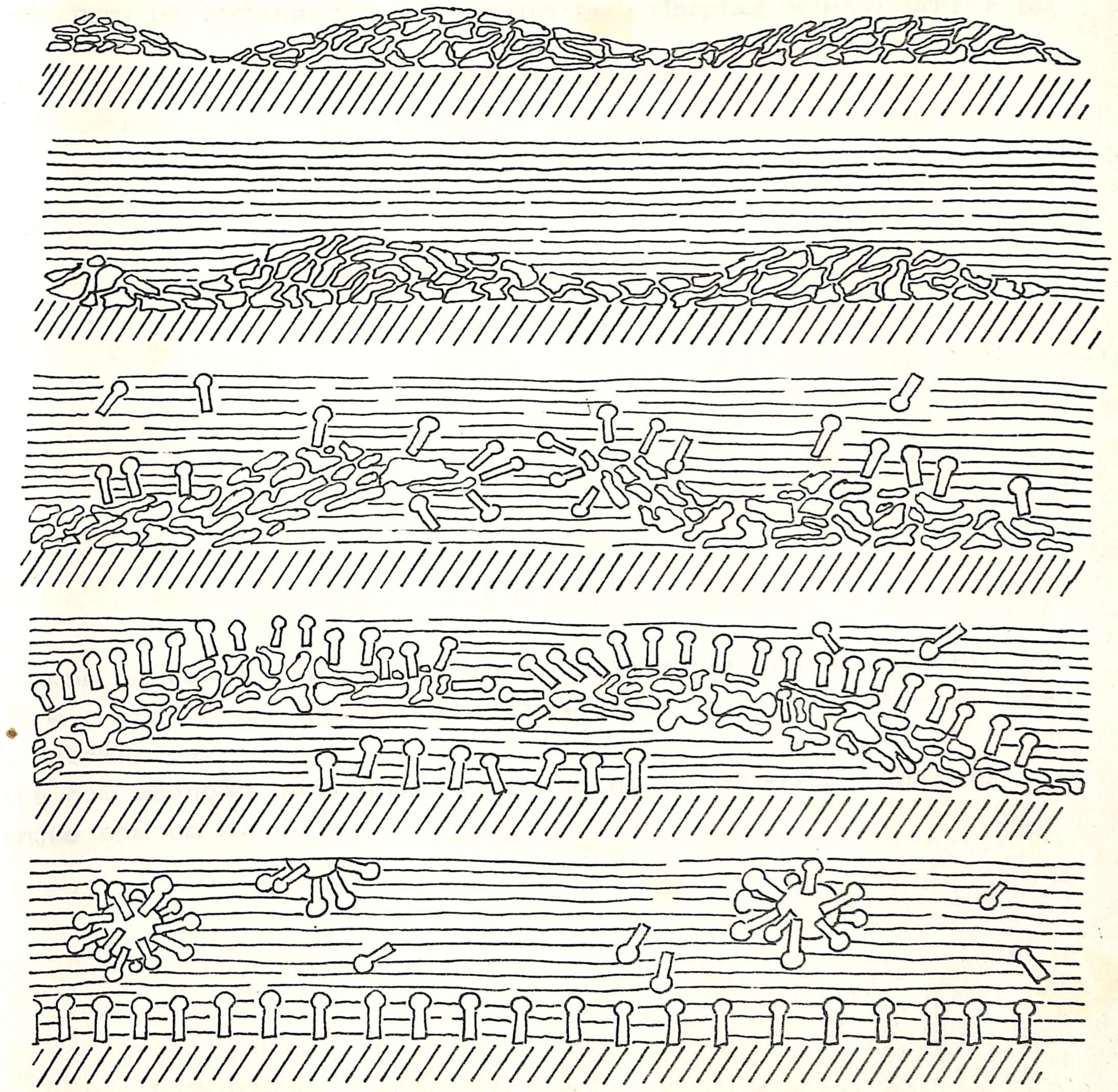
1) umedecimento total da sujeira e da superfície pela solução detergente;
2) remoção da sujeira da superfície;
3) manutenção da sujeira numa suspensão estável.

A ação do detergente é representada de uma maneira muito esquemática nos cinco diagramas da página seguinte. Ao alto , uma superfície é coberta de partículas de sujeira oleosa. No segundo diagrama, foi colocada água que, porém, falha completamente em deslocar a sujeira, porque a tensão superficial da água é demasiadamente alta para permitir uma umectação eficiente. É então adicionado sabão à água - terceiro diagrama. As extremidades hidrófugas dos ânions do sabão são atraídas para a superfície entre a água e a sujeira. Essas extremidades alinham-se tanto sobre a sujeira como sobre a superfície, como se vê no quarto diagrama. A sujeira pode então ser deslocada e removida sob ação mecânica. No último diagrama, observa-se que a sujeira é mantida em suspensão, pois o detergente forma uma camada sobre a superfície já limpa.

Após estas explicações pode ser mostrado como a pre - sença de certos íons, em soluções, em água salobras ou duras, pode impedir a ação dos sabões.

Já foi mostrado como o sabão é sal e como em solução aquosa ele se dissocia:

$$R - COONa \rightleftharpoons R - COO^{-} + Na^{+}$$



Foi explicado também que a detergência reside no fato de o ânion R-COO$^-$ ter porção hidrófila e outra hidrófuga. Se na água tiver excesso de cátions $Na^+$ (águas salobras) ou $Mg^{++}$ e $Ca^{++}$ (águas duras) o equilíbrio químico acima equacionado será deslocado no sentido da parte não ionizada, isto é, não teremos o ânion $RCOO^-$. Assim, não teremos o detergente livre e não ocorre espuma.

O que é um sabão biodegradável? Qual o problema dos sabões sintéticos?

Quando se usam sabões sintéticos, o ânion não é um resíduo de uma gordura e sim uma substância que muitas vezes não se constitui em alimento para a fauna bacteriana presente nas águas de rios, para onde fluem as águas de lavagem, ficando assim acumulados nos mesmos.

PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO

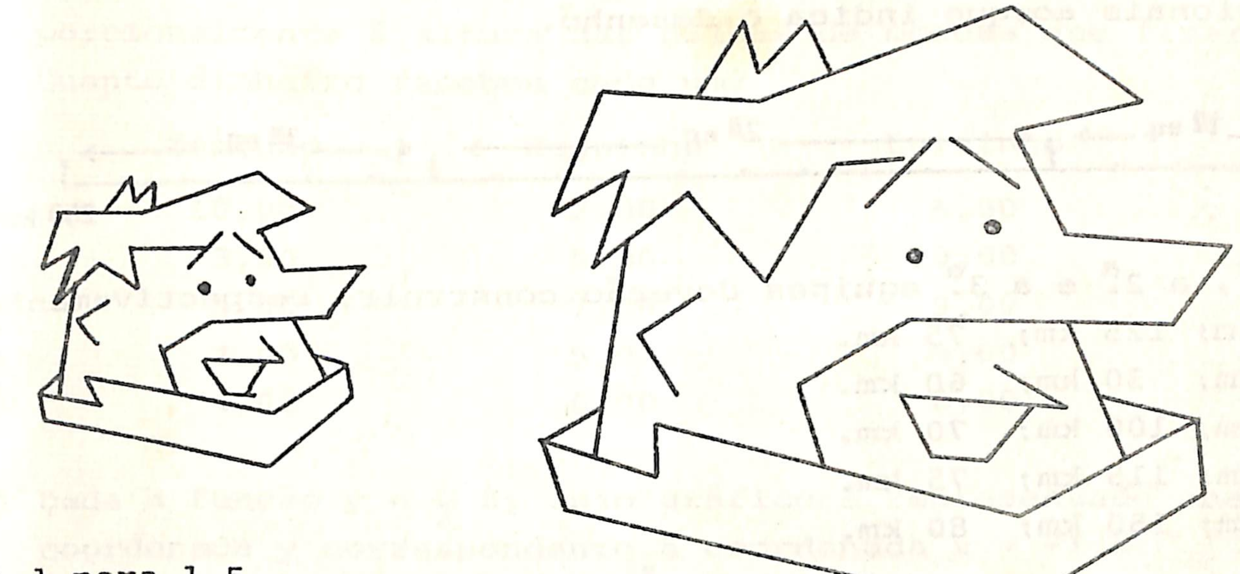
CURRÍCULO DE 1º GRAU

Projeto MEC/PREMEM/UFRGS/DEF

Edição Experimental - 1976

Fazemos um convite para que Vocês colaborem nessa investigação sobre o ensino de "proporcionalidades", tanto em Ciências como em Matemática.
Leia com atenção cada questão. Escolha a resposta correta e marque com um X.

1) Qual a escala usada nesta ampliação? (Pode-se usar régua.)



A) 1 para 1,5

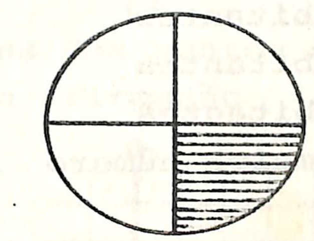
B) 1 para 2

C) 1 para 2,5

D) 1 para 3

E) 1 para 4

2) A região escurecida representa quanto por cento da figura?



A) 50%

B) 60%

C) 25%

D) 75%

E) 100%

3) São coordenadas de alguns pontos do desenho abaixo:

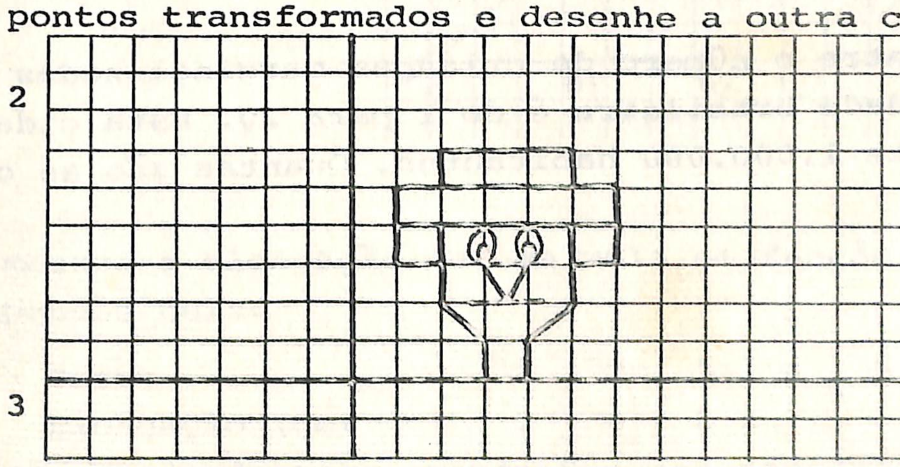
(3,0), (3,1), (2,2), (2,3), (1,3), (1,5), (2,5), (2,6), (5,6) .........

Transforme-as de acordo com o seguinte código:

$(x,y) \longrightarrow (2x,2y)$

Marque os pontos transformados e desenhe a outra carinha.

quadrante 2 — quadrante 1



quadrante 3 — quadrante 4

O desenho transformado:

A) diminuiu de tamanho e ficou no mesmo quadrante.

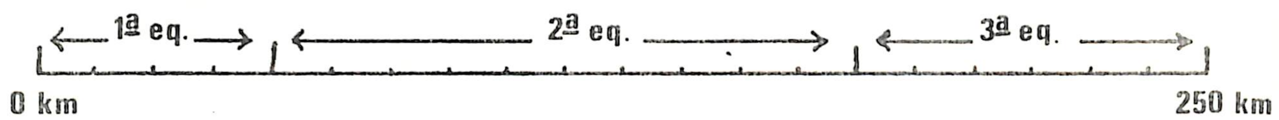
B) ficou no mesmo quadrante e do mesmo tamanho.

C) aumentou de tamanho, mas ficou no mesmo quadrante.

D) mudou de quadrante e aumentou de tamanho.

E) passou para o 4º quadrante.

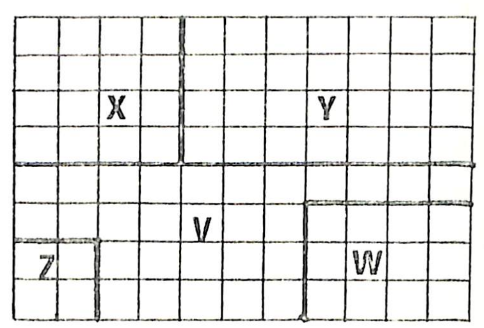
4) Três equipes de uma mesma firma vão construir uma estrada, que terá 250 km. Eles têm possibilidades de construir trechos proporcionais aosque indica o desenho.




A 1ª, a 2ª e a 3ª equipes deverão construir, respectivamente,

A) 50 km; 125 km; 75 km.
B) 25 km; 30 km; 60 km.
C) 80 km; 100 km; 70 km.
D) 50 km; 115 km; 75 km.
E) 20 km; 150 km; 80 km.

5) Os geógrafos chamam de <u>densidade demográfica</u> o número de habitantes por km$^2$, ou seja, por km de superfície.
A figura representa o mapa de 5 países, sendo suas populações:
País X = 10.000.000 habitantes
País Y = 15.000.000 habitantes
País Z = 4.000.000 habitantes
País W = 11.000.000 habitantes
País V = 12.000.000 habitantes
Em qual dos países há maior número de habitantes por km$^2$?




A) Y
B) X
C) W
D) Z
E) V

6) A razão entre o número de crianças marginalizadas e a população de uma cidade brasileira é de 1 para 20. Esta cidade tem aproximadamente 1.000.000 habitantes. Quantas são as crianças sem lar?

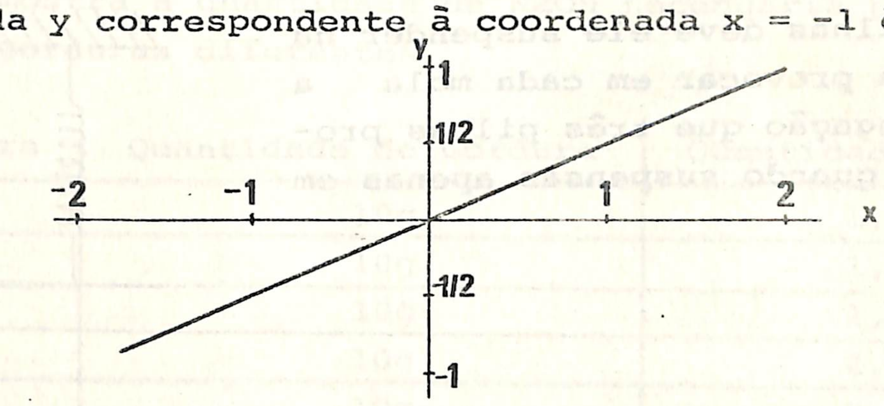
A) 100.000
B) 50.000
C) 25.000
D) 20.000
E) 10.000

7) Huguinho, Zezinho e Luizinho trabalharam várias horas no último fim de semana no cofre do Tio Patinhas empilhando moedas. A pilha do Zezinho tinha 2m, a do Huguinho 3m e a do Luizinho 4m. Ao final da tarefa, surpreendentemente, Tio Patinhas pagou-lhes a quantia de Cr$ 18,00. Eles devem repartir este dinheiro proporcionalmente à altura das pilhas de moedas que fizeram. Quanto dinheiro recebeu cada um?

| | Zezinho | Huguinho | Luizinho |
|---|---|---|---|
| A) | 10,00 | 2,00 | 6,00 |
| B) | 3,00 | 5,00 | 10,00 |
| C) | 5,00 | 7,00 | 9,00 |
| D) | 4,00 | 5,00 | 9,00 |
| E) | 4,00 | 6,00 | 8,00 |

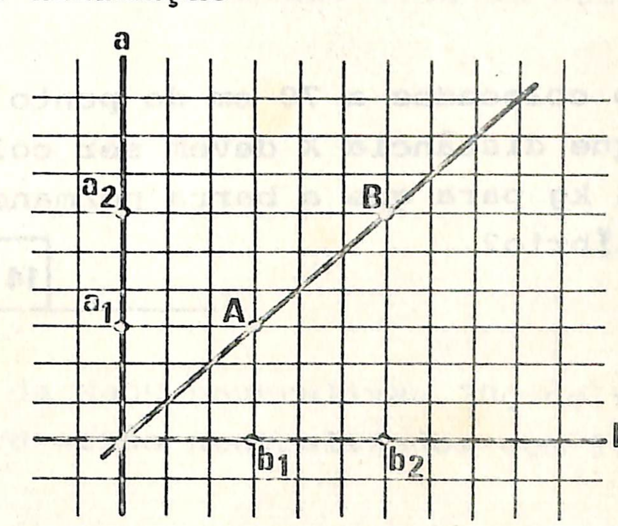
8) Dada a função $y = \frac{1}{2}x$, cujo gráfico é representado abaixo, a coordenada y correspondente à coordenada x = −1 é

A) −1
B) $-\frac{1}{2}$
C) 0
D) $+\frac{1}{2}$
E) +1




9) Considere as coordenadas dos pontos $A(a_1, b_1)$ e $B(a_2, b_2)$ da figura ao lado e assinale a afirmação verdadeira:

A) $a_1 + b_2 = a_2 + b_1$
B) $a_1 \times b_2 = a_2 \times b_1$
C) $a_1 = b_2$
D) $a_1 = -2$
E) $a_2 + b_1 = 13$




10) A tabela mostra a elongação de uma mola em função do número de pesos suspensos nela:

| Pesos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Elongação (cm) | 2 | 4 | 6 | | |

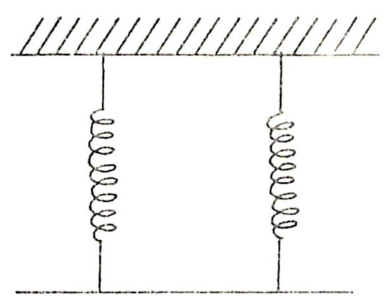
Qual é a elongação da mola quando 5 pesos são suspensos nela?

A) 5 cm
B) 6 cm
C) 8 cm
D) 10 cm
E) 12 cm

11) Um aluno suspendeu uma pilha numa mola e observou uma elongação de 2 cm. Admitindo-se que as elongações da mola são diretamente proporcionais aos pesos, qual será a elongação provocada por 3 pilhas?

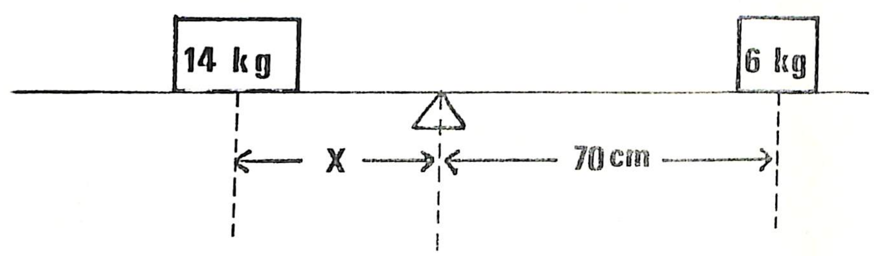
A) 2 cm
B) 3 cm
C) 4 cm
D) 5 cm
E) 6 cm

12) O aluno suspendeu outra mola, idêntica, ao lado da mola da questão anterior, unindo-as com uma barrinha cujo peso não é preciso considerar (veja a figura).
Quantas pilhas deve ele suspender na barra para provocar em cada mola a mesma elongação que três pilhas provocariam, quando suspensas apenas em uma mola?



A) 3
B) 6
C) 9
D) 12
E) 18

13) 6 kg são colocados a 70 cm do ponto de apoio de uma barra de metal. A que distância X devem ser colocados 14 kg para que a barra permaneça em equilíbrio?



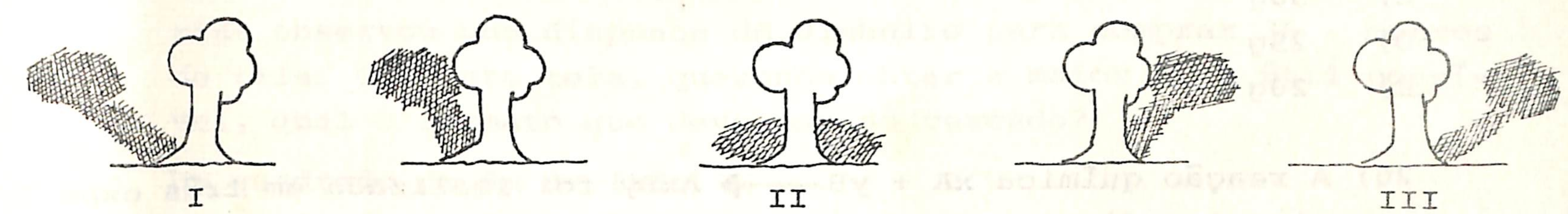

A) 1,4cm
B) 14cm
C) 30cm
D) 50cm
E) 70cm

14) A Lua faz aproximadamente 1/4 de volta em torno da Terra em 7 dias. O tempo que ela levará para percorrer 3/4 de volta será de:

A) 14 dias
B) 18 dias
C) 21 dias
D) 24 dias
E) 28 dias

15) O tempo que transcorreu para a sombra da árvore passar da posição I para a posição II é de 4 horas. Qual é o tempo que a sombra leva para ir da posição I até à posição III?

A) 5h B) 6h C) 8h D) 10h E) 12h




16) A tabela mostra a quantidade de NaOH necessária para neutralizar 10g de 5 gorduras diferentes.

| Gordura | Quantidade de Gordura | Quantidade de NaOH |
|---|---|---|
| X | 10g | 1,2g |
| Y | 10g | 1,5g |
| Z | 10g | 1,8g |
| T | 10g | 2,0g |
| V | 10g | 2,4g |

Um aluno usou 15g de gordura consumindo 2,4g de NaOH. Qual a gordura que ele usou?

A) X
B) Y
C) T
D) V
E) Z

17) Sabendo-se que x gramas de NaOH neutralizam 20g de uma gordura, quantos gramas de gordura serão neutralizados com 1,5 gramas de NaOH?

A) 15g
B) 20g
C) 25g
D) 30g
E) 50g

18) Quantos gramas de NaOH são necessários para neutralizar 10g de gordura, sabendo-se que x gramas de NaOH neutralizam 20g de gordura?

A) 0,5x
B) 1x
C) 1,5x
D) 2x
E) 5x

19) Quando se faz reagir 100g de bicarbonato de sódio obtém-se cerca de 32 litros de gás carbônico. Se o objetivo for obter 8 litros de $CO_2$, o bicarbonato necessário, nas mesmas condições, é cerca de

A) 400g
B) 100g
C) 50g
D) 25g
E) 20g

20) A reação química $xA + yB \longrightarrow AxBy$ foi realizada em três experimentos distintos, observando-se o seguinte:

| Experimento | masssa dos reagentes usada na reação | | massa de AxBy formada no fim da reação |
|---|---|---|---|
| | A | B | |
| 1º | 1 | 2 | 3 |
| 2º | 2 | 1 | 1,5 |
| 3º | 2 | 2 | 3 |

Pode-se dizer que a proporção do composto resultante (AxBx) é

A) 1A + 1B
B) 1A + 2B
C) 2A + 1B
D) 1A + 3B
E) 3A + 1B

21) Existe uma alga que dobra a sua população a cada 6 horas. Partindo-se de x algas, a população, no fim de 24 horas, será de :

A) 2x
B) 4x
C) 8x
D) 16x
E) 24x

22) Os alunos de 7ª série resolveram fazer, na hora do recreio, um levantamento do número de carros que passam diante da escola. Construíram uma tabela assim:

| | Segunda | Terça | Quarta | Quinta | Sexta |
|---|---|---|---|---|---|
| Tempo observado | 5 min | 8 min | 12 min | 4 min | 7 min |
| Nº de carros | 15 | 20 | 24 | 16 | 21 |

O dia de maior movimento, baseado na observação, foi:

A) Segunda
B) Terça
C) Quarta
D) Quinta
E) Sexta

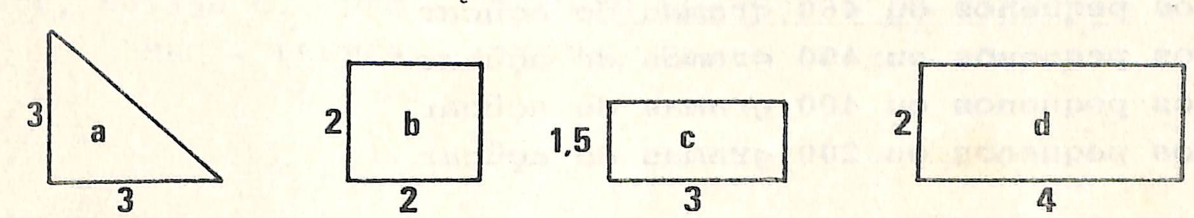
23) Gabriel resolveu criar galinhas. No levantamento de suas economias observou que dispunha de dinheiro para comprar 36 metros de tela. Com esta tela, querendo obter a maior área útil possível, qual o formato que deve dar ao cercado?

A) Um quadrado de 6m de lado.
B) Um quadrado de 9m de lado.
C) Um retangulo de 9m de base e 4m de altura.
D) Um retangulo de 18m de base e 4m de altura.
E) Um triângulo equilátero de 12m de lado.

24) A seguir estão listados os tempos e número de voltas obtidos no treinamento de 5 pilotos em um autódromo. Qual o que desenvolveu maior velocidade?

| | Tempo | Nº de voltas |
|---|---|---|
| A) Lauda | 10min | 5 |
| B) Reutmann | 5min | 10 |
| C) Pace | 8min | 10 |
| D) Fitipaldi | 10min | 8 |
| E) Jarier | 4min | 6 |

25) Quais das duas figuras a seguir teêm áreas iguais?




A) a e c
B) a e b
C) a e d
D) b e c
E) c e d

26) Um ovo pequeno (50 gramas) contém 7 gramas de proteínas e 80 quilocalorias. Quantos ovos são necessários para se conseguir 960 quilocalorias?

A) 20
B) 16
C) 14
D) 12
E) 18

27) Em 300 gramas de espinafre há 5 gramas de proteína e 35 quilocalorias. A proporção entre proteína e quilocaloria existente em 900 gramas de espinafre é

A) 25/130
B) 15/105
C) 10/100
D) 20/120
E) 35/150

28) Sabe-se que em 1/4 de litro de leite integral a relação é de 1 ponto para 8 gramas de proteínas. Em 15 litros de leite integral, tem-se a seguinte proporção:

A) 15 pontos para 320 gramas de proteínas.
B) 15 pontos para 460 gramas de proteínas
C) 46 pontos para 360 gramas de proteínas
D) 60 pontos para 460 gramas de proteínas
E) 60 pontos para 480 gramas de proteínas

29) Se 1 cubo pequeno de açúcar, pesando 4 gramas, produz 15 quilocalorias, para serem obtidos 1500 quilocalorias são necessários

A) 200 cubos pequenos ou 160 gramas de açúcar
B) 100 cubos pequenos ou 460 gramas de açúcar
C) 100 cubos pequenos ou 400 gramas de açúcar
D) 50 cubos pequenos ou 400 gramas de açúcar
E) 25 cubos pequenos ou 200 gramas de açúcar

30) De cada 100 gramas de feijão, obtêm-se 22 gramas de proteínas. Considerando-se uma dieta constituída exclusivamente de feijão e sabendo-se que são necessárias no mínimo 66 gramas de proteínas diárias para o organismo de uma criança de 14 anos, a quantidade diária de feijão a ser consumida pela criança é

A) 66 gramas
B) 100 gramas
C) 200 gramas
D) 300 gramas
E) 400 gramas



## PROJETOS CONSULTADOS


BERLING, K. I.E.A. Institute for the Study of International Problems in Education, University Stockolm, Suécia.

CHEN, David. MATAL - ISRAEL ELEMENTARY SCIENCE PROJECT. School of Education, University, Ramat - Aviv, Tel-Aviv.

DAVIS, R.B. MADISON PROJECT. University of Illinois at Urbana -Cahmpaign. Urbana, Illinois, USA.

ENNEVER, Len. 5/13 PROJECT. Scholl of Education, University of Bristol, Bristol, Inglaterra.

FAULKNER, H. NUFFIELD PROJECT. Chelsea College of Education Center for Science of Educations, Londres, Inglaterra.

GUIDONI, P. UNIVERSITÁ SCUOLA. Instituto di Física, Universitá Roma, Itália.

LOMON, Earle. USMES - UNIFIED SCIENCE AND MATHEMATICS FOR ELEMENTARY SCHOOL. Education Development Center, Massachusetts, USA.

MONTE, Nelson C. PEC - PROJETO DO ENSINO DE CIÊNCIAS - 1º Grau MEC - PREMEN - CECIRS, Porto Alegre, Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BALDWIN, J. - Teorias do Desenvolvimento da Criança. São Paulo, Pioneira, 1973

BRUTER, - Topologie et Perception - Recherches interdisciplinaire - Paris, Doin, 1974

DIENES, Z.P & GOLDING, EW - Exploração do Espaço. São Paulo, Herder, 1969.

FOWLER, - Las ciencias en la escuela secundária. Buenos Aires, Troquel, 1968

HOLLWAY, - Concepcion de la Geometrie en el niño segun Piaget. Buenos Aires, Paidós, 1969.

ISAACS, N. - El desarrollo de la compreension en el niño pequeño segun Piaget. Buenos Aires, Paidós, 1967.

KNOLL, Karl. - Didactica de la enseñaanza de la física. Buenos Aires, Kapelusz, 1974.

MAZURE, - L' Aprentissage de la Mathématique Moderne. Paris, Presses Universitaires de France, 1974

PIAGET, J. - Seis Estudos de Psicologia. Rio de Janeiro, Forense, 1967.

―――――― - Genese das Estruturas Lógicas Elementares. Rio de Janeiro, Zahar, 1971

―――――― - A formação do símbolo na criança. Rio de Janeiro. Zahar, 1971.

―――――― - Main Trends in Inter-disciplinary Resarch. New York, Harper Torchbooks, 1973.

―――――― - Problemas Gerais da Investigação Interdisciplinar e Mecanismos Comuns. Amadora, Bertrand, 1973.

―――――― - Biologia e Conhecimento. Petrópolis, Vozes, 1973.

PIAGET, J & INHELDER, B. - De li Lógica del Niño a la Lógica del Adolescente. Buenos Aires, Paidós, 1972.

PIAGET, J & GRECO. - Aprendizagem e Conhecimento. Rio de Janeiro Freitas Bastos, 1974





PIAGET, J & SZEMINSKA. - A genese do número na criança. Rio de Janeiro, Zahar, 1971.

Romey,--- Inquiry Techniques for Teaching Science. New Jersey, Prentice Hall, 1968.

UNESCO. - The development of science and mathematics in children. Bangkok, 1972.

UNESCO. - The development of science and mathematics concepts in young children in african countries - final report - Nairobi, 1974

VESSEL,.. Las ciencias en la escuela secudária. Buenos Aires, Ed. Troquel, 1968.

Yearbook Committee. - The integration of Educacional Experiences. Chicago, The University of Chicago Press, 1958

UNESCO. - Las Aplicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la escuela secundária, Montevidéo, 1974.

UNESCO. - Enseñanza integrada de las ciencias en America Latina - 2 - (Informe del seminário sobre enseñanza integrada) - Montevidéo, 1975.

ISRAEL SCIENCE TEACHING CENTER - The Junior Science Conference final report. Rehovot, Gvill Press, 1969.

Groupe de Travail de la Comission de Renovation de L' Enseignement de la Physique. Bulletin de Liaison. Paris, Universite Paris, 1976.

STEP. - L' art d'être un enseignant scientifique - Document de Travail - [Paris], Sutton e Haysom, 1975.

INRDP. - Activités d'éveil scientifiques a l'école élémentaire - objectifs, méthodes, moyens. Paris, 1973, vol. 62.

BETH, E.W. e PIAGET, J. - Epistémologie mathématique et Psychologie, Paris, Presses Universitaires de France, 1961

COSTA, Amoroso. - As idéias fundamentais da Matemática - e outros ensaios. São Paulo, Ed. Grijalbo, 1971.

UNESCO. - Seminários da Unesco para Ásia, África e América Latina.